

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO  
CERRO CORONA - CAJAMARCA”**

**INFORME DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**RAFAEL GENARO ANDRADE ZORRILLA**

**PROMOCION 1997-II**

**LIMA-PERU**

**2006**

# **INDICE GENERAL**

## **PROLOGO**

## **CAPITULO I: INTRODUCCION**

|     |              |   |
|-----|--------------|---|
| 1.1 | ANTECEDENTES | 3 |
| 1.2 | OBJETIVO     | 3 |
| 1.3 | ALCANCES     | 4 |

## **CAPITULO II: MEMORIA DESCRIPTIVA**

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.1     | UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y VÍAS DE ACCESO   | 5  |
| 2.2     | CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DEL PROYECTO  | 5  |
| 2.2.1   | Condiciones Climáticas                  | 6  |
| 2.2.2   | Condiciones Varias                      | 6  |
| 2.3     | NORMAS APLICABLES                       | 6  |
| 2.4     | DISEÑO DE LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN       | 7  |
| 2.4.1   | Características generales de las líneas | 7  |
| 2.4.2   | Trazo de ruta                           | 10 |
| 2.4.3   | Faja de servidumbre                     | 10 |
| 2.4.4   | Diseño eléctrico                        | 10 |
| 2.4.4.1 | Selección del Aislamiento               | 10 |
| 2.4.4.2 | Distancias de Seguridad                 | 10 |

|   |  |    |
|---|--|----|
| 2.4.4.3                                       | Capacidad Térmica del Conductor  | 11 |
| 2.4.5   | DISEÑO MECÁNICO  | 11 |
| 2.4.5.1                                       | Parámetros para el Diseño Mecánico   | 11 |
| 2.4.5.2                                       | Diseño Mecánico del Conductor  | 11 |
| 2.4.5.3                                       | Diseño Mecánico de las Estructuras   | 12 |
| <br>  |  |    |
| <b>CAPITULO III : CALCULOS JUSTIFICATIVOS</b> |  |    |
| 3.1   | OBJETIVO   | 13 |
| 3.2   | CARACTERÍSTICAS GENERALES  | 13 |
| 3.2.1   | Condiciones Climáticas   | 13 |
| 3.2.2   | Presión de Viento  | 14 |
| 3.2.3   | Características Generales de las Líneas  | 15 |
| 3.3   | SELECCIÓN DEL AISLAMIENTO  | 16 |
| 3.3.1   | Selección por Sobretensiones a Frecuencia Industrial en seco<br>(tensión disruptiva) | 17 |
| 3.3.2   | Selección por Contaminación Ambiental  | 18 |
| 3.3.3   | Selección por Sobretensión Atmosférica   | 19 |
| 3.3.4   | Resultados   | 20 |
| 3.4   | ESTUDIO DE FLUJO DE CARGA  | 21 |
| 3.4.1   | Objeto   | 21 |
| 3.4.2   | Modelamiento de la Red   | 21 |
| 3.4.3   | Parámetros Eléctricos  | 24 |
| 3.4.4   | Representación de las Cargas   | 25 |
| 3.4.5   | Representación de los Generadores  | 26 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.4.6   | Criterios de Operación                                       | 26 |
| 3.4.7   | Casos Simulados  | 27 |
| 3.4.8   | Resultados y Conclusiones                                    | 28 |
| 3.4.8.1 | Etapa de Operación (1 a 5 años)                              | 28 |
| 3.4.8.2 | Pozos y Represa  | 30 |
| 3.5     | VARIACION DE TENSION POR ARRANQUE DE MOTORES                 | 32 |
| 3.5.1   | Generalidades  | 32 |
| 3.5.2   | Representación de la Red                                     | 32 |
| 3.5.3   | Consideraciones Generales                                    | 33 |
| 3.5.4   | Resultados y Conclusiones                                    | 36 |
| 3.5.4.1 | Pozos y Represa  | 36 |
| 3.5.4.2 | Etapa de Operación (1 a 5 años)                              | 37 |
| 3.6     | CÁLCULO DE CAPACIDAD TÉRMICA DE CONDUCTORES AAAC             | 40 |
| 3.6.1   | Generalidades  | 40 |
| 3.6.2   | Parámetros para el Cálculo de la Temperatura en el Conductor | 41 |
| 3.6.3   | Resultados y Conclusiones                                    | 42 |
| 3.7     | CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES                          | 44 |
| 3.7.1   | Determinación del Esfuerzo EDS                               | 44 |
| 3.7.2   | Hipótesis de Carga para Conductores AAAC                     | 44 |
| 3.7.3   | Cambio de Estado del Conductor                               | 46 |
| 3.7.4   | Resolución de la Ecuación de Cambio de Estado del Conductor  | 47 |
| 3.8     | COORDINACION ENTRE CONDUCTOR DE FASE Y CABLE<br>DE GUARDA    | 48 |
| 3.8.1   | Generalidades  | 48 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 3.8.2    | Características de Conductor de Fase y Cable de Guarda                | 48 |
| 3.8.3    | Cálculo de Esfuerzo Unitario del Cable de Guarda de Acero Galvanizado | 49 |
| 3.8.4    | Esfuerzo EDS del Cable de Guarda                                      | 50 |
| 3.8.5    | Hipótesis de Carga del Cable de Guarda de Acero Galvanizado           | 50 |
| 3.9      | CÁLCULO MECÁNICO DE LOS SOPORTES                                      | 51 |
| 3.9.1    | Selección de Soportes   | 51 |
| 3.9.1.1  | Soportes para Líneas de MT en Zonas de Campamentos                    | 52 |
| 3.9.1.2  | Soportes para Líneas de MT Ubicadas en Campo                          | 53 |
| 3.9.2    | Cálculo Mecánico de Soportes de Postes de Concreto                    | 54 |
| 3.9.3    | Prestación de los Soportes de Postes de Concreto                      | 59 |
| 3.9.4    | Cálculo Mecánico de las Estructuras Metálicas                         | 59 |
| 3.9.4.1  | Introducción  | 59 |
| 3.9.4.2  | Hipótesis de Carga de las Estructuras Metálicas                       | 59 |
| 3.9.4.3  | Prestación de las Estructuras Metálicas de Celosía                    | 64 |
| 3.9.4.4  | Cálculo de los Diagramas de Cargas de las Estructuras Metálicas       | 64 |
| 3.9.4.5  | Ubicación de Estructuras  | 65 |
| 3.9.4.6  | Cálculo de Flechas  | 66 |
| 3.10     | DISTANCIAS Y FACTORES DE SEGURIDAD                                    | 67 |
| 3.10.1   | Distancias Mínimas de Seguridad                                       | 67 |
| 3.10.1.1 | Distancia de Seguridad Horizontal (Dh)                                | 67 |
| 3.10.1.2 | Distancia de Seguridad Vertical (Dv)                                  | 68 |
| 3.10.2   | Parámetros de Diseño Mecánico   | 69 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 3.10.2.1 | Parámetros Ambientales para Diseño Mecánico  | 70 |
| 3.10.2.2 | Factores de Seguridad de Conductores, Aisladores y<br>Accesorios   | 71 |
| 3.10.2.3 | Factores de Sobrecarga y Resistencia para Soportes,<br>Crucetas y Retenidas                              | 73 |
| 3.11     | DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTAS A TIERRA   | 74 |
| 3.11.1   | Consideraciones Generales  | 74 |
| 3.11.2   | Consideraciones para el Diseño   | 74 |
| 3.11.3   | Materiales a utilizarse  | 75 |
| 3.11.3.1 | Conductor  | 75 |
| 3.11.3.2 | Conectores de Vías Paralelas   | 76 |
| 3.11.3.3 | Conector conductor – estructuras   | 76 |
| 3.11.4   | Configuración de los Sistemas de Puestas a Tierra  | 76 |
| 3.11.4.1 | Resistencia de puestas a tierra con conductor<br>enterrado horizontalmente (contrapeso)                  | 77 |
| 3.11.4.2 | Resistencia de puestas a tierra de un contrapeso en<br>anillo horizontal enterrado a una profundidad "s" | 77 |
| 3.11.4.3 | Puestas a tierra para postes de concreto tipo PT-1-L   | 78 |
| 3.11.4.4 | Puestas a tierra para estructuras metálicas tipo PT-2-L  | 79 |
| 3.11.4.5 | Puesta a tierra tipo PT para postes de concreto en general   | 80 |
| 3.12     | CÁLCULO DE RETENIDAS   | 80 |
| 3.12.1   | Criterios para el Cálculo  | 80 |
| 3.12.2   | Cálculo de Retenidas   | 81 |
| 3.12.3   | Cálculo de las dimensiones del Bloque de las Retenidas   | 83 |

|        |                              |    |
|--------|------------------------------|----|
| 3.13   | CIMENTACIONES DE ESTRUCTURAS | 84 |
| 3.13.1 | Introducción                 | 84 |
| 3.13.2 | Hipótesis                    | 85 |
| 3.13.3 | Desarrollo                   | 96 |

#### **CAPITULO IV      ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO**

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 4.1       | ESTRUCTURAS SOPORTE DE CELOSIA (TORRETAS)         | 89 |
| 4.1.1     | Alcance   | 89 |
| 4.1.2     | Normas aplicables                                 | 89 |
| 4.1.3     | Características generales                         | 90 |
| 4.1.3.1   | Definición  | 90 |
| 4.1.3.2   | Tipo de Torre                                     | 90 |
| 4.1.3.3   | Criterios de Diseño y Cálculo                     | 90 |
| 4.1.3.3.1 | Altura de Extensión                               | 90 |
| 4.1.3.3.2 | Grado de Construcción                             | 91 |
| 4.1.3.3.3 | Criterios particulares de Diseño                  | 91 |
| 4.3.4     | Prescripciones Constructivas                      | 92 |
| 4.3.5     | Galvanización                                     | 95 |
| 4.3.6     | Pernos y Tuercas                                  | 96 |
| 4.3.7     | Accesorios  | 97 |
| 4.2       | POSTES, CRUCETAS, MENSULAS Y BLOQUE DE PROTECCIÓN | 98 |
| 4.2.1     | Características técnicas de los postes            | 98 |
| 4.2.1.1   | Postes de Concreto                                | 98 |
| 4.2.1.2   | Crucetas, Ménsulas y Bloque de Protección         | 99 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 4.3     | ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES, CRUCETAS Y AISLADORES | 101 |
| 4.3.1   | Normas aplicables                                       | 101 |
| 4.3.2   | Descripción de los materiales                           | 102 |
| 4.3.2.1 | Perno Maquinado   | 102 |
| 4.3.2.2 | Perno Ojo   | 103 |
| 4.3.2.3 | Perno Tipo Doble Armado                                 | 103 |
| 4.3.2.4 | Arandelas   | 103 |
| 4.3.2.5 | Tuerca Ojo  | 104 |
| 4.4     | CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO (AAAC)                | 107 |
| 4.4.1   | Alcance   | 107 |
| 4.4.2   | Normas aplicables                                       | 107 |
| 4.4.3   | Descripción del material                                | 108 |
| 4.5     | ACCESORIOS PARA EL CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO    | 110 |
| 4.5.1   | Características generales                               | 110 |
| 4.5.1.1 | Materiales  | 110 |
| 4.5.1.2 | Fabricación, aspecto y acabado                          | 110 |
| 4.5.1.3 | Protección anticorrosivo                                | 110 |
| 4.5.1.4 | Características eléctricas                              | 111 |
| 4.5.2   | Características específicas                             | 111 |
| 4.5.2.1 | Grapa de suspensión                                     | 111 |
| 4.5.2.2 | Grapa de ángulo   | 112 |
| 4.5.2.3 | Grapa de anclaje  | 112 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 4.5.2.4 | Manguito de empalme                               | 113 |
| 4.5.2.5 | Manguito de reparación                            | 113 |
| 4.5.2.6 | Conector tipo cuña                                | 114 |
| 4.5.2.7 | Pasta para aplicación de empalme                  | 114 |
| 4.5.2.8 | Alambre de amarre                                 | 114 |
| 4.6     | AISLADORES POLIMÉRICOS TIPO SUSPENSIÓN            | 117 |
| 4.6.1   | Normas aplicables                                 | 117 |
| 4.6.2   | Características técnicas                          | 117 |
| 4.6.2.1 | Núcleo  | 117 |
| 4.6.2.2 | Recubrimiento del Núcleo                          | 118 |
| 4.6.2.3 | Aletas Aislantes                                  | 118 |
| 4.6.2.4 | Herrajes Extremos                                 | 118 |
| 4.7     | AISLADORES POLIMÉRICOS TIPO LINE POST POLIMERICOS | 121 |
| 4.7.1   | Normas aplicables                                 | 121 |
| 4.7.2   | Características técnicas                          | 121 |
| 4.7.2.1 | Núcleo  | 121 |
| 4.7.2.2 | Recubrimiento del Núcleo                          | 122 |
| 4.7.2.3 | Aletas Aislantes                                  | 122 |
| 4.7.2.4 | Herrajes Extremos                                 | 122 |
| 4.8     | CABLE DE ACERO DE EXTRA ALTA RESISTENCIA (EHS)    | 125 |
| 4.8.1   | Normas aplicables                                 | 125 |
| 4.8.2   | Características técnicas del cable                | 125 |
| 4.8.3   | Material  | 125 |
| 4.8.4   | Cableado  | 126 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.8.5 Uniones y empalmes                             | 126 |
| 4.9 ACCESORIOS METÁLICOS PARA EL CABLE DE GUARDA     | 129 |
| 4.9.1 Descripción de materiales                      | 129 |
| 4.9.1.1 Grapa de Anclaje                             | 129 |
| 4.9.1.2 Adaptador Horquilla ojo                      | 129 |
| 4.9.1.3 Conector para cable de acero                 | 130 |
| 4.10 ACCESORIOS METÁLICOS PARA RETENIDAS             | 132 |
| 4.10.1 Descripción del material                      | 132 |
| 4.11 PUESTA A TIERRA                                 | 136 |
| 4.11.1 Normas aplicables                             | 136 |
| 4.11.2 Descripción del material                      | 136 |
| 4.11.2.1 Conductor                                   | 136 |
| 4.11.2.2 Conector de Vías Paralelas                  | 137 |
| 4.11.2.3 Conector Estructura Conductor               | 137 |
| 4.11.2.4 Otros                                       | 137 |
| 4.12 CABLES DE ENERGÍA DE MEDIA TENSIÓN Y TERMINALES | 140 |
| 4.12.1 Alcance                                       | 140 |
| 4.12.2 Normas aplicables                             | 140 |
| 4.12.3 Características principales                   | 140 |
| 4.12.4 Terminales para cable aislador                | 142 |
| 4.13 SECCIONADORES FUSIBLE TIPO EXPULSIÓN            | 144 |
| 4.13.1 Normas aplicables                             | 144 |
| 4.13.2 Características generales                     | 144 |
| 4.13.3 Características eléctricas principales        | 144 |

|        |                               |     |
|--------|-------------------------------|-----|
| 4.13.4 | Requerimientos de diseño      | 144 |
| 4.13.5 | Accesorios                    | 145 |
| 4.14   | DESCARGADOS DE SOBRETENSIONES | 147 |
| 4.14.1 | Normas aplicables             | 147 |
| 4.14.2 | Condiciones de operación      | 147 |
| 4.14.3 | Características generales     | 147 |
| 4.14.4 | Características eléctricas    | 149 |
| 4.14.5 | Accesorios                    | 149 |

## **V METRADOS Y PRESUPUESTO DE OBRA**

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 5.1 | PLANILLA DE METRADOS                     | 152 |
| 5.2 | PRESUPUESTO DE LA LINEA PRIMARIA 13,8 Kv | 163 |

## **CONCLUSIONES**

## **BIBLIOGRAFIA**

## **ANEXOS**

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| ANEXO 1 | REPORTE DE CORTOCIRCUITO                                | 171 |
| ANEXO 2 | CÁLCULO DE CAPACIDAD TÉRMICA DE LOS<br>CONDUCTORES AAAC | 174 |
| ANEXO 3 | CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR AAAC                     | 177 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| ANEXO 4   | CÁLCULO MECÁNICO DEL CABLE DE GUARDA                              | 184 |
| ANEXO 5   | CÁLCULO MECÁNICO DE POSTES DE CONCRETO                            | 188 |
| ANEXO 6   | DIAGRAMA DE CARGAS  | 193 |
| ANEXO 7   | CÁLCULO DE RETENIDAS  | 196 |
| ANEXO 8   | CIMENTACIONES   | 197 |
| ANEXO 8.1 | CUADROS DE CARGAS SIN MAYORACION,<br>MOMENTOS Y REACCION VERTICAL | 197 |
| ANEXO 8.2 | CALCULO DE CIMENTACION METODO SULZBERGER                          | 203 |
| ANEXO 8.3 | CALCULO DE LOS BLOQUES DE ANCLA DE LAS<br>RETENIDAS               | 208 |

## **PLANOS**

PLANOS DE UBICACION

DIAGRAMA UNIFILAR

PERFILES DE LINEAS

PLANOS DE DETALLES

## PROLOGO

El presente Informe de Ingeniería, se realizo basado en el Proyecto de electrificación de los campamentos de la mina Cerro Corona, ubicada en Cajamarca, la cual entrara en operación en el año 2007; actualmente la obra se encuentra en proceso de ejecución.

Asimismo el presente informe consta de 05 Capítulos, Conclusiones, Bibliografía, Anexos y Planos:

Capitulo I: Introducción: Antecedentes, Objetivo y Alcances del Proyecto.

Capitulo II: Aborda aspectos generales como son: ubicación y Descripción general del Proyecto.

Capitulo III: Se desarrollan los cálculos de Ingeniería del Proyecto, de acuerdo a las Normas y Procedimientos vigentes.

Capitulo IV: El presente capitulo detalla las Especificaciones técnicas que deben cumplir los equipos, materiales y accesorios a ser utilizados en el Proyecto, partiendo de los cálculos justificativos y las normas vigentes.

Capitulo V: Describe los metrados y el Presupuesto de Obra.

Esta obra esta dedicada a mis Padres

Rosa y Genaro

Por el gran apoyo que recibí de ellos

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

### **1.1 ANTECEDENTES**

La sociedad minera Cerro Corona S.A. esta desarrollando un importante Proyecto minero a ubicarse en la parte norte del país, en el departamento de Cajamarca, dicho Proyecto hará posible la explotación de oro, cobre y otros minerales en menor escala.

Para la explotación del Proyecto referido, se requiere del suministro de energía eléctrica en forma económica y confiable, y los estudios preliminares al respecto, han determinado que esta será desde la nueva Subestación Cajamarca Norte. La Potencia Eléctrica que demandara el Proyecto es de 30MVA.

Dentro de este contexto de desarrolla el Proyecto electrificación de los campamentos en un nivel de Media Tensión.

### **1.2 OBJETIVO**

El presente documento tiene por objeto presentar el estudio a nivel de ingeniería definitiva del diseño de las líneas de media tensión en 13,8 kV del Proyecto Cerro Corona, propiedad de la Minera Gold Fields Perú S.A. Las líneas a proyectar tendrán dos alimentadores principales que salen de la barra principal

Switchgear, para el suministro de energía eléctrica a los sectores de campamentos, bombas, la zona de la represa y pozos.

### **1.3 ALCANCES**

El Estudio Definitivo de las Líneas de Media tensión de 13,8 kV comprende la elaboración de los siguientes documentos:

Memoria Descriptiva

Calculo Justificativo

Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales

Metrado y Presupuesto

Conclusiones

Bibliografía

Anexos

Planos

## **CAPITULO II**

### **MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y VÍAS DE ACCESO**

Las líneas de media tensión en 13,8 kV se encuentran ubicadas en el área de Concesión del Proyecto Cerro Corona, en la Provincia de Hualgayoc, Departamento de Cajamarca, las cuales salen de la barra principal Switchgear; Salidas N° 1 y N° 2. El Proyecto Cerro Corona está ubicado aproximadamente a 90 km. al norte de la ciudad de Cajamarca cerca de la localidad de Hualgayoc, en las montañas de la Cordillera Occidental. A la zona se accede desde Cajamarca mediante una carretera que se encuentra asfaltada (hasta la entrada de la minera Yanacocha), y afirmada hasta la zona del Proyecto Cerro Corona.

El área del estudio presenta la siguiente coordenada geográfica de referencia:

9 252 000 N, 763 300 E

Los niveles de altitud de la ubicación de las líneas de media tensión en 13,8 kV, varía entre 3,600 a 3,900 msnm.

#### **2.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DEL PROYECTO**

##### **2.2.1 Condiciones Climáticas**

El clima de la zona es frígido, con importante presencia de precipitaciones pluviales durante el período de octubre a abril.

|                                      |                         |
|--------------------------------------|-------------------------|
| - Temperatura mínima de diseño       | -1 °C                   |
| - Temperatura media                  | 8 °C                    |
| - Temperatura máxima absoluta        | 20 °C                   |
| - Humedad mínima de diseño           | 32 %                    |
| - Humedad máxima de diseño           | 100 %                   |
| - Precipitación mínima (seco)        | 1,010 mm/año            |
| - Precipitación máxima (húmeda)      | 1,710 mm/año            |
| - Frecuencia de tormentas eléctricas | 40 por año              |
| - Presión del viento                 | 51,55 kg/m <sup>2</sup> |

### **2.2.2 Condiciones Varias**

La atmósfera de la zona del proyecto es poco contaminada; sin embargo, las actividades propias de la minera producirán un ambiente de tipo industrial, por lo que será necesario establecer que el ambiente será moderadamente contaminado.

## **2.3 NORMAS APLICABLES**

Los criterios de diseño a emplear serán los siguientes:

Código Nacional de Electricidad Suministro.

Norma DGE del Ministerio de Energía y Minas “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”.

Estudio de Factibilidad del Proyecto Cerro Corona.

Asimismo, serán complementados con otras normas nacionales e internacionales vigentes, tales como la IEC, ANSI, DIN-VDE, REA, ITINTEC, etc.

## **2.4 DISEÑO DE LINEAS DE MEDIA TENSION**

### **2.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS LÍNEAS**

Las líneas de media tensión en 13,8 kV serán de simple terna, con un cable de guarda ubicado en la cúspide de la estructura metálica y un cable de fibra óptica tipo ADSS en la parte inferior debajo de los conductores de fase.

Las líneas a proyectar tendrán dos alimentadores principales que salen de la barra principal Switchgear la que a su vez será alimentada desde la Subestación Cerro Corona 220/13,8kV; la cual esta ubicada adyacente al Campamento Facilidades de Construcción; una terna saldrá para el suministro de energía eléctrica a los campamentos y bombas; y una segunda terna para la zona de la represa y pozos.

El Proyecto tendrá una etapa de Construcción y dos etapas de Operación:

En la Etapa de Construcción, la energía será suministrada por un Grupo de Generación ubicada adyacente al Campamento de Construcción y solo operaran las líneas 110, 120, 130 y 140.

En la primera Etapa de Operación de 1-5 años, la energía será suministrada por la Subestación Cerro Corona 220/13,8kV, donde operaran las líneas 110, 120, 121, 122, 140, 210, 220, 221, 222,.223, 223A y 230 con la configuración inicial propuesta.

En la segunda Etapa de Operación de 6-15 años, la energía será suministrada por la Subestación Cerro Corona 220/13,8kV; donde operaran las líneas 110, 120, 121, 122, 140, y las líneas 210, 220, 221, 222, 223, 223A y 230 las cuales tendrán una configuración de acuerdo a las necesidades explotación del momento.

Se debe tener presente que las líneas de media tensión en 13,8 kV que se ubicarán en los campamentos no llevarán cable de guarda, ya que su protección contra descargas atmosféricas se efectuará mediante pararrayos, los que cubrirán las zonas donde se ubican las instalaciones de los campamentos.

Las líneas de media tensión en 13,8 kV presentan las siguientes características que se muestran el en cuadro N° 1:

**CUADRO N° 1: CARACTERISTICAS DE LAS LINEAS 13,8 kV**

| LINEA  | N° DE CIRCUITOS | TIPO DE ESTRUCTURAS | CONDUCTORES DE FASE     | CABLE DE GUARDA          | LONGITUD APROXIMADA km |
|--|-----------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| <b>ZONA DE CAMPAMENTOS ( ETAPA DE OPERACION)</b> |                 |                     |                         |                          |                        |
| 110  | 1               | METALICA            | 120mm <sup>2</sup> AAAC | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 1,105                  |
| 111  | 1               | METALICA            | 35mm <sup>2</sup> AAAC  |                          | 0,039                  |
| 120  | 1               | METALICA            | 70mm <sup>2</sup> AAAC  | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 0,875                  |
| 121  | 1               | METALICA            | 35mm <sup>2</sup> AAAC  | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 0,125                  |
| 122  | 1               | METALICA            | 35mm <sup>2</sup> AAAC  | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 0,188                  |
| 130  | 1               | C.A.C.              | 35mm <sup>2</sup> AAAC  |                          | 0,176                  |
| 140  | 1               | METALICA            | 35mm <sup>2</sup> AAAC  | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 0,484                  |
| 141  | 1               | METALICA            | 35mm <sup>2</sup> AAAC  | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 0,110                  |
| <b>ZONA DE POZOS Y REPRESAS</b>                  |                 |                     |                         |                          |                        |
| 210  | 1               | METALICA            | 70mm <sup>2</sup> AAAC  | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 0,746                  |
| 220  | 1               | METALICA            | 35mm <sup>2</sup> AAAC  | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 0,775                  |
| 221  | 1               | METALICA            | 35mm <sup>2</sup> AAAC  | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 0,203                  |
| 222  | 1               | METALICA            | 35mm <sup>2</sup> AAAC  | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 0,358                  |
| 223  | 1               | METALICA            | 35mm <sup>2</sup> AAAC  | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 1,222                  |
| 230  | 1               | METALICA            | 35mm <sup>2</sup> AAAC  | 22,7mm <sup>2</sup> A°G° | 1,874                  |
| <b>TOTAL</b>                                     |                 |                     |                         |                          | 4,201                  |

## **2.4.2 TRAZO DE RUTA**

Los trazos de ruta de las líneas de media tensión de 13,8 kV del Proyecto Cerro Corona, se han desarrollado tomando como base el recorrido de campo efectuado para verificar las condiciones del terreno.

## **2.4.3 FAJA DE SERVIDUMBRE**

Según el Código Nacional de Electricidad Suministro, el ancho de la faja de servidumbre para las líneas de media tensión en 13,8kV , es igual a 6,00m. (3,00m. a cada lado del eje). Se hace mención que dentro de la faja de servidumbre del trazo de ruta de las líneas de media tensión en estudio, no se ubica ningún tipo de construcción y que se cumple con las distancias de seguridad recomendado por el CNE Suministro, en especial de las líneas que se ubicarán en los campamentos.

## **2.4.4 DISEÑO ELÉCTRICO**

### **2.4.4.1 Selección del Aislamiento**

Los criterios a tomar en cuenta para la selección del aislamiento de las líneas de media tensión en 13,8 kV son las siguientes:

Sobretensiones a frecuencia industrial en seco.

Contaminación Ambiental

Sobretensiones Atmosféricas.

Debido al elevado nivel de contaminación en esta zona de tipo industrial, se tiene previsto utilizar aisladores poliméricos en las líneas de media tensión.

### **2.4.4.2 Distancias de Seguridad.**

Las distancias mínimas se refieren a las condiciones establecidas en

el Código Nacional de Electricidad (CNE) – Suministro.

#### **2.4.4.3 Capacidad Térmica del Conductor**

La capacidad térmica de los conductores desnudos se calculó aplicando el método de la azimuth modificado descrito en el libro “Diseño de Líneas de Transmisión” del Ingeniero Iñake Rouse, de la Universidad Simón Bolívar de Venezuela y que se aplica a todos los tipos de conductores desnudos.

### **2.4.5 DISEÑO MECÁNICO**

#### **2.4.5.1 Parámetros para el Diseño Mecánico**

Para el diseño mecánico de conductores y estructuras, se consideran los siguientes parámetros:

|   |  |
|---|--|
| - Presión de viento máximo                  | 51,55kg./m <sup>2</sup> (120 kph)                    |
| - Rango de temperatura del conductor        | -1 °C mínimo<br>20 °C máximo                         |
| - Hielo sobre el conductor                  | 6 mm de espesor                                      |
| - Hielo y viento reducido                   | 3mm de espesor y<br>12,89 kg/m <sup>2</sup>          |
| - Factores de seguridad del conductor       | 18 % EDS final<br>60 % máximo tiro                   |
| - Factor de sobrecarga y resist. Estructura | Según tablas 253-1 y<br>261-1.A del CNE<br>Suministr |

#### **2.4.5.2 Diseño Mecánico del Conductor**

El esfuerzo EDS (Every Day Stress) del conductor de aleación de

aluminio, en condiciones iniciales y finales, estarán de acuerdo con la regla 261.H.2.b del CNE Suministro 2001.

Para el conductor de aleación de aluminio tipo AAAC seleccionado, se ha determinado un esfuerzo unitario igual a 18% de la resistencia a la rotura nominal del conductor, en condición EDS final.

El máximo esfuerzo al que se encuentre sometido el conductor en las condiciones más desfavorables no debe superar el 60% de su esfuerzo de rotura.

#### **2.4.5.3 Diseño Mecánico de las Estructuras**

Cada tipo de estructura se diseñará en función de los siguientes vanos característicos:

Vano viento: es la longitud igual a la semisuma de los vanos adyacentes a la estructura.

Vano peso: es la distancia horizontal entre los puntos más bajos (reales o ficticios) del perfil del conductor en los dos vanos adyacentes a la estructura y que determinan la reacción vertical sobre la estructura en el punto de amarre del conductor.

Vano máximo: es el vano más largo admisible de los adyacentes a la estructura, que determina las dimensiones geométricas.

En el diseño de las estructuras, se tendrá en consideración el ángulo de desvío máximo admitido para los conductores.

## **CAPITULO III**

### **CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO**

El objetivo del presente documento es presentar la Memoria de Cálculo que permita la selección de los diversos componentes que serán utilizados en las líneas de media tensión de 13,8 kV del Proyecto Cerro Corona.

Los cálculos se efectuarán en concordancia con las distintas normas aplicables en el país para línea de media tensión y los criterios de diseño eléctrico del Proyecto Cerro Corona. Los documentos de referencia son los siguientes:

Código Nacional de Electricidad – Suministro.

Norma DGE “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”.

#### **3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

En este acápite se definen las características generales que se utilizarán en los diferentes cálculos para el diseño de las líneas de media tensión en 13,8 kV del Proyecto Cerro Corona.

##### **3.2.1 Condiciones Climáticas**

El clima de la zona es bastante frío, con importante presencia de precipitaciones pluviales; las temperaturas ambientales y humedad relativa

de la zona del proyecto que serán utilizados en los cálculos son las siguientes:

- Temperatura mínima de diseño                    -1 °C
- Temperatura media                                    8 °C
- Temperatura máxima de diseño                    20 °C
- Humedad relativa media                            32 - 100 %
- Velocidad máxima del viento                    120 km/h

### 3.2.2 Presión de Viento

La presión de viento que actuará sobre los diversos elementos de las líneas de media tensión en 13,8 kV se calcula mediante la fórmula presentada en la regla 250.C del Código Nacional de Electricidad – Suministro (CNE – Suministro).

El cálculo de la presión de viento que actuará sobre conductores, cable de guarda, cable de fibra óptica, aisladores poliméricos, estructuras metálicas y postes de concreto armado se muestran a continuación:

$$PV = K \times V^2 \times Sf \times A$$

Donde:

PV                    Carga en Newton

K    =                0,455 Constante de Presión, para altitudes mayores a 3 000 msnm.

V    =                Velocidad del viento en m/s

A    =                Área proyectada en m<sup>2</sup>

Sf                    Factor de forma

1,00 para conductores, postes de concreto y aisladores.

3,20 para estructuras de celosía (torres).

De acuerdo con los criterios de diseño del Proyecto, la velocidad del viento es igual a 120 km/h, ó 33,33 m/s.

En el caso de cargas debido sólo al viento, la presión de viento se calculará de acuerdo con la fórmula de la regla 250.C del CNE Suministro de donde se obtiene la presión de viento para los conductores igual a:

$$PV = 505,55 \text{ N/m}^2 = 51,55 \text{ kg/m}^2$$

A continuación se presenta las presiones de viento para los diversos elementos de la línea aérea:

**CUADRO N° 3.1 : PRESIÓN DE VIENTO**

| <b>Elementos de Línea de Transmisión</b> | <b>Presión de viento (kg/m<sup>2</sup>)</b> |
|--|---|
|  | <b>Altitud 3 600 – 3 900 msnm</b>           |
| Conductor, cable de guarda, cable FO     | 51,55                                       |
| Aisladores poliméricos                   | 51,55                                       |
| Postes de concreto                       | 51,55                                       |
| Estructuras metálicas de celosía         | 3,2 x 51,55 = 164,96                        |

### 3.2.3 Características Generales de las Líneas

Las líneas de media tensión en 13,8 kV del Proyecto Cerro Corona, presenta las siguientes características:

- Tensión Nominal : 13,8 kV
- Sistema : Trifásico

|                         |  |
|-------------------------|--|
| - Tipo de estructuras   | Postes de concreto armado y estructuras metálicas de celosía (torretas).   |
| - Disposición           | Predomina la disposición vertical, sin embargo las estructuras de suspensión tienen disposición triangular de base horizontal. |
| - Conductores           | Aleación de aluminio, tipo AAAC de 35, 70 y 120 mm <sup>2</sup> .  |
| - Cable de guarda       | Acero galvanizado de extra alta resistencia (EHS) de 1/4" de diámetro.   |
| - Cable de fibra óptica | Tipo ADSS  |
| - Aisladores            | Poliméricos tipo suspensión, que actuarán como suspensión, anclaje y orientación; y poliméricos de tipo "Line post".           |

### 3.3 SELECCIÓN DEL AISLAMIENTO

Los criterios a tomar en cuenta para la selección del aislamiento de las líneas de media tensión en 13,8 kV son las siguientes:

Sobretensiones a frecuencia industrial en seco.

Contaminación Ambiental.

Sobretensiones Atmosféricas.

Debido al elevado nivel de contaminación que se puede presentar en algunos sectores de la zona del proyecto, se tiene previsto utilizar aisladores poliméricos

en las líneas de media tensión.

### **3.3.1 Selección por Sobretensiones a Frecuencia Industrial en Seco (tensión disruptiva)**

La tensión disruptiva en seco del aislador, cuando sea sometido a pruebas de acuerdo con la norma ANSI C29.1, no deberá ser menor que la que se indica en la Tabla 273-1 del Código Nacional de Electricidad – Suministro, en donde para 13,8 kV los valores deben ser interpolados según recomendación de la misma Tabla y deben ser corregidos por el factor de altitud, obteniéndose el siguiente valor.

#### **CUADRO N° 3.2 : POR TENSIÓN DISRUPTIVA EN SECO**

| <b>Cálculo de Tensión Disruptiva en Seco - Tabla 273-1 del CNE Suministro</b> |      |       |        |       |
|---|------|-------|--------|-------|
| Tensión nominal de línea entre fases  | kV   | 13,2  | 23,0   | 13,8  |
| Tensión disruptiva en seco nominal  | kV   | 55,0  | 75,0   | 56,22 |
| Altitud de máxima de trabajo  | msnm | 3 900 |        |       |
| Factor de corrección por altitud  |      | 1,38  |        |       |
| Tensión disruptiva en seco nominal corregida                                  | kV   | 75,90 | 103,50 | 77,58 |

La tensión disruptiva nominal en seco resulta igual a 56,22 kV, aplicando el factor de corrección por altitud resulta igual a 77,58 kV; sin embargo debido a la presencia de fuertes descargas atmosféricas en la zona del proyecto, se utilizará la tensión disruptiva en seco nominal inmediato superior, es decir 100 kV.

Los aisladores que se empleen en el sistema deberán cumplir con el requerimiento de la tensión disruptiva señalada en el cuadro anterior.

### 3.3.2 Selección por Contaminación Ambiental

El cálculo del aislamiento por contaminación ambiental se efectuará tomando como referencia de Norma IEC 815 “GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS”, en donde, se describe el nivel de contaminación de cada ambiente típico y se asigna una longitud de fuga unitaria para cada nivel de contaminación previsto. La norma IEC 815 considera hasta cuatro niveles de contaminación y son los siguientes:

| <b>Nivel</b> | <b>Longitud de fuga</b> |
|--------------|-------------------------|
| Ligero       | 16 mm/kV                |
| Medio        | 20 mm/kV                |
| Pesado       | 25 mm/kV                |
| Muy pesado   | 31 mm/kV                |

De acuerdo a las características de la zona, se selecciona el nivel de contaminación muy pesado, correspondiendo una línea de fuga unitaria de 31 mm/kV.

#### CUADRO N° 3.3 : POR DISTANCIA DE FUGA

| <b>Cálculo de Distancia de Fuga - Norma IEC 815</b> |       |       |
|---|-------|-------|
| Tensión nominal de línea                            | kV    | 13,8  |
| Tensión de operación máxima                         | kV    | 15,0  |
| Distancia de fuga de diseño                         | mm/kV | 31,0  |
| Altitud de trabajo máximo                           | msnm  | 3 900 |
| Factor de corrección por altura                     |       | 1,38  |
| Tensión máxima corregida                            | kV    | 20,7  |
| Distancia de fuga total                             | mm    | 641,7 |

En conclusión, se requiere para los aisladores poliméricos tipo suspensión y

tipo Line post, una distancia de fuga mínima de 642 mm.

### 3.3.3 Selección por Sobretensión Atmosférica

Para la selección del aislamiento de las líneas de media tensión en 13,8 kV por sobretensión atmosférica, se debe tomar en cuenta que se utilizará un cable de guarda como protección de las descargas directas, debiendo por lo tanto seleccionarse los aisladores poliméricos básicamente para las descargas retroactivas.

Según recomendaciones de la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas (DEP del MEM), en las “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”, en su punto 10.2, indica que cuando se utiliza el cable de guarda en líneas de media tensión, se recomienda incrementar los niveles de aislamiento de 400 a 500kV.

De acuerdo a los cálculos anteriores el aislamiento a diseñar requiere lo siguiente:

- Tensión de sostenimiento al impulso : 400-500 kVp
- Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial, seco : 100 kV
- Lnea de fuga total mínimo : 642 mm

De acuerdo con los catálogos de fabricantes se selecciona un aislador polimérico tipo suspensión que presenta las siguientes características eléctricas:

- Tensión de sostenimiento al impulso : 360 kVp
- Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial, seco : 200 kV
- Línea de fuga total : 838 mm

La tensión de sostenimiento al impulso del aislador seleccionado es igual a 360 kV<sub>p</sub> menor al valor recomendado, por lo que será necesario ubicar descargadores de sobretensión en paralelo con los aisladores para evitar las salidas de línea por descargas retroactivas. Estos descargadores se ubicarán en las tres fases, en las estructuras ubicadas en zonas de mayor exposición a las descargas atmosféricas.

Las otras dos condiciones de diseño requeridas se cumplen ampliamente.

La onda de corriente de rayo que viaja a lo largo del cable de guarda llegará a una estructura en donde se conduce a tierra. La corriente que fluye hacia la estructura y la puesta a tierra causa un crecimiento del voltaje en la estructura; al mismo tiempo se inducen voltajes en los conductores de fase a través del acoplamiento capacitivo. La onda de voltaje que aparecerá en el aislador de una fase es la diferencia entre el voltaje de la estructura y el voltaje del conductor de fase. En cualquier caso, puede ser suficientemente alto para causar un “backflashover” del aislador.

Con la finalidad de evitar las salidas de línea por descargas retroactivas que superan el nivel de sostenimiento del aislador, se recomienda la colocación de descargadores tipo óxido de zinc en paralelo con cada aislador en las estructuras que se ubiquen en zonas expuestas a descargas atmosféricas.

Las estructuras que se ubiquen en zonas expuestas a descargas atmosféricas, deberán además tener un sistema de puesta a tierra con una resistencia que no supere los 25 ohmios.

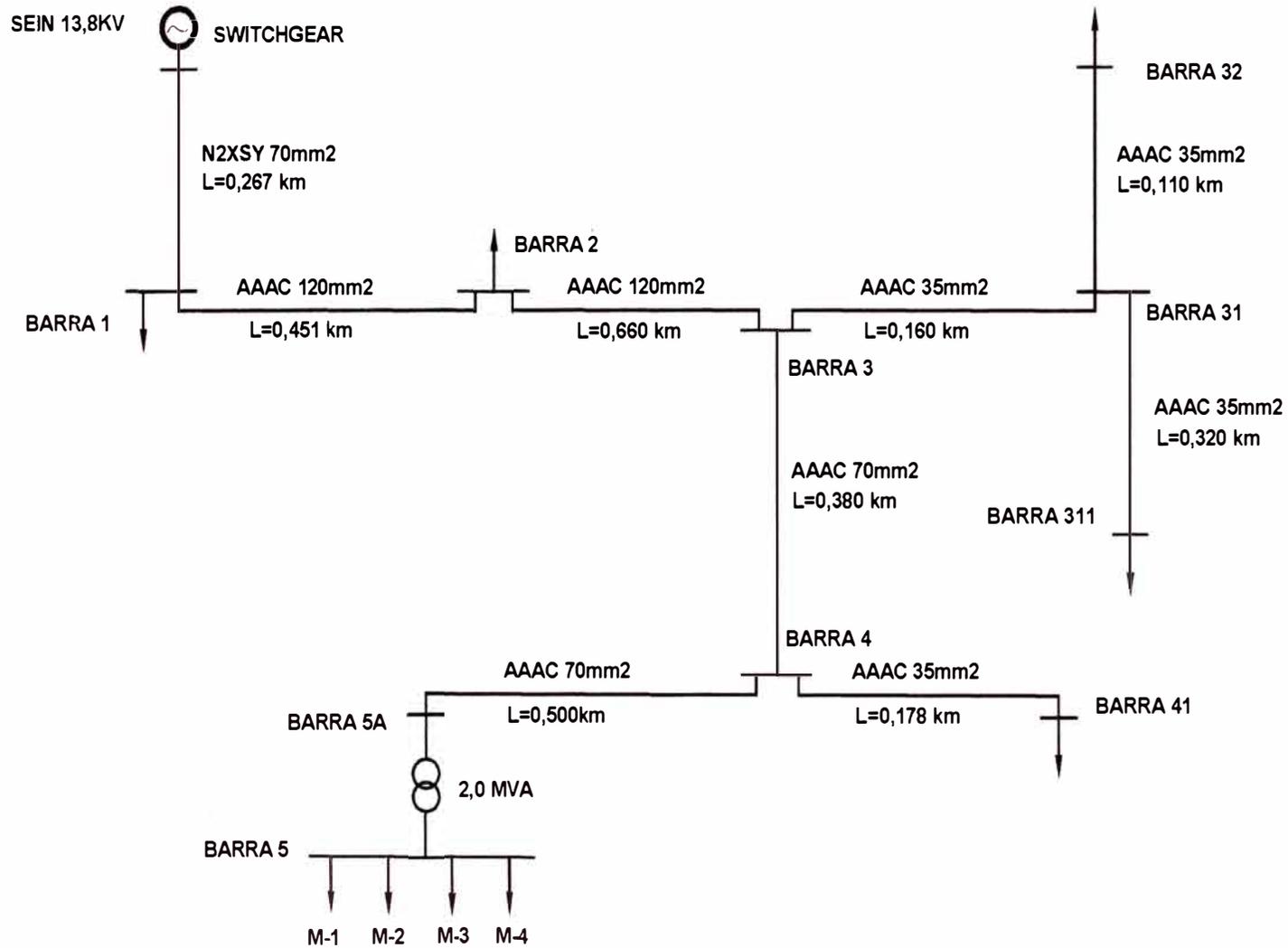
#### **3.3.4 Resultados**

De acuerdo con los cálculos anteriores se requiere como mínimo las



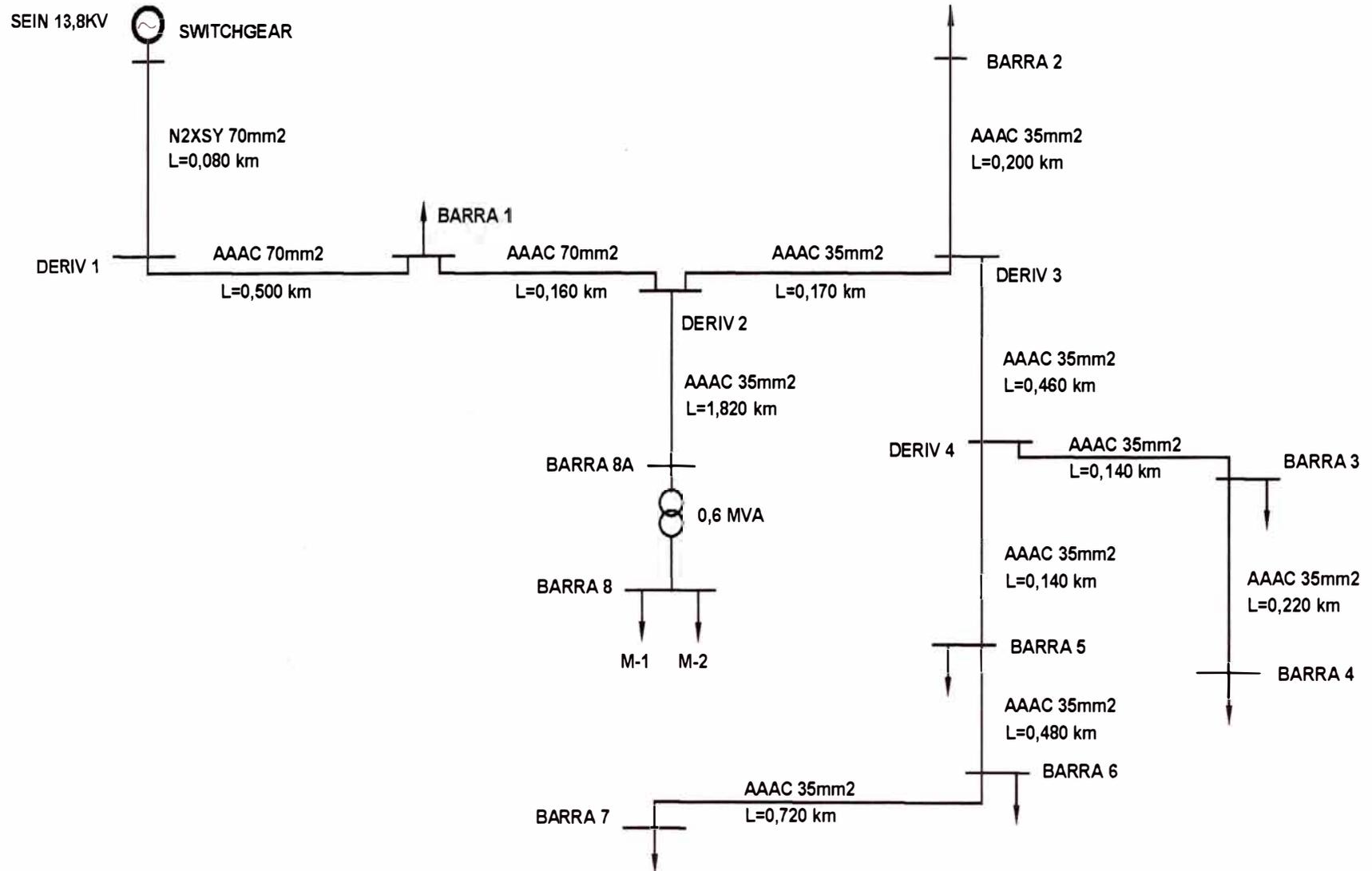
# DIAGRAMA N° 1

## CONFIGURACION DE LA ETAPA DE OPERACION ( 1 a 5 AÑOS)



# DIAGRAMA N° 2

## CONFIGURACION DE POZOS Y REPRESA



### 3.4.3 Parámetros Eléctricos

Los parámetros eléctricos de las líneas (conductores) en 13,8 kV se han calculado con el programa Paraline, mientras que para los cables se han considerado parámetros consignados en catálogos. En el siguiente cuadro se resumen los parámetros eléctricos.

**CUADRO N° 3.4**

**PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE LÍNEAS**

| LÍNEAS                                 | TENSIÓN<br>KV | Tipo y Sección<br>Conductor | Longitud<br>(km) | R(+)<br>(Ohm/km) | X(+)<br>(Ohm/km) |
|--|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>ETAPA DE OPERACIÓN (1 a 5 AÑOS)</b> |               |                             |                  |                  |                  |
| SWITCHGEAR - BARRA 1                   | 13,8          | N2XSY - 750 kcmil           | 0,267            | 0,34200          | 0,13600          |
| BARRA 1 - BARRA 2                      | 13,8          | AAAC 120 mm <sup>2</sup>    | 0,451            | 0,30569          | 0,3985           |
| BARRA 2 - BARRA 3                      | 13,8          | AAAC 120 mm <sup>2</sup>    | 0,660            | 0,30569          | 0,3985           |
| BARRA 3 - BARRA 31                     | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,160            | 1,03652          | 0,4488           |
| BARRA 31 - BARRA 311                   | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,320            | 1,03652          | 0,4488           |
| BARRA 31 - BARRA 32                    | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,110            | 1,03652          | 0,4488           |
| BARRA 3 - BARRA 4                      | 13,8          | AAAC 70 mm <sup>2</sup>     | 0,380            | 0,54383          | 0,42020          |
| BARRA 4 - BARRA 41                     | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,178            | 1,03652          | 0,4488           |
| BARRA 4 - BARRA 5A                     | 13,8          | AAAC 70 mm <sup>2</sup>     | 0,500            | 0,54383          | 0,42020          |
| <b>POZOS Y REPRESA</b>                 |               |                             |                  |                  |                  |
| SWITCHGEAR - DERV1                     | 13,8          | N2XSY - 750 kcmil           | 0,080            | 0,34200          | 0,13600          |
| DERV1 - BARRA 1                        | 13,8          | AAAC 70 mm <sup>2</sup>     | 0,500            | 0,54383          | 0,42020          |
| BARRA 1 - DERV2                        | 13,8          | AAAC 70 mm <sup>2</sup>     | 0,160            | 0,54383          | 0,42020          |
| DERV2 - DERV3                          | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,170            | 1,03652          | 0,4488           |
| DERV3 - BARRA 2                        | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,200            | 1,03652          | 0,4488           |
| DERV3 - DERV4                          | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,460            | 1,03652          | 0,4488           |
| DERV4 - BARRA 3                        | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,140            | 1,03652          | 0,4488           |
| BARRA 3 - BARRA 4                      | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,220            | 1,03652          | 0,4488           |
| DERV4 - BARRA 5                        | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,140            | 1,03652          | 0,4488           |
| BARRA 5 - BARRA 6                      | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,480            | 1,03652          | 0,4488           |
| BARRA 6 - BARRA 7                      | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 0,720            | 1,03652          | 0,4488           |
| DERV2 - BARRA 8A                       | 13,8          | AAAC 35 mm <sup>2</sup>     | 1,820            | 1,03652          | 0,4488           |

Para los transformadores, se han considerado los siguientes parámetros:

**CUADRO N° 3.5****PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE TRANSFORMADORES**

| <b>TRANSFORMADOR</b>            | <b>RELACIÓN TENSIÓN</b> | <b>POTENCIA (MVA)</b> | <b>Vcc (%)</b> | <b>Taps Regulación</b> |
|---------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|------------------------|
| ETAPA DE OPERACIÓN (1 a 5 Años) | 13,8/4,16 KV            | 2,0                   | 5,75           | ± 2 x 2,5%             |
| POZOS Y REPRESA                 | 13,8/0,46 KV            | 0,6                   | 4,00           | ± 2 x 2,5%             |

**3.4.4 Representación de las Cargas**

Las cargas del sistema se representan por los valores de potencia activa y reactiva equivalente que se retiran de las subestaciones representadas en el modelo. Las cargas son del tipo P+jQ.

Para la potencia reactiva se determinó considerando un factor de potencia de 0,86 para los motores y 0,90 para las otras cargas.

En el siguiente cuadro, se presentan la máxima de demanda por barras que se utilizan en las simulaciones de flujo de carga.

**CUADRO N° 3.6**  
**MÁXIMA DEMANDA - II ETAPA: OPERACIÓN (1-5 AÑOS)**

| <b>BARRA</b> | <b>MÁXIMA DEMANDA</b> |                 | <b>TOTAL</b>    |                 | <b>Factor de Potencia</b> |
|--------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|
|              | <b>HP</b>             | <b>kW</b>       | <b>kW</b>       | <b>kVAR</b>     |                           |
| BARRA 1      |                       | 300,00          | 300,00          | 145,30          | 0,90                      |
| BARRA 2      |                       | 50,00           | 50,00           | 24,22           | 0,90                      |
| BARRA 311    |                       | 100,00          | 100,00          | 48,43           | 0,90                      |
| BARRA 32     |                       | 700,00          | 700,00          | 339,03          | 0,90                      |
| BARRA 41     |                       | 250,00          | 250,00          | 148,34          | 0,86                      |
| BARRA 5      |                       | 375,00          | 375,00          | 222,51          | 0,86                      |
|              |                       | 375,00          | 375,00          | 222,51          | 0,86                      |
|              |                       | 375,00          | 375,00          | 222,51          | 0,86                      |
|              |                       | 375,00          | 375,00          | 222,51          | 0,86                      |
| <b>TOTAL</b> | <b>0,00</b>           | <b>2 900,00</b> | <b>2 900,00</b> | <b>1 595,36</b> |                           |

**CUADRO N° 3.7****MÁXIMA DEMANDA - POZOS Y REPRESA**

| BARRA        | MÁXIMA DEMANDA |                 | TOTAL           |               | Factor de Potencia |
|--------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------|
|              | HP             | kW              | kW              | kVAR          |                    |
| BARRA 1      |                | 100,00          | 100,00          | 48,43         | 0,90               |
| BARRA 2      |                | 20,00           | 20,00           | 9,69          | 0,90               |
| BARRA 3      |                | 50,00           | 50,00           | 29,67         | 0,86               |
| BARRA 4      |                | 50,00           | 50,00           | 29,67         | 0,86               |
| BARRA 5      |                | 250,00          | 250,00          | 148,34        | 0,86               |
| BARRA 6      |                | 50,00           | 50,00           | 29,67         | 0,86               |
| BARRA 7      |                | 100,00          | 100,00          | 59,34         | 0,86               |
| BARRA 8      |                | 150,00          | 150,00          | 89,00         | 0,86               |
|              |                | 250,00          | 250,00          | 148,34        | 0,86               |
| <b>TOTAL</b> | <b>0,00</b>    | <b>1 020,00</b> | <b>1 020,00</b> | <b>592,15</b> |                    |

**3.4.5 Representación de los Generadores**

Con respecto a la generación, para fines del estudio el Sistema Interconectado Nacional (SEIN), se representa como un equivalente de generación en la barra del Switchgear de la S.E. Cerro Corona en 13,8 kV, con potencia variable y tensión constante.

**3.4.6 Criterios de Operación**

Para evaluar los resultados de las simulaciones de Flujo de Potencia, se considera que los criterios aceptables son:

- Tolerancia de variación de tensión en barras: +/- 2% de la tensión nominal.
- Carga límite en líneas y transformadores:

**Operación normal:**

- Líneas: Hasta el 100 % de su Potencia nominal (MVA).
- Transformadores: Hasta el 100 % de su potencia nominal (MVA).

### 3.4.7 Casos Simulados

Se simularon los siguientes estados representativos de la operación de la red para el escenario del estudio:

Niveles de carga                      Máxima Demanda

Configuración

Etapa de Operación (1 a 5 años)

Pozos y Represa

### 3.4.8 Resultados y Conclusiones

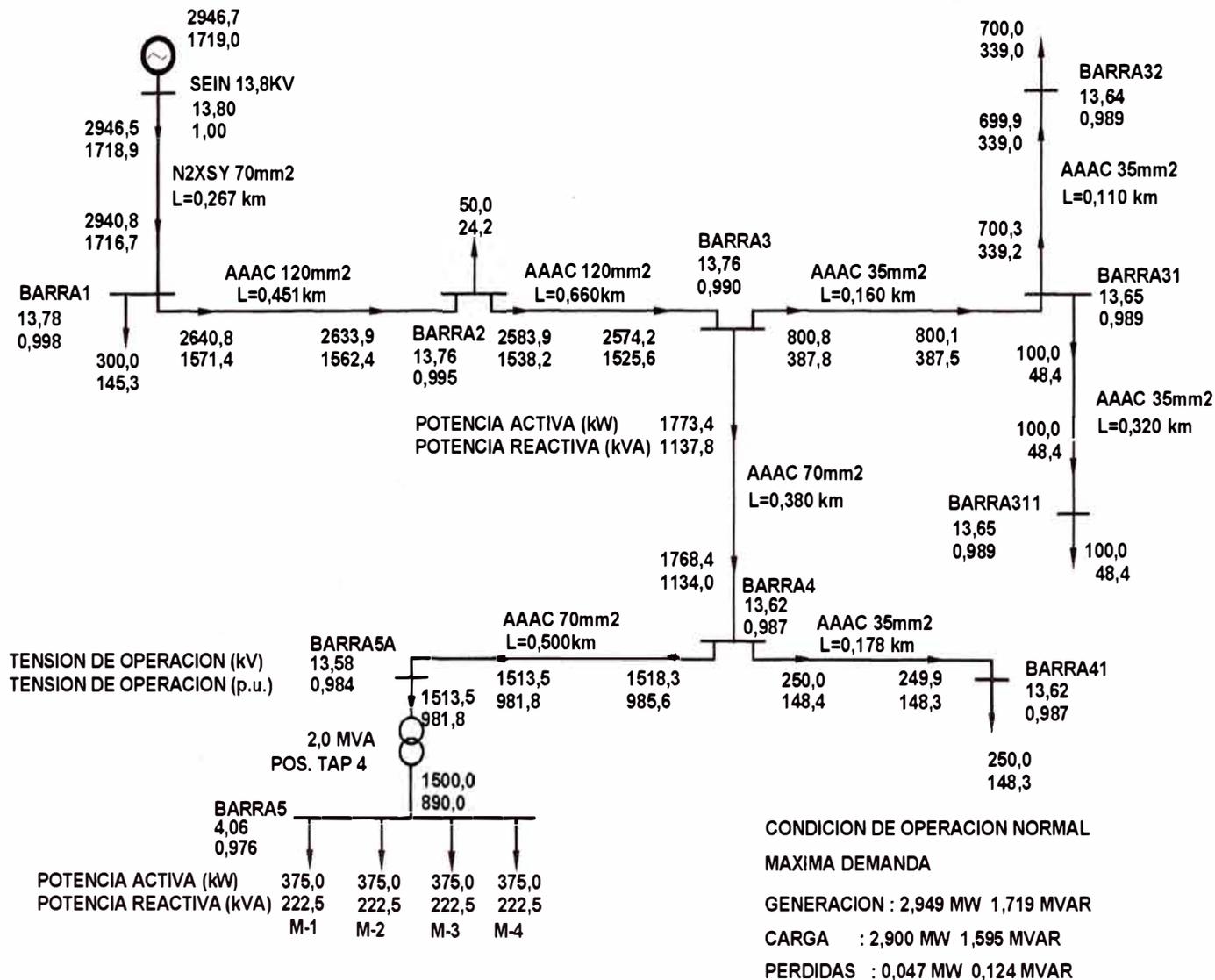
#### 3.4.8.1 Etapa de Operación (1 a 5 años)

Las simulaciones efectuadas presentan resultados satisfactorios de tensión y flujo de carga por líneas y transformadores, es decir, no presentan caídas de tensión que superen el límite de la operación del 2,0 %, respecto a la tensión nominal y tampoco presentan sobrecargas en líneas ni transformadores.

Para obtener una caída de tensión respecto a la nominal que no supere el límite del 2,0 % en la nueva carga, es necesario que el transformador de 13,8/4,16 kV de 2,00 MVA esté operando en la posición del taps 5, llegándose a obtener una caída de tensión de 0,4%. Mientras que en la posición 4 se tendría 2,4% de caída de tensión, llegando a superar ligeramente el límite de la operación. En los Diagramas N° 3 y 4, se presenta el resultado de flujo de carga con las posiciones 4 y 5 del taps, respectivamente.

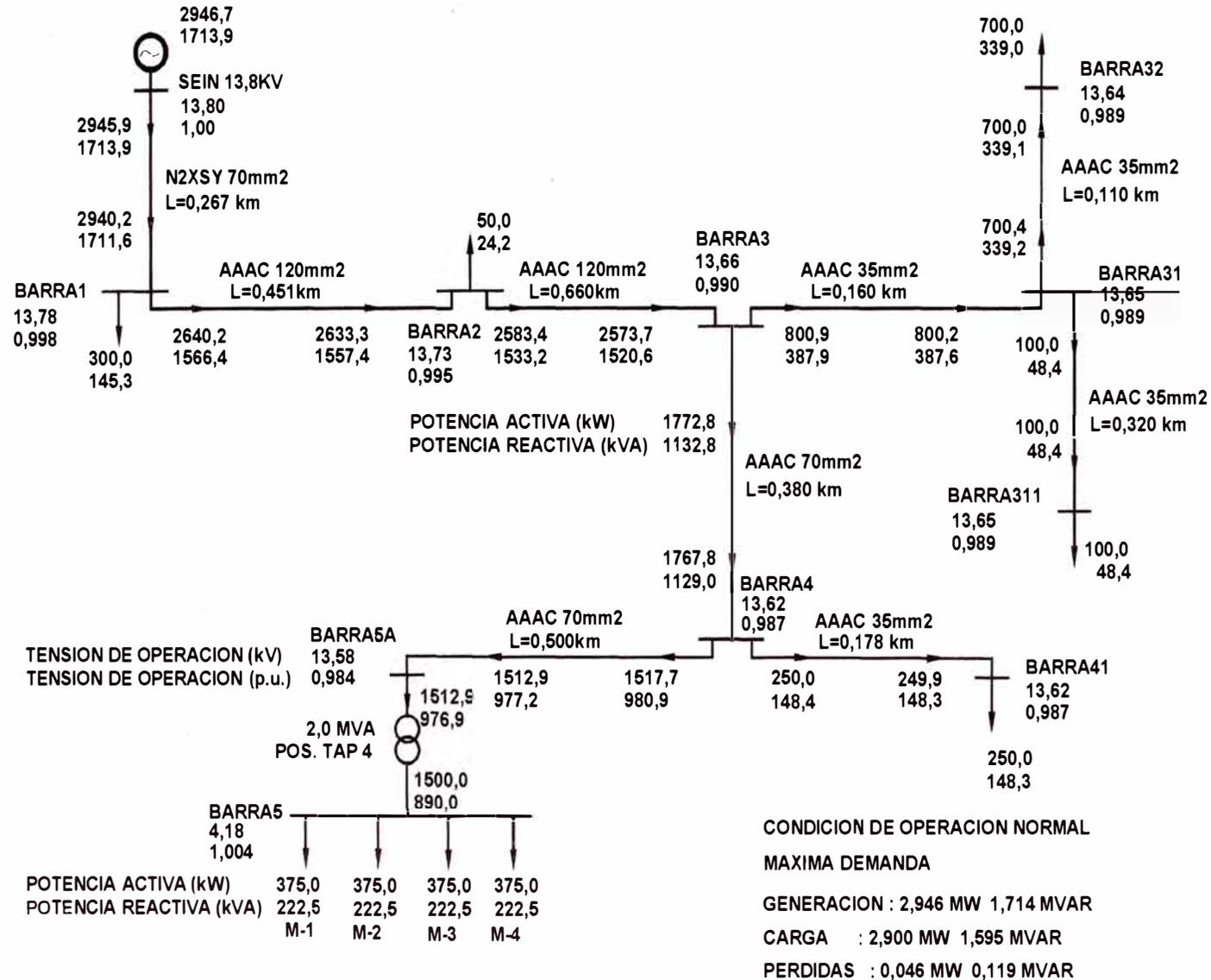
### DIAGRAMA N° 3

#### CONFIGURACION DE LA ETAPA DE OPERACION (1 - 5 AÑOS)



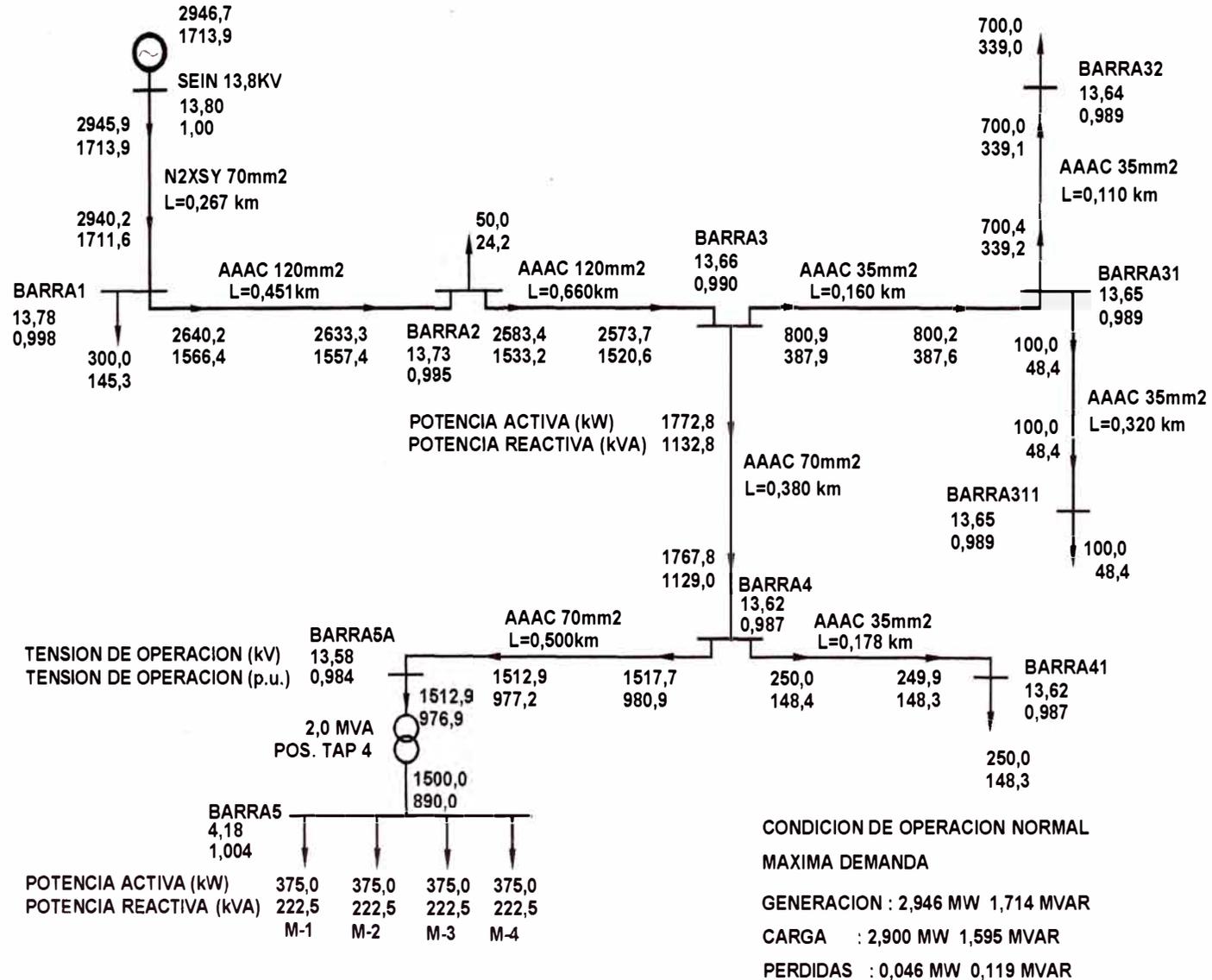
### DIAGRAMA N° 4

#### CONFIGURACION DE LA ETAPA DE OPERACION (1 - 5 AÑOS)



# DIAGRAMA N° 4

## CONFIGURACION DE LA ETAPA DE OPERACION (1 - 5 AÑOS)



### **3.4.8.2 Pozos y Represa**

Las simulaciones efectuadas presentan resultados satisfactorios de tensión y flujo de carga por líneas y transformadores, es decir, no presentan caídas de tensión que superen el límite de la operación del 2,0 %, respecto a la tensión nominal y tampoco presentan sobrecargas en líneas ni transformadores.

Para obtener una caída de tensión respecto a la nominal que no supere el límite del 2,0 % en la nueva carga, es necesario que el transformador de 13,8/0,46 kV de 0,60 MVA esté operando en la posición del taps 4, llegándose a obtener una caída de tensión de 0,4%. En el Diagrama N° 5, se presenta el resultado de flujo de carga.



## **3.5 VARIACIÓN DE TENSIÓN POR ARRANQUE DE MOTORES**

### **3.5.1 Generalidades**

Con la finalidad de calcular las fluctuaciones de tensión durante el arranque, se han efectuado cálculos de caída de tensión en el momento del arranque del primer, segundo, tercer y cuarto motor para la configuración de la Etapa de Operación (1 a 5 años), y del arranque del primer y segundo motor para la configuración de Pozos y Represa. Este cálculo tiene por objeto verificar que las caídas de tensión, ocasionadas por el arranque directo de los motores, no alcancen niveles excesivamente altos, que afecten la adecuada operación del sistema del área de influencia del estudio.

### **3.5.2 Representación de la Red**

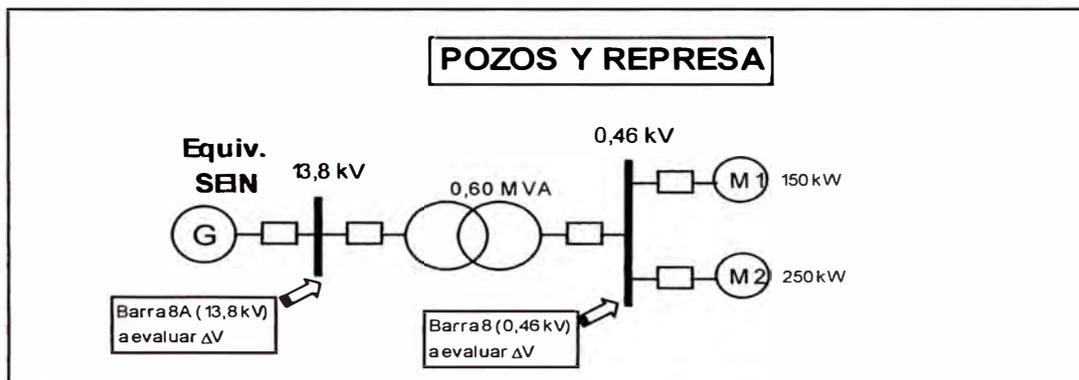
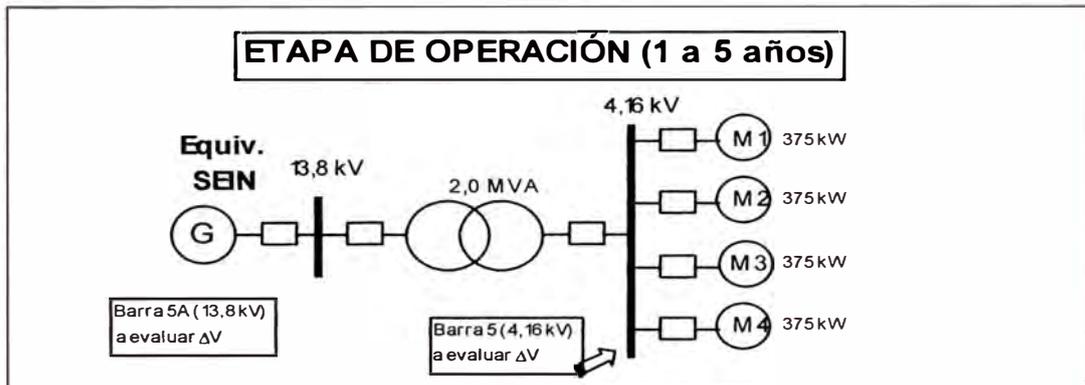
El SEIN, hasta la barra 13,8 kV donde se alimenta las cargas del proyecto, se ha representado por su circuito Thevenin equivalente, es decir, una fuente de tensión constante en serie con la impedancia equivalente ( $Z_{eq}$ ) de la red. El valor de  $Z_{eq}$  se obtiene a través del cálculo de cortocircuito del SEIN.

Los transformadores se han representado por su reactancia equivalente, calculado a partir de los valores de tensión de cortocircuito.

Para los motores, se ha asumido parámetros típicos tales como que la corriente de arranque a tensión nominal es igual a 7 veces la corriente nominal a plena carga ( $I_{arr} \text{ a } V_{nom} = 7 \times I_{plena \text{ carga}}$ ), con un factor de potencia igual a 0,15.

El tipo de arranque de los motores se ha considerado el arranque directo.

La representación de la red de los casos analizados corresponden a los motores que se van a instalar en el lado de 4,16 kV y 0,46 kV. A continuación se presentan las configuraciones a analizar:



### 3.5.3 Consideraciones Generales

Para el análisis de la variación de tensión ante el arranque de motores se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- De acuerdo a lo indicado en los criterios de diseño se considerará una caída de tensión durante el arranque del 12% respecto a la tensión nominal.
- Se ha desarrollado una hoja de cálculo para determinar la caída de tensión.

- El análisis desarrollado considera como información de referencia las tensiones en las barras antes de iniciar el arranque de los motores, para tal efecto, se efectúan simulaciones de flujo de carga. En el cuadro siguiente se presentan los niveles de tensión antes del arranque de los motores:

### CUADRO N° 3.8

#### NIVELES DE TENSIÓN ANTES DEL ARRANQUE DE LOS MOTORES

##### POSICIÓN 4 DEL TAPs DEL TRANSFORMADOR 13,8/4,16 KV

##### ETAPA DE OPERACIÓN (1-5 AÑOS)

| DESCRIPCIÓN                          | TENSIÓN (p.u.) |               |
|--------------------------------------|----------------|---------------|
|                                      | BARRA 13,8 KV  | BARRA 4,16 KV |
| Antes del arranque del Primer Motor  | 0,996          | 1,021         |
| Antes del arranque del Segundo Motor | 0,993          | 1,011         |
| Antes del arranque del Tercer Motor  | 0,990          | 0,999         |
| Antes del arranque del Cuarto Motor  | 0,987          | 0,988         |

##### POSICIÓN 5 DEL TAPs DEL TRANSFORMADOR 13,8/4,16 KV

##### ETAPA DE OPERACIÓN (1-5 AÑOS)

| DESCRIPCIÓN                          | TENSIÓN (p.u.) |               |
|--------------------------------------|----------------|---------------|
|                                      | BARRA 13,8 KV  | BARRA 4,16 KV |
| Antes del arranque del Primer Motor  | 0,996          | 1,048         |
| Antes del arranque del Segundo Motor | 0,993          | 1,037         |
| Antes del arranque del Tercer Motor  | 0,990          | 1,027         |
| Antes del arranque del Cuarto Motor  | 0,987          | 1,015         |

##### POSICIÓN 4 DEL TAPs DEL TRANSFORMADOR 13,8/0,46 KV

##### POZOS Y REPRESA

| DESCRIPCIÓN                          | TENSIÓN (p.u.) |               |
|--------------------------------------|----------------|---------------|
|                                      | BARRA 13,8 KV  | BARRA 0,46 KV |
| Antes del arranque del Primer Motor  | 0,998          | 1,024         |
| Antes del arranque del Segundo Motor | 0,996          | 1,014         |

- Para todos los casos de arranque de motores se considera la condición de máxima demanda, es decir, que los otros motores están operando a plena carga.

- Se determina el Thevenin equivalente en la barra 13,8 kV de la S.E. Cerro Corona, a partir del análisis del cálculo de cortocircuito para el SEIN. La condición para el cálculo de cortocircuito desarrollado corresponde al año 2010, en mínima generación, determinándose luego el equivalente en el lado 13,8 kV del transformador representado en el análisis. Los resultados son los que se muestran a continuación:

### CUADRO N° 3.9

#### EQUIVALENTE PARA LA CONFIGURACION DE LA ETAPA DE OPERACIÓN (1 a 5 AÑOS)

| DESCRIPCION   | TENSIO (KV) | LONG.(km) | OHM(km) |         | ZBASE  | p.u:BASE 100MVA |         |
|---|-------------|-----------|---------|---------|--------|-----------------|---------|
|   |             |           | R(+)    | X(+)    |        | R(+)            | X(+)    |
| BARRA 13,8kV CERRO CORONA                               |             |           |         |         |        | 0,03151         | 0,58315 |
| BARRA 13,8kV C. CORONA - SWITCHGEAR                     | 13,8        | 0,400     | 0,07600 | 0,19910 | 1,9044 | 0,0160          | 0,0418  |
| SWITCHGEAR - BARRA1                                     | 13,8        | 0,267     | 0,34200 | 0,13600 | 1,9044 | 0,0479          | 0,0191  |
| BARRA1 - BARRA2   | 13,8        | 0,451     | 0,30595 | 0,3985  | 1,9044 | 0,0725          | 0,0944  |
| BARRA2 - BARRA3   | 13,8        | 0,660     | 0,30595 | 0,3985  | 1,9044 | 0,1060          | 0,1381  |
| BARRA3 - BARRA4   | 13,8        | 0,380     | 0,54383 | 0,4202  | 1,9044 | 0,1085          | 0,0838  |
| BARRA4 - BARRA5A  | 13,8        | 0,500     | 0,54383 | 0,4202  | 1,9044 | 0,1428          | 0,1103  |
| EQUIVALENTE AL LADO 13,8kV DEL TRANSFORMADOR DE 2,0 MVA |             |           |         |         |        | 0,5252          | 10707   |

### CUADRO N° 3.10

#### EQUIVALENTE PARA LA CONFIGURACION POZOS Y REPRESAS

| DESCRIPCION  | TENSION (KV) | LONG.(km) | OHM(km) |         | ZBASE  | p.u:BASE 100MVA |         |
|--|--------------|-----------|---------|---------|--------|-----------------|---------|
|  |              |           | R(+)    | X(+)    |        | R(+)            | X(+)    |
| BARRA 13,8kV CERRO CORONA                                | 13,8         |           |         |         |        | 0,03151         | 0,58315 |
| BARRA 13,8kV C. CORONA - SWITCHGEAR                      | 13,8         | 0,400     | 0,07600 | 0,19910 | 1,9044 | 0,0160          | 0,0418  |
| SWITCHGEAR - DERIV1                                      | 13,8         | 0,080     | 0,34200 | 0,13600 | 1,9044 | 0,0144          | 0,0057  |
| DERIV1 - BARRA1  | 13,8         | 0,500     | 0,54383 | 0,4202  | 1,9044 | 0,1428          | 0,1103  |
| BARRA1 - DERIV2  | 13,8         | 0,160     | 0,54383 | 0,4202  | 1,9044 | 0,0457          | 0,0353  |
| DERIV2 - BARRA8  | 13,8         | 1,820     | 1,03652 | 0,4488  | 1,9044 | 0,9906          | 0,4289  |
| EQUIVALENTE AL LADO 13,8kV DEL TRANSFORMADOR DE 0,60 MVA |              |           |         |         |        | 1,2409          | 1,2052  |

En el Anexo 1, se presenta los resultados de Cortocircuito para las barras próximas a Cerro Corona.

### 3.5.4 Resultados y Conclusiones

#### 3.5.4.1 Pozos y Represa

Para este caso se considera que el motor de 150 kW arranca primero y el motor de 250 kW arranca después. Los resultados de los niveles de tensión ante el arranque de los motores, se presentan en el cuadro siguiente:

#### CUADRO N° 3.11

##### RESULTADO DEL NIVEL DE TENSIONES TAP. 4 DEL TRAF0 13,8/0,46 KV

##### ARRANQUE DEL PRIMER MOTOR

| DESCRIPCIÓN   | p.u    | kV     | angulo<br>grados |
|---------------|--------|--------|------------------|
| BARRA 13,8 kV | 0,9827 | 13,562 | 0,678            |
| BARRA 0,46 kV | 0,9507 | 0,437  | -0,673           |
| I arr/ I nom  | 637,9% |        |                  |

##### ARRANQUE DEL SEGUNDO MOTOR

| DESCRIPCIÓN   | p.u    | kV     | angulo<br>grados |
|---------------|--------|--------|------------------|
| BARRA 13,8 kV | 0,9720 | 13,414 | 1,079            |
| BARRA 0,46 kV | 0,8988 | 0,413  | -1,122           |
| I arr/ I nom  | 602,3% |        |                  |

Como se puede apreciar del cuadro anterior, la caída de tensión en la barra 13,8 kV, respecto a la tensión nominal, se mantienen dentro del rango de 12,0%, aún ante el arranque del segundo motor, ya que se obtiene solamente 2,8% de caída de tensión.

Para el caso de la barra 0,46 kV, la máxima caída de tensión, ocurre ante el arranque del segundo motor obteniéndose 10,12% de caída

de tensión, respecto a la tensión nominal, el cual se mantiene dentro del rango permitido.

#### **3.5.4.2 Etapa de Operación (1 a 5 años)**

Para este análisis se ha desarrollado dos casos, los cuales son:

Caso 1: Manteniendo la posición 4 del Taps del transformador

Caso 2: Manteniendo la posición 5 del Taps del transformador

Si bien es cierto de los resultados obtenidos del análisis del flujo de carga se obtiene que, para mantener una caída de tensión dentro del rango  $\pm 2,0\%$ , respecto a la nominal, es necesario mantener los taps de los transformadores en la posición 5. Adicionalmente, se ha desarrollado el caso 1 con la finalidad de verificar las caídas de tensión manteniendo los taps de regulación en la posición 4.

Los resultados de los niveles de tensión ante el arranque de los motores, son:

### CUADRO N° 3.12

#### RESULTADO DEL NIVEL DE TENSIONES - CASO 1 TAP. 4 DEL TRAF0 13,8/4,16 KV

##### ARRANQUE DEL PRIMER MOTOR

| DESCRIPCIÓN   | p.u    | kV     | angulo<br>grados |
|---------------|--------|--------|------------------|
| BARRA 13,8 kV | 0,9651 | 13,319 | 0,583            |
| BARRA 4,16 kV | 0,9437 | 3,926  | -0,703           |
| I arr/ I nom  | 624,2% |        |                  |

##### ARRANQUE DEL SEGUNDO MOTOR

| DESCRIPCIÓN   | p.u    | kV     | angulo<br>grados |
|---------------|--------|--------|------------------|
| BARRA 13,8 kV | 0,9621 | 13,277 | 0,585            |
| BARRA 4,16 kV | 0,9337 | 3,884  | -0,711           |
| I arr/ I nom  | 624,2% |        |                  |

##### ARRANQUE DEL TERCER MOTOR

| DESCRIPCIÓN   | p.u    | kV     | angulo<br>grados |
|---------------|--------|--------|------------------|
| BARRA 13,8 kV | 0,9591 | 13,236 | 0,587            |
| BARRA 4,16 kV | 0,9217 | 3,834  | -0,720           |
| I arr/ I nom  | 624,2% |        |                  |

##### ARRANQUE DEL CUARTO MOTOR

| DESCRIPCIÓN   | p.u    | kV     | angulo<br>grados |
|---------------|--------|--------|------------------|
| BARRA 13,8 kV | 0,9561 | 13,194 | 0,589            |
| BARRA 4,16 kV | 0,9107 | 3,788  | -0,729           |
| I arr/ I nom  | 624,2% |        |                  |

Como se puede apreciar del cuadro anterior, la caída de tensión en la barra 13,8 kV, respecto a la tensión nominal, es del 4,4%, valor que es aceptable.

Para el caso de la barra 4,16 kV, la máxima caída de tensión, ocurre ante el arranque del cuarto motor obteniéndose 8,93% de caída de tensión, respecto a la tensión nominal, el cual es un valor aceptable.

### CUADRO N° 3.13

#### RESULTADO DEL NIVEL DE TENSIONES - CASO 2

##### TAP. 5 DEL TRAF0 13,8/4,16 KV

##### ARRANQUE DEL PRIMER MOTOR

| DESCRIPCIÓN   | p.u    | kV     | angulo<br>grados |
|---------------|--------|--------|------------------|
| BARRA 13,8 kV | 0,9651 | 13,319 | 0,58             |
| BARRA 4,16 kV | 0,9707 | 4,038  | -0,68            |
| I arr/ I nom  | 624,2% |        |                  |

##### ARRANQUE DEL SEGUNDO MOTOR

| DESCRIPCIÓN   | p.u    | kV     | angulo<br>grados |
|---------------|--------|--------|------------------|
| BARRA 13,8 kV | 0,9621 | 13,277 | 0,58             |
| BARRA 4,16 kV | 0,9597 | 3,992  | -0,69            |
| I arr/ I nom  | 624,2% |        |                  |

##### ARRANQUE DEL TERCER MOTOR

| DESCRIPCIÓN   | p.u    | kV     | angulo<br>grados |
|---------------|--------|--------|------------------|
| BARRA 13,8 kV | 0,9591 | 13,236 | 0,59             |
| BARRA 4,16 kV | 0,9497 | 3,951  | -0,70            |
| I arr/ I nom  | 624,2% |        |                  |

##### ARRANQUE DEL CUARTO MOTOR

| DESCRIPCIÓN   | p.u    | kV     | angulo<br>grados |
|---------------|--------|--------|------------------|
| BARRA 13,8 kV | 0,9561 | 13,194 | 0,59             |
| BARRA 4,16 kV | 0,9377 | 3,901  | -0,71            |
| I arr/ I nom  | 624,2% |        |                  |

Como se puede apreciar del cuadro anterior, la caída de tensión en la barra 13,8 kV, respecto a la tensión nominal, es del 4,4%, valor que es aceptable, similar al caso 1.

Para el caso de la barra 4,16 kV, la máxima caída de tensión, ocurre ante el arranque del cuarto motor obteniéndose 6,23% de caída de tensión, respecto a la tensión nominal, el cual es un valor aceptable, esto debido a que la tensión en el lado secundario de los transformadores aumenta por la posición del taps del transformador.

En el Cuadro N° 2, se presentan los resultados obtenidos.

En general, la caída de tensión no supera el 12% de la tensión nominal, por lo que se recomienda considerar la configuración de las redes de 13,8 kV.

Por otro lado, es importante señalar que la posición del taps del transformador para la configuración de la Etapa de Operación (1 a 5 años) es mejor que sea la posición 4, a pesar que se obtiene una caída de tensión máxima de 2,4%, en el lado de 4,16 kV, ya que en la posición 5, la tensión de operación antes del arranque del primer motor llegaría a 4,8% de sobretensión, mientras que con la posición 4 solamente llegaría a 2,1% de sobretensión.

### **3.6 CÁLCULO DE CAPACIDAD TÉRMICA DE CONDUCTORES AAAC**

#### **3.6.1 Generalidades**

Para el cálculo de la capacidad térmica de los conductores desnudos se aplica el método de la azimuth modificado descrito en el libro “Diseño de Líneas de Transmisión” del Ingeniero Iñake Rouse, de la Universidad Simón Bolívar de Venezuela y aplicable a todos los tipos de conductores desnudos.

El cálculo en estado estable de la capacidad térmica para un conductor trenzado desnudo, en donde son conocidos la temperatura del conductor ( $T_c$ ) y los parámetros ambientales del estado estable ( $T_a$  = temperatura ambiente,  $V_v$  = velocidad del viento, etc.), se efectúa mediante una ecuación de balance térmico.

De la ecuación de balance térmico se obtiene la corriente (I) que produce la temperatura del conductor bajo las condiciones ambientales establecidas, mediante la siguiente expresión.

$$I = \sqrt{\frac{P_c + P_r - P_s}{r}}$$

Donde:

$P_c$  = Pérdida de calor por convección (w/m)

$P_r$  = Pérdida de calor por radiación (w/m)

$P_s$  = Cantidad de calor recibido por radiación (w/m)

$I$  = Corriente que transporta el conductor (A)

$r$  = Resistencia efectiva del conductor (ohm/m)

Como las pérdidas de calor por radiación y convección no son linealmente dependientes de la temperatura del conductor, la ecuación de balance de calor se resuelve para la temperatura del conductor en términos de corriente y variables ambientales mediante un proceso de iterativo.

Los parámetros ambientales a utilizar son: altitud sobre el nivel del mar, velocidad del viento y temperatura del ambiente.

### **3.6.2 Parámetros para el Cálculo de la Temperatura en el Conductor**

El cálculo se efectuará mediante el programa de cómputo TEMPCOND con el método de la Azimuth Modificada, en donde previamente se calcula la irradiación solar en base a la latitud de ubicación de la línea, a la azimuth de la línea, al tipo de suelo por donde se desplaza la línea y el día y hora de

cálculo.

La capacidad térmica (ampacitancia) en estado estable de los conductores tipo AAAC de 35, 70 y 120 mm<sup>2</sup> de sección nominal, se calcula bajo las siguientes condiciones:

|  |            |        |        |
|--|------------|--------|--------|
| - Conductor de aleación de aluminio (mm <sup>2</sup> ) | : 35       | 70     | 120    |
| - Velocidad de viento (m/s)                            | : 0,6      |        |        |
| - Emisividad   | : 0,5      |        |        |
| - Absortividad solar                                   | : 0,5      |        |        |
| - Temperatura ambiente del aire (°C)                   | : 20       |        |        |
| - Diámetro exterior de conductor (mm)                  | : 7.5      | 10,5   | 14,0   |
| - Resistencia en cc de conductor r 20°C (ohm/km)       | : 0.9666   | 0,5078 | 0,2850 |
| - Azimuth de la línea (°)                              | : 30       |        |        |
| - Latitud de la zona del proyecto (°)                  | : 7        |        |        |
| - Altitud sobre el nivel del mar (msnm)                | : 3 900    |        |        |
| - Tipo de día  | : Claro    |        |        |
| - Día del año y hora                                   | : 210 y 12 |        |        |
| - Factor de potencia                                   | : 0,85     |        |        |
| - Nivel de tensión                                     | : 13,8 kV  |        |        |

El cálculo de la capacidad térmica del conductor se efectúa mediante el programa de cómputo TEMPCOND.

### 3.6.3 Resultados y Conclusiones

De la salida del programa de cómputo se obtienen los siguientes resultados:

Los cálculos se efectúan para una tensión nominal de 13,8 kV, un factor de

potencia de 0,85 ( $\cos \phi$ ) y las siguientes condiciones ambientales:

- Altura sobre el nivel del mar : 3900 msnm
- Velocidad del viento : 0,60 m/s
- Temperatura ambiente : 20°C

Para diferentes cargas se obtiene la temperatura media en los conductores tipo AAAC de 35, 70 y 120 mm<sup>2</sup>, según resumen que se presenta a continuación:

### CUADRO N° 3.13

#### CAPACIDAD TÉRMICA DE CONDUCTORES AAAC

| Corriente<br>(A) | Temperatura media en el conductor (°C) |                    |                     |
|------------------|--|--------------------|---------------------|
|                  | 35 mm <sup>2</sup>                     | 70 mm <sup>2</sup> | 120 mm <sup>2</sup> |
| 100              | 44,98                                  |                    |                     |
| 120              | 52,88                                  |                    |                     |
| 140              | 62,77                                  | 43,93              |                     |
| 160              | 74,99                                  | 48,51              |                     |
| 180              |  | 53,87              |                     |
| 200              |  | 60,08              | 44,96               |
| 220              |  | 67,22              | 48,00               |
| 240              |  | 75,39              | 51,40               |
| 260              |  |                    | 55,18               |
| 280              |  |                    | 59,36               |
| 300              |  |                    | 63,96               |

De acuerdo con la tabla anterior, se establece lo siguiente:

- En conductor AAAC de 35 mm<sup>2</sup> para una corriente de 140 A (2,84 MW)

la temperatura en el conductor es igual a 62.8 °C.

- En conductor AAAC de 70 mm<sup>2</sup>, para una corriente de 200 A (4,06 MW)

la temperatura en el conductor es igual a 60 °C

- En conductor AAAC de 120 mm<sup>2</sup> para una corriente de 260 A (5,28 MW) la temperatura en el conductor es igual a 55,2 °C.

En conclusión, en promedio la temperatura máxima que tendrán los conductores AAAC de 35, 70 y 120 mm<sup>2</sup> será igual a 60 °C.

Las salidas de cómputo del programa TEMPCOND, se muestran en el ANEXO 2.

### **3.7 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES**

El cálculo mecánico se efectuará para el conductor de aleación de aluminio tipo AAAC más grande, es decir, para la sección nominal de 120 mm<sup>2</sup>.

#### **3.7.1 Determinación del Esfuerzo EDS**

El esfuerzo EDS (Every Day Stress) del conductor de aleación de aluminio, en condiciones iniciales y finales, estarán de acuerdo con la regla 261.H.2.b del CNE Suministro 2001.

Para el conductor de aleación de aluminio tipo AAAC seleccionado, se ha determinado un esfuerzo unitario igual a 18 % de la resistencia a la rotura nominal del conductor, en condición EDS final.

El máximo esfuerzo al que se encuentre sometido el conductor, en las condiciones más desfavorables, no debe superar el 60% de su esfuerzo de rotura.

#### **3.7.2 Hipótesis de Carga para Conductores AAAC**

Las hipótesis de carga que regirán el cambio de estado del conductor AAAC de 120, 70 y 35 mm<sup>2</sup> seleccionados se planteará para las condiciones finales, de acuerdo a las condiciones ambientales presentadas

previamente. Las hipótesis de carga para el cálculo mecánico del conductor son las siguientes:

| <b>HIPÓTESIS 1</b>            | <b>Condiciones Normales</b> |
|-------------------------------|-----------------------------|
| - Temperatura media           | 8 °C                        |
| - Presión de viento           | 0,00 kg/m <sup>2</sup>      |
| - Esfuerzo Unitario EDS final | 5,131 kg/mm <sup>2</sup>    |

(18% UTS del conductor)

| <b>HIPÓTESIS 2</b>  | <b>Máximo Tiro</b>      |
|---------------------|-------------------------|
| - Temperatura       | 5 °C                    |
| - Presión de viento | 51,55 kg/m <sup>2</sup> |

| <b>HIPÓTESIS 3</b>   | <b>Mínima Temperatura</b> |
|----------------------|---------------------------|
| - Temperatura mínima | -1 °C                     |
| - Presión de viento  | 0,00 kg/m <sup>2</sup>    |

| <b>HIPÓTESIS 4</b>             | <b>Manguito de Hielo</b> |
|--------------------------------|--------------------------|
| - Temperatura máxima           | 0 °C                     |
| - Presión de viento            | 0,00 kg/m <sup>2</sup>   |
| - Espesor de manguito de hielo | 6 mm                     |
| - Densidad del hielo           | 0,913 gr/cm <sup>3</sup> |

| <b>HIPÓTESIS 5</b>             | <b>Manguito de Hielo y Viento Medio</b> |
|--------------------------------|---|
| - Temperatura mínima           | 0 °C                                    |
| - Presión de viento máximo     | 12,89 kg/m <sup>2</sup>                 |
| - Espesor de manguito de hielo | 3 mm                                    |
| - Densidad del hielo           | 0,913 gr/cm <sup>3</sup>                |

| <b>HIPÓTESIS 6</b> | <b>Máxima Temperatura</b> |
|--------------------|---------------------------|
|--------------------|---------------------------|

- Temperatura mínima : 60 °C
- Presión de viento : 0,00 kg/m<sup>2</sup>

### 3.7.3 Cambio de Estado del Conductor

El cambio de estado del conductor para diferentes vanos y según las hipótesis de carga descritos en el punto 7.2, se calculan mediante la siguiente ecuación cúbica:

$$T_f^3 + T_f^2 * \left[ \frac{d^2 W_i^2 E \cos^3 \phi}{24 S \sigma_i} + \alpha (t_2 - t_1) E S \cos \phi - \sigma_i S \right] - \frac{d^2 W_f^2 E S \cos^3 \phi}{24} = 0$$

Donde:

- Tf = Tiro horizontal final (kg)
- d = Vano (m)
- Wi = Peso unitario inicial (kg/m)
- Wf = Peso unitario final (kg/m)
- S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- σi = Esfuerzo horizontal unitario inicial (kg/mm<sup>2</sup>)
- t2 = Temperatura final (°C)
- t1 = Temperatura inicial (°C)
- α = Coeficiente de dilatación lineal (1/°C)
- E = Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>)

$$\cos \phi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{H}{D}\right)^2}}$$

H/D = Relación desnivel / vano

### 3.7.4 Resolución de la Ecuación de Cambio de Estado del Conductor

La ecuación de cambio de estado del conductor se realiza mediante la ejecución del programa de cómputo CAMECO2 el cual resuelve la ecuación del cambio de estado utilizando el Método de Cardán, resolviendo la siguiente expresión:

$$X^3 + PX + Q = 0$$

Donde los coeficientes P y Q son definidos de la siguiente manera:

$$P = \frac{W_i^2}{\sigma_i^2 W_f^2} - \frac{24\alpha S^2 (t_2 - t_1)}{d^2 W_f^2 \text{Cos}^2 \phi} + \frac{24S^2 \sigma_i}{d^2 W_f^2 E \text{Cos}^3 \phi}$$

$$Q = \frac{24S^2}{d^2 W_f^2 E \text{Cos}^3 \phi}$$

Siendo:

$$X = \frac{S}{T}$$

Los datos de entrada del programa CAMECO2 son los siguientes:

**Conductor:** Sección, diámetro, peso unitario, módulo de elasticidad y coeficiente de dilatación lineal.

**Condiciones ambientales:** Temperatura inicial, temperatura final, presión de viento inicial y final.

**Esfuerzos:** Tiro horizontal unitario inicial, relación desnivel/vano y vanos reales.

En el Anexo 3, se presenta las salidas del programa CAMECO2, en el cual para cada vano seleccionado se presentan los siguientes resultados:

- Esfuerzos unitarios finales

- Tiro horizontal final del conductor
- Tiro máximo del conductor
- Flecha del conductor en estado final; y,
- Parámetro del conductor

### **3.8 COORDINACION ENTRE CONDUCTOR DE FASE Y CABLE DE GUARDA**

#### **3.8.1 Generalidades**

Con la finalidad de determinar en forma adecuada la separación entre los conductores de las fases y el cable de guarda a lo largo de los vanos de la línea, se presenta a continuación los cálculos para la coordinación de tensiones mecánicas, que implica necesariamente una coordinación de flechas entre los conductores y el cable de guarda.

La práctica común en proyectos similares establece la siguiente relación: la flecha del cable de guarda será igual al 85% de la flecha del conductor, calculado en condiciones EDS final.

#### **3.8.2 Características de Conductor Fase y Cable de Guarda**

Las características del conductor y el cable de guarda de acero galvanizado para efectuar la coordinación de esfuerzos mecánicos y flechas, son las siguientes:

##### **Conductor: AAAC - 120 mm<sup>2</sup>**

- Sección total (Sc)            117,00 mm<sup>2</sup>
- Peso unitario (Wc)        = 0,322 kg/m
- Tiro de rotura (Tc)        3 335 kg

- Tiro EDS ( $T_{oc}$ ) = 600,3 kg carga en la zona A, área 1 (CNE)

### **Cable de guarda de acero galvanizado**

- Sección ( $S_{cg}$ ) = 22,70 mm<sup>2</sup>

- Peso unitario ( $W_{cg}$ ) = 0,180 kg/m

- Tiro de rotura ( $T_{cg}$ ) = 2 807,5 kg

- Tiro EDS ( $T_{ocg}$ ) = a calcular para las cargas en la zona A, área 1  
(CNE - Suministro)

### **3.8.3 Cálculo de Esfuerzo Unitario del Cable de Guarda de Acero Galvanizado**

El cálculo del esfuerzo unitario del cable de guarda de AoGo se efectúa mediante una coordinación de flechas de conductor y cable de guarda. En este caso, se considera que la flecha del cable de guarda es igual al 85% de la flecha del conductor.

La flecha del conductor ( $f_c$ ) y flecha del cable de guarda ( $f_{cg}$ ) son los siguientes:

$$f_c = \frac{d^2 \times W_c}{8 \times T_{oc}}; \quad f_{cg} = \frac{d^2 \times W_{cg}}{8 \times T_{ocg}}$$

Donde:  $d$  es el vano en metros

La relación entre flechas es:  $f_{cg} = 0,85 f_c$

Reemplazando: 
$$\frac{d^2 \times W_{cg}}{8 \times T_{ocg}} = 0,85 \times \frac{d^2 \times W_c}{8 \times T_{oc}}$$

De donde se obtiene el tiro y esfuerzo unitario del cable de guarda ( $T_{ocg}$  y  $\sigma_{ocg}$ ):

$$T_{ocg} = T_{oc} \times \left( \frac{W_{cg}}{0,85 \times W_c} \right); \quad \sigma_{ocg} = \frac{T_{ocg}(kg)}{S(mm^2)}$$

Remplazando:

Esfuerzo unitario EDS para el cable de AoGo es:  $\sigma.ocg = 17,392 \text{ kg/mm}^2$

Los porcentajes de tiro para condición EDS final con respecto al tiro máximo son:

$$\sigma.opgw(\%) = \frac{17,392 \text{ kg/mm}^2}{\frac{2807,52 \text{ kg}}{22,70 \text{ mm}^2}} \times 100 \% = 14,062 \%$$

Para el cable de guarda de Ao.Go.:  $\sigma.ocg (\%) = 14,062 \%$

### 3.8.4 Esfuerzo EDS del Cable de Guarda

Los esfuerzos del cable de guarda en condición EDS final serán iguales a:

Cable de guarda de AoGo:  $17,392 \text{ kg/mm}^2$

(14,062% de tiro de rotura de cable AoGo)

### 3.8.5 Hipótesis de Carga del Cable de Guarda de Acero Galvanizado

Las hipótesis de carga a utilizar en el cable de guarda son las siguientes:

#### HIPÓTESIS 1

#### Condiciones Normales

- Temperatura media :  $8^\circ\text{C}$
- Presión de viento :  $0 \text{ kg/m}^2$
- Esfuerzo Unitario :  $17,392 \text{ kg/mm}^2$  para cable de AoGo

#### HIPÓTESIS 2

#### Máximo Tiro

- Temperatura :  $5^\circ\text{C}$
- Presión de Viento :  $51,55 \text{ kg/m}^2$

#### HIPÓTESIS 3

#### Temperatura Mínima

- Temperatura mínima :  $-1^\circ\text{C}$

- Presión de viento : 0 kg/m<sup>2</sup>

**HIPÓTESIS 4 Manguito de Hielo**

- Temperatura máxima : 0 °C

- Presión de viento : 0,00 kg/m<sup>2</sup>

- Espesor de manguito de hielo : 6 mm

- Densidad del hielo : 0,913 gr/cm<sup>3</sup>

**HIPÓTESIS 5 Manguito de Hielo y Viento Medio**

- Temperatura mínima : 0 °C

- Presión de viento máximo : 12,89 kg/m<sup>2</sup>

- Espesor de manguito de hielo : 3 mm

- Densidad del hielo : 0,913 gr/cm<sup>3</sup>

**HIPÓTESIS 6 Máxima Temperatura**

- Temperatura mínima : 40 °C

- Presión de viento : 0,00 kg/m<sup>2</sup>

En el Anexo 4, se presentan salidas de los cambios de estado para el cable de guarda de acero galvanizado, habiéndose utilizado el programa de cómputo CAMECO2, que presenta para cada vano seleccionado los siguientes resultados: esfuerzos unitarios finales, tiros horizontales finales, tiros máximos, flechas en estado final y los parámetros.

### 3.9 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS SOPORTES

#### 3.9.1 Selección de Soportes

Se ha previsto el diseño de dos tipos de soportes de las líneas de media tensión en 13,8 kV, unos que se ubicarán en los campamentos y los que se

ubicarán en el campo.

### **3.9.1.1 Soportes para Líneas de MT en Zonas de Campamentos**

Las zonas de campamento de construcción, campamento de operación y oficinas de construcción presentan características de terreno con perfil plano, las líneas de media tensión de 13,8 kV se ubicarán con soportes de postes de concreto armado de 13m. de longitud, crucetas y ménsulas de concreto.

Las líneas de media tensión de 13,8 kV con postes de concreto no llevarán cable de guarda, debido a que éstos se ubican en la zona de campamentos, en donde se tiene previsto instalar pararrayos tipo PDC (ionizantes), que dará una protección integral contra rayos en la zona de campamento, pero sí un cable de fibra óptica en la parte inferior de los conductores.

Los postes, crucetas y ménsulas de concreto soportarán cargas debidas a los conductores, dispuestos en simple terna, trifásicos, con disposición vertical, en alineamiento, ángulo menor, ángulo mediano, ángulo mayor, en derivación, terminal con bajada de cable y subestación biposte o monoposte.

Los tipos de soportes a usar serán apropiados para simple terna, a continuación se presenta la relación de armados a utilizar:

| <b>TIPOS DE SOPORTES DE CONCRETO</b>                                      | <b>CÓDIGO</b> |
|---|---------------|
| 1. Soporte de suspensión triangular, 0° - 5°,<br>trifásico, simple terna. | S             |
| 2. Soporte de ángulo menor vertical, 5° - 30°,                            | A1            |

|   |     |
|---|-----|
| trifásico.  |     |
| 3. Soporte de ángulo mediano vertical, 30° - 60°, trifásico.  | A2  |
| 4. Soporte de ángulo mayor vertical, 60° - 90°, trifásico.    | A3  |
| 5. Soporte de derivación vertical, trifásico                  | D   |
| 6. Soporte terminal vertical, trifásico, con bajada de cable. | TB  |
| 7. Subestacion Aerea Biposte                                  | SAB |
| 8. Subestación Aérea Monoposte                                | SAM |

### **3.9.1.2 Soportes para Líneas de MT Ubicadas en Campo**

En las líneas de media tensión en 13,8 kV para el suministro de energía eléctrica de las diferentes instalaciones del Proyecto Cerro Corona ubicadas en los terrenos de la Concesión, se utilizarán soportes de estructuras metálicas de celosía (torretas), en donde para el alineamiento serán de tipo autosoportado, mientras que los soportes angulares, de anclaje intermedio, terminales, de derivación y especiales llevarán retenidas con cable de acero de extra alta resistencia.

Se tiene previsto utilizar dos alturas típicas de 15,0 m ( $\pm 0$ ) y 18,0 (+ 3) m, sin embargo para el cruce de las carreteras importantes será necesario utilizar una estructura especial con terna horizontal de 21,0 m (+ 6).

La disposición de los conductores será de tipo triangular sólo en el

armado de alineamiento; mientras que los otros tipos de estructuras tendrán una disposición vertical.

Las estructuras metálicas llevarán en su cúspide un cable de guarda de acero galvanizado, mientras que en la parte inferior de los conductores se colocará el cable de fibra óptica. Los tipos de estructuras seleccionadas son las siguientes:

| <b>TIPOS DE ESTRUCTURAS METALICAS</b>                                | <b>CÓDIGO</b> |
|--|---------------|
| 1. Estructura de alineamiento triangular, 0° - 5°                    | SM            |
| 2. Estructura de Angulo menor vertical, 5° - 30°                     | A1M           |
| 3 Estructura de Angulo mediano vertical, 30° - 70°                   | A2M           |
| 4. Estructura de derivación vertical                                 | DM            |
| 5. Estructura de Derivación/Seccionamiento lateral                   | DM1           |
| 6. Estructura de Derivación/Seccionamiento derivación                | DM2           |
| 7. Estructura de anclaje intermedio, 0° - 10°                        | AIM           |
| 8. Estructura de anclaje intermedio<br>con bajada de cable, 0° - 10° | AIBM          |
| 9. Estructura terminal vertical con bajada de cable                  | TBM           |
| 10. Estructura terminal vertical con seccionamiento                  | TBM(*)        |
| 11. Estructura de Seccionamiento                                     | SEM           |
| 12. Estructura de anclaje intermedio especial c/Derivación           | AIEM          |
| 13. Estructura de anclaje intermedio especial, 0° - 10°              | AIBEM         |

### **3.9.2 Cálculo Mecánico de Soportes de Postes de Concreto**

Para efectuar el cálculo mecánico de los soportes de postes de concreto

armado se ha tomado en cuenta las disposiciones del Código Nacional de Electricidad Suministro, la Norma DGE - MEM “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural” y otras normas de la DGE - MEM.

Las ecuaciones consideradas para el cálculo de los postes de concreto son las siguientes:

**a. Efecto del Viento Sobre la Estructura**

**a1. Fuerza del viento sobre el poste ( $F_{vp}$ )**

$$F_{vp} = \frac{P_v}{2} (de + dp) \times H_L$$

Donde:

$P_v$  : Presión del viento ( $N/m^2$ )

$H_L$ : Altura libre del poste (m)

$de$  : Diámetro en la línea de empotramiento (m)

$dp$  : Diámetro en la punta del poste (m)

**a2. Punto de aplicación de la fuerza del viento ( $Y$ )**

$$Y = \frac{H_L}{3} \times \frac{2 dp + de}{dp + de}$$

**a3. Fuerza Equivalente aplicada en la punta del poste ( $F_{eq}$ )**

El momento debido a la fuerza del viento se determina con la relación:

$$M_{VP} = Y \times F_{VP}$$

A partir de esta relación se obtiene la fuerza equivalente de la punta del poste:

$$F_{eq} = \frac{M_{vp}}{(H_L - 0,15)}$$

## **b. Fuerza del Conductor sobre la Estructura**

### **b1. Fuerza debido al tiro del conductor**

El momento debido al tiro de un conductor viene dado por:

$$M_{TC} = 2 \times T_c \times H_i \times \text{sen}(\alpha/2)$$

De donde la fuerza debido al tiro del conductor es:

$$F_c = 2 \times T_c \times \text{sen}(\alpha/2)$$

Donde:

$T_c$  : Tiro máximo del conductor (kg)

$H_i$  : Altura del conductor (m)

$\alpha$  : Angulo de desvío de la línea (°).

### **b2. Fuerza debida al viento sobre el conductor (Fvc)**

La fuerza del viento sobre un conductor viene dada por:

$$F_{VC} = P_v \times d \times \varphi_c \times \cos(\alpha/2)$$

Donde:

$\varphi_c$  : Diámetro exterior del conductor (m)

$d$  : Vano de trabajo (m)

$\alpha$  : Angulo de desviación de la línea.

$P_v$  : Presión del viento (N/m<sup>2</sup>)

### **b3. Fuerza total del conductor sobre el poste**

El efecto total del tiro del conductor y la fuerza del viento sobre los conductores se obtiene con la relación:

$$F_{TC} = F_c + F_{VC}$$

**c. Momento total sobre estructuras en alineamiento y en cambio de dirección**

El momento total debido al tiro de los conductores y debido a la fuerza del viento está dado por la relación:

$$M_{TOT} = M_{VP} + F_{TC} \times (H_1 + H_2 + H_3)$$

Donde:

$M_{VP}$  : Momento del viento sobre el poste (N-m)

$H_i$  : Alturas de los conductores en el soporte (m)

De donde se deduce que la Fuerza Equivalente que soporta el poste se calcula con la relación:

$$F_{TOT} = \frac{(M_{VP} + F_{TC} \times (H_1 + H_2 + H_3))}{(H_L - h_{ap})}$$

Donde:

$H_L$  : Altura libre del poste (m)

$h_{ap}$  : Distancia del punto de aplicación de la fuerza de conductores a la punta del poste de concreto (0,10m)

**d. Efecto debido al desequilibrio de cargas verticales**

La fuerza debido al desequilibrio de cargas verticales, a 10 cm de la punta del poste viene dada por la relación:

$$F_{CV} = \frac{B_C \times (W_C \times d + W_{CA} + W_{AD})}{(H_L - h_{ap})}$$

Donde:

$d$ : Vano promedio (m)

$H_L$  : Altura libre del poste (m)

|          |   |   |
|----------|---|---|
| $B_c$    | : | Brazo de la cruceta (m)   |
| $W_c$    | : | Peso del conductor (kg/m)   |
| $W_{CA}$ | : | Peso del aislador polimérico (5 kg)   |
| $W_{AD}$ | : | Peso de un hombre con herramientas, igual a (100 kg)  |
| $h_{ap}$ | : | Distancia del punto de aplicación de la fuerza de conductores a la punta del poste de concreto (0,10 m) |

### e. Efecto total sobre estructuras terminales

#### e1. Fuerza del Viento Sobre el Conductor

$$F_{vc} = P_v \times (d/2) \times \varphi_c$$

Donde:

$\varphi_c$  : Diámetro exterior del conductor (m).

$d$  : Vano promedio (m).

$P_v$  : Presión del viento ( $\text{kg/m}^2$ )

#### e2. Fuerza Debida a la Tracción de los Conductores

La magnitud de esta fuerza es igual al 60% del tiro de rotura del conductor utilizado, es decir, para un conductor de  $35 \text{ mm}^2$ , el tiro de rotura es  $T_r = 980 \text{ kg}$ , se tiene:

$$T_{C_{\max}} = 60\% T_r = 588 \text{ kg}$$

#### e3. Fuerza de Tracción aplicada sobre el poste

$$F_C = \frac{(T_{C_{\max}} \times \sum H_i)}{(H_L - h_{ap})}$$

Donde:

$H_i$  : Altura de amarre de los conductores (m)

$H_L$  : Longitud libre del poste (m)

**e4. Fuerza Total Equivalente sobre el poste**

$$F_{TOT} = \sqrt{(F_V^2 + F_C^2)}$$

Donde:  $F_V = F_{VP} + F_{VC}$

Los resultados del cálculo mecánico de soportes se muestran en el Anexo 5.

**3.9.3 Prestación de los Soportes de Postes de Concreto**

El siguiente cuadro se muestra las prestaciones de los soportes:

**CUADRO N° 3.13****PRESTACIONES DE LOS SOPORTES DE POSTES DE CONCRETO**

| N° | Tipo | Vano Viento (m) | Vano Peso (m) | Ángulo de Desvío (°) | Conductor AAAC (mm <sup>2</sup> ) | Poste de Concreto (m/kg) |
|----|------|-----------------|---------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 1  | S    | 120             | 250           | 0 - 5                | 35                                | 13,0/300                 |
| 2  | A1   | 120             | 250           | 5 - 30               | 35                                | 13,0/400                 |
| 3  | A2   | 120             | 250           | 30 - 70              | 35                                | 13,0/400                 |
| 4  | A3   | 120             | 250           | 70 - 90              | 35                                | 13,0/400                 |
| 5  | D    | 120             | 250           |                      | 35                                | 13,0/400                 |
| 6  | TB   | 120             | 250           | 0 - 10               | 35                                | 13,0/400                 |
| 7  | SAB  | 120             | 250           |                      | 35                                | 2 x 13,0/400             |
| 8  | SAM  | 120             | 250           |                      | 35                                | 13,0/400                 |

**3.9.4 Cálculo Mecánico de las Estructuras Metálicas****3.9.4.1 Introducción**

Las estructuras metálicas de acero galvanizado en celosía para las líneas de media tensión en 13,8 kV se calculan de acuerdo con las reglas establecidas en el Código Nacional de Electricidad – Suministro y otras normas internacionales.

**3.9.4.2 Hipótesis de Carga de las Estructuras Metálicas**

**a) Estructura de alineamiento tipo SM****Hipótesis A: Viento máximo transversal**

- Temperatura, 5 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 51,55 kg/m<sup>2</sup>, aplicado sobre conductores de fase y aisladores.
- Presión de viento máximo transversal sobre la estructura.
- Conductores de fase y cable de guarda sanos.

**Hipótesis B: Rotura de cable de guarda**

- Temperatura, 8 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 0,00 kg/m<sup>2</sup>.
- Conductores de fase sanos.
- Rotura de cable de guarda

**Hipótesis C: Rotura de conductor de fase superior**

- Temperatura, 8 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 0,00 kg/m<sup>2</sup>.
- Rotura de un conductor de la fase superior, demás conductores sanos.
- Cable de guarda sano.

**Hipótesis D: Condición de hielo**

- Temperatura, 0 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 0,00 kg/m<sup>2</sup>.

- Espesor de manguito de hielo de 6 mm.
- Densidad del hielo 0,913 g/cm<sup>3</sup>.

**Hipótesis E: Viento reducido y hielo**

- Temperatura, 0 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 12,89 kg/m<sup>2</sup>.
- Espesor de manguito de hielo de 3 mm.
- Densidad del hielo 0,913 g/cm<sup>3</sup>.

**Hipótesis F: Montaje de conductores y cable de guarda**

- Temperatura, 8 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 0,00 kg/m<sup>2</sup>.
- Condición EDS inicial.

**b) Estructura de ángulo menor tipo A1M**

**Hipótesis A: Viento máximo transversal**

- Temperatura, 5 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 51,55 kg/m<sup>2</sup>, aplicado sobre conductores de fase y aisladores.
- Presión de viento máximo transversal sobre la estructura.
- Conductores de fase y cable de guarda sanos.

**Hipótesis B: Condición de hielo**

- Temperatura, 0 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 0,00 kg/m<sup>2</sup>.

- Espesor de manguito de hielo de 6 mm.
- Densidad del hielo 0,913 g/cm<sup>3</sup>.

**Hipótesis C: Viento reducido y hielo**

- Temperatura, 0 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 12,89 kg/m<sup>2</sup>.
- Espesor de manguito de hielo de 3 mm.
- Densidad del hielo 0,913 g/cm<sup>3</sup>.

**Hipótesis D: Montaje de conductores y cable de guarda**

- Temperatura, 8 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 0,00 kg/m<sup>2</sup>.
- Condición EDS inicial.

- c) **Estructuras de ángulo mediano tipo A2M, de ángulo mayor tipo A3M, de anclaje intermedio tipo AIM, anclaje intermedio con bajada de cable tipo AIBM, terminal con bajada de cable tipo TBM, de derivación tipo DM, de anclaje especial tipo AIEM.**

**Hipótesis A: Viento máximo transversal**

- Temperatura, 5 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 51,55 kg/m<sup>2</sup>, aplicado sobre conductores de fase y aisladores.
- Presión de viento máximo transversal sobre la estructura.
- Conductores de fase y cable de guarda sanos.

**Hipótesis B: Arranque con viento máximo transversal**

- Temperatura, 5 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 51,55 kg/m<sup>2</sup>, aplicado sobre conductores de fase y aisladores.
- Presión de viento máximo transversal sobre la estructura.
- Vano peso negativo.
- Conductores de fase y cable de guarda sanos.

**Hipótesis C: Condición de hielo**

- Temperatura, 0 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 0,00 kg/m<sup>2</sup>.
- Espesor de manguito de hielo de 6 mm.
- Densidad del hielo 0,913 g/cm<sup>3</sup>.

**Hipótesis D: Viento reducido y hielo, tiro de un solo lado**

- Temperatura, 0 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 12,89 kg/m<sup>2</sup>.
- Espesor de manguito de hielo de 3 mm.
- Densidad del hielo 0,913 g/cm<sup>3</sup>.

**Hipótesis E: Montaje de conductores y cable de guarda**

- Temperatura, 8 °C.
- Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, 0,00 kg/m<sup>2</sup>.
- Condición EDS inicial.

### 3.9.4.3 Prestación de las Estructuras Metálicas de Celosía (torretas)

El siguiente cuadro se muestra las prestaciones de los soportes:

**CUADRO N° 3.14**

#### PRESTACIONES DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS

| N° | Tipo   | Vano Viento (m) | Vano Peso (m) | Ángulo de Desvío (°) | Conductor AAAC (mm <sup>2</sup> ) |
|----|--------|-----------------|---------------|----------------------|-----------------------------------|
| 1  | SM     | 180             | 540           | 0 – 5                | 120                               |
| 2  | A1M    | 180             | 540           | 5 – 30               | 120                               |
| 3  | A2M    | 180             | 540           | 30 – 70              | 120                               |
| 4  | DM     | 200             | 600           | 0 – 10               | 120                               |
| 5  | DM1    | 200             | 600           | 0 – 15               | 120                               |
| 6  | DM2    | 200             | 600           | 0 – 15               | 120                               |
| 7  | AIM    | 200             | 600           | 0 – 10               | 120                               |
| 8  | AIBM   | 200             | 600           | 0 - 10               | 120                               |
| 9  | TBM    | 150             | 450           |                      | 120                               |
| 10 | TBM(*) | 150             | 450           |                      | 120                               |
| 11 | SEM    | 200             | 600           | 0 – 10               | 120                               |
| 12 | AIBEM  | 250             | 750           | 0 – 10               | 120                               |
| 13 | AIEM   | 250             | 750           | 0 – 10               | 120                               |

### 3.9.4.4 Cálculo de los Diagramas de Cargas de las Estructuras Metálicas

En el Anexo 6 se presentan los valores de las fuerzas del árbol de cargas de las estructuras de las líneas de media tensión de 13,8 Kv; es decir las cargas transversales, verticales y longitudinales para cada hipótesis de carga y cada tipo de estructura.

Las cargas transversales debido al viento máximo sobre el conductor, aisladores y estructura misma, más la carga producida por el esfuerzo del conductor debido al ángulo de desvío topográfico de diseño de la estructura, se considera como la carga más

importante del árbol de cargas a calcular.

A las cargas obtenidas se le aplicarán los factores de sobrecarga y de resistencia de las tablas 253-1 y 261-1 A, correspondiente a instalaciones con Grado de Construcción B.

Los diagramas de carga de las estructuras se muestran en los planos N° 22, 23, y 24.

#### **3.9.4.5 Ubicación de Estructuras**

La ubicación de estructuras de las líneas de media tensión de 13,8 kV se ha efectuado mediante el programa computarizado DLT CAD versión 2.5 el cual efectúa un chequeo durante el proceso de ubicación de la utilización del conductor de acuerdo a las normas y de las estructuras, según las prestaciones definidas para estos últimos.

En las líneas de media tensión de 13,8 kV; la ubicación de estructuras básicamente está definida por la ubicación de sus vértices, de las estructuras de derivación, de las estructuras terminales; sin embargo se debe indicar que entre los vértices también se deberán ubicar algunas estructuras intermedias de anclaje que permita superar las dificultades que presenta el perfil longitudinal.

En los planos de perfil y planimetría se anexan las planillas con ubicación de estructuras, en donde se indican las progresivas, altitudes, ángulos de desvíos topográficos, vanos medios, vanos

pesos, vanos equivalentes, catenarias de ubicación, cantidad de cadenas de aisladores, tipo de puesta a tierra de cada estructura, tipo de cimentación de cada estructura, etc.

#### 3.9.4.6 Cálculo de Flechas

El cálculo de las flechas de los conductores de aleación de aluminio de 120, 70 y 35 mm<sup>2</sup>, se efectúa mediante el programa computarizado DLT CAD versión 2.5, el cual calcula la flecha mediante la fórmula exacta que se muestra a continuación:

$$f = P \left[ \cosh\left(\frac{Xi}{P}\right) - \cosh\left(\frac{d/2 - Xi}{P}\right) \right] + \frac{h}{d}$$

Donde:

- f: flecha, en m
- p: parámetro
- Xi: Distancia del punto más bajo de la catenaria al apoyo izquierdo
- h: Desnivel entre los dos apoyos
- d: Longitud del vano, en m

El programa de ubicación de estructuras efectúa el cambio de estado del conductor de acuerdo con la ecuación cúbica descrita en el acápite 7.3 del presente documento, en donde se considera el coeficiente de dilatación lineal, el módulo de elasticidad de los conductores y las temperaturas correspondientes a cada estado del conductor previsto (hipótesis).

Para la ubicación de las estructuras en el perfil longitudinal se

considera el tensado en condiciones finales, es decir que las flechas de los conductores son calculadas para la máxima temperatura al final de la vida útil de la línea; mientras que para el montaje de los conductores se consideran las condiciones iniciales, es decir, al inicio de la vida útil de la línea.

El programa de ubicación de estructuras incluye conjunto de datos, siendo uno de ellos la distancia mínima al terreno donde no existe tránsito de vehículos y en caso de cruces de las líneas con carreteras, estas distancias de seguridad al terreno son mayores.

Los cálculos de las flechas para los conductores de aleación de aluminio AAAC de 120, 70 y 35 mm<sup>2</sup> se muestran en el Anexo 4.

### **3.10 DISTANCIAS Y FACTORES DE SEGURIDAD**

#### **3.10.1 Distancias Mínimas de Seguridad**

Las distancias mínimas que se indican a continuación se refieren a las condiciones establecidas en el Código Nacional de Electricidad (CNE) Suministro

##### **3.10.1.1 Distancia de Seguridad Horizontal (Dh)**

Las distancias de seguridad horizontal serán las siguientes:

- Entre conductores del mismo circuito en los apoyos: 0,40 m
- Entre conductores de un mismo o diferente circuito, de acuerdo a las flechas

Según regla 235.B.1.b (2) del CNE Suministro 2001; para conductores de 35 mm<sup>2</sup> o más:

Distancia de seguridad horizontal (mm) =

$$7,6 \text{ mm} \times KV + 8 \sqrt{2,12 \times f}$$

Donde kV es la máxima tensión de operación de la línea y  $f$  es la flecha final en mm sin carga, sin viento a una temperatura de 25 °C.

**CUADRO N° 3.15**

| Vano (m) | Flecha a 25 °C (mm) | Distancia horizontal entre fases (mm) | Distancia horizontal entre fases corregido (mm) |
|----------|---------------------|---------------------------------------|---|
| 150      | 2010                | 636,22                                | 877,98  |
| 160      | 2250                | 666,52                                | 919,80  |
| 170      | 2500                | 696,40                                | 916,03  |
| 180      | 2760                | 725,94                                | 1 001,80  |
| 190      | 3040                | 756,23                                | 1 043,60  |
| 200      | 3330                | 786,17                                | 1 084,91  |
| 210      | 3630                | 815,79                                | 1 125,79  |
| 220      | 3940                | 845,15                                | 1 166,31  |
| 230      | 4270                | 875,15                                | 1 207,71  |

- Distancia horizontal a edificaciones y otras construcciones (Dhe): 2,5 m

### 3.10.1.2 Distancia de Seguridad Vertical (Dv)

La distancia de seguridad vertical no será menor a la indicada en la Tabla 235-5 del CNE Suministro, en donde se obtiene el Dv aplicando la siguiente expresión:

$$Dv = 0,80 + 0,01 \times (13,8-11) = 0,83 \text{ m}$$

Aplicando el factor de corrección por altitud, tendremos:

$$Dv = 0,83 \times 1,38 = 1,14 \text{ m}$$

En conclusión, se asume una distancia de seguridad vertical mínima entre conductores  $D_v$  igual a 1,20 m. En el caso de utilizar aisladores en suspensión se considera una distancia vertical igual a 1,35 m.

#### A LA SUPERFICIE DEL TERRENO

- Carreteras sujeta al tráfico de camiones mineros: 14,0 m
- Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones: 7,0 m
- Caminos, calles y otras áreas sujetos 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 transitadas por vehículos: 5,0 m
- Calles y caminos en zonas rurales: 6,5 m

#### ENTRE CONDUCTORES DE UN MISMO CIRCUITO A MITAD DE VANO

- Para vanos hasta 100 m: 0,70 m
- Para vanos entre 101 m y 350 m: 1,00 m

En caso de requerirse otra distancia de seguridad deberá consultarse el CNE - Suministro.

### 3.10.2 Parámetros de Diseño Mecánico

Los parámetros de diseño que normalmente se utilizan para efectuar el

cálculo mecánico en las líneas de media tensión es el proveniente de las características ambientales de la zona del proyecto, adicionalmente se debe tomar en cuenta los factores de seguridad de los materiales tales como: conductor, aislador, accesorios de la cadena de aisladores, estructura soporte y fundación.

### **3.10.2.1 Parámetros Ambientales para Diseño Mecánico**

Para el diseño mecánico se considerarán los valores consignados en la Sección 25 del Código Nacional de Electricidad Suministro.

Para el diseño de las líneas de media tensión en 13,8 kV; los requerimientos de cargas generales se establecen en el Código Nacional de Electricidad (CNE) - Suministro, considerando que el proyecto se ubica en la Zona A de carga ligera y Área 1 de altitud entre 3 000 – 4 000 msnm.

Para el Área 1 de altitud se tiene las siguientes condiciones climatológicas, según las Tablas 250-1.A y 250-1.B de CNE - Suministro.

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| Velocidad horizontal del viento | 120 km/h |
| Temperatura                     | 5 °C     |

En este caso se tomarán los parámetros ambientales que representen las condiciones más desfavorables al diseño de la línea.

La carga debido al viento se aplicará de acuerdo a la expresión y recomendación establecida en la regla 250.C del CNE -

Suministro.

Las temperaturas a utilizar en el diseño, serán las siguientes:

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Mínima absoluta | -1 °C |
| Mínima          | 5 °C  |
| Media (EDS)     | 8 °C  |
| Máxima absoluta | 20 °C |

### **3.10.2.2 Factores de Seguridad de Conductores, Aisladores y**

#### **Accesorios**

Según el Código Nacional de Electricidad - Suministro, para el diseño mecánico se deberán considerar los siguientes factores de seguridad:

**a. Conductor en condiciones de tensiones y flechas finales.**

Los máximos esfuerzos de tensión del conductor permitido para diferentes condiciones establecidos a continuación:

Condición de máximo tiro: 60% de la resistencia de rotura nominal

La regla 261.H.2.a, verifica que los esfuerzos de tensión del conductor no deberán ser mayores del 60% de su resistencia a la rotura nominal, para las cargas de la regla 250.B.

Condición de temperatura mínima 40% de la resistencia de rotura nominal

Verifica el máximo esfuerzo de tensión del conductor, para

controlar vibraciones debido a vientos de pequeña amplitud y alta frecuencia.

Condición a temperatura media (EDS):

Será igual al 18% de la resistencia de rotura nominal del conductor, en condición final y 22% de la resistencia de rotura nominal aproximada, en condición inicial.

Esta condición determina los límites de carga que se presentan con mayor frecuencia durante el tiempo de vida útil de las líneas de media tensión en 13,8 kV.

**b. Los aisladores de suspensión y anclaje**

La regla 277.A. Requerimientos de Resistencia Mecánica de Aisladores, establece que los aisladores deberán soportar las cargas aplicables especificadas en la Sección 25 y las cadenas de aisladores de suspensión y anclaje; y, los aisladores rígidos horizontales, no podrán exceder los siguientes porcentajes de “resistencia a la rotura nominal”

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Voladizo (cantilever) | 40 % |
| Compresión            | 50 % |
| Tracción              | 50 % |

Esta regla se aplica en forma similar a los aisladores poliméricos de suspensión y los tipos poste vertical.

Se deberá considerar las definiciones de “resistencia a la rotura nominal” en los aisladores de tipo suspensión que se presentan en la regla 277.C.

### **3.10.3 Factores de Sobrecarga y Resistencia para Soportes, Crucetas y Retenidas**

Las cargas debidas a la acción del viento indicadas en la regla 250.B del CNE Suministro, deberán ser multiplicadas por los factores de sobrecarga de la Tabla 253-1 o los factores de carga alternativos de la Tabla 253-2, las cuales deberán ser utilizadas con los factores de resistencia de las Tablas 261-1.A y 261-1.B, de este código.

El Grado de Construcción B seleccionado para las instalaciones a diseñar, se encuentra definido en la Tabla 242-1 del CNE Suministro, en donde consideramos que la línea sostiene conductores expuestos, de suministro de potencial constante.

Los factores de sobrecarga y factores de resistencia para el Grado de construcción B que serán usados son los siguientes:

|   |      |
|---|------|
| Grado de construcción (tabla 241-1CNE)  | B    |
| Factores de sobrecarga (tabla 253-1CNE) |      |
| - Cargas verticales                     | 1,50 |
| - Cargas transversales                  |      |
| • Debido al viento                      | 2,50 |
| • Debido a la tensión del conductor     | 1,65 |
| - Cargas longitudinales                 |      |
| En los cruces                           |      |
| • En general                            | 1,10 |
| • En los amarres                        | 1,65 |

En cualquier lugar

- En general 1,10
- En los amarres 1,65

**Factores de Resistencia de los materiales (tabla 261-1A)**

- Estructuras de concreto armado 1,00
- Estructuras metálicas 1,00

### **3.11 DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

#### **3.11.1 Consideraciones Generales**

Las características de los sistemas de puesta tierra a ser empleados serán establecidas en función a las exigencias de seguridad y operación confiable del sistema y cumpliendo con las reglas del Código Nacional de Electricidad – Suministro, así como recomendaciones de diseño presentados en las Normas DGE “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”.

#### **3.11.2 Consideraciones para el Diseño**

En función de la importancia de las líneas de media tensión en 13,8 kV; y tomando en cuenta la operación del sistema, se considera lo siguiente:

En los postes de concreto armado:

- En general todas las estructuras llevarán la puesta a tierra desde los herrajes del lado sin tensión de los aisladores.

- En las subestaciones aéreas biposte y monoposte, y en las estructuras terminales deberán instalarse contrapesos horizontales hasta alcanzar el valor de resistencia de puesta a tierra máxima de 10 ohmios.
- Las demás estructuras llevarán una puesta a tierra consistente en la instalación de un conductor de cobre en anillo enterrado a 0,60 m alrededor de la base del poste, hecho con el mismo conductor de bajada de cobre.

En las estructuras metálicas de celosía (torretas):

- Todas las estructuras metálicas llevarán el agujero de conexión de puesta a tierra en la parte inferior de la estructura.
- Debido a las características del terreno en la zona del proyecto, se utilizarán contrapesos horizontales como puesta a tierra de la estructura.
- Las estructuras que llevarán descargadores en paralelo con los aisladores poliméricos se instalará una puesta a tierra de tipo capacitivo con utilización de material conductor; la resistencia de puesta a tierra máxima a obtener será de 25 ohmios.
- En estructuras terminales con bajada de línea se colocará un sistema de puesta a tierra con una resistencia máxima de 10 ohmios.
- En general, en todas las demás estructuras se colocará un sistema de puesta a tierra con una resistencia máxima de 25 ohmios.

### **3.11.3 Materiales a Utilizarse**

#### **3.11.3.1 Conductor**

El conductor para unir las partes sin tensión eléctrica de las

estructuras con tierra será de cobre desnudo, cableado y recocido, de las siguientes características:

- Sección nominal 35 mm<sup>2</sup>
- N° de alambres 7
- Diámetro exterior del conductor 7,5 mm
- Peso del conductor : 0,31 kg/m
- Resistencia eléctrica máxima en c.c. a 20°C : 0,52 ohm/km

### **3.11.3.2 Conectores de Vías Paralelas**

Serán de material de cobre, que conectará a conductores de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección: Se utilizará en la conexión de conductores de cobre previa a la bajada a tierra en los postes de concreto armado y de conexión de los conductores de cobre enterrados en la puesta a tierra de las estructuras metálicas.

### **3.11.3.3 Conector conductor - estructura**

Se utilizará para conectar los conductores de puesta a tierra de cobre en el extremo inferior de la estructura metálica, será de tipo bimetálico.

### **3.11.4 Configuraciones de los Sistemas de Puesta a Tierra**

Para el diseño del sistema de tierra, se considera una configuración basado en contrapesos horizontales, utilizando una longitud de contrapeso en función de la resistividad del terreno que se presente en la ubicación de cada una de las estructuras

Para terrenos, con resistividades eléctricas muy altas, se debe considerar el uso de material conductivo que permita mantener la resistencia de

puesta a tierra con valores bajos.

Entre los materiales conductivos comúnmente usados en el medio podemos mencionar los siguientes: Hidrosolta, Favigel y Cemento Conductivo.

#### **3.11.4.1 Resistencia de puesta a tierra con conductor enterrado horizontalmente (Contrapeso)**

$$R_L = \frac{\rho_a}{\pi L} \left( \text{Ln} \frac{2L}{\sqrt{hd}} - 1 \right)$$

Donde:

- $R_L$  : Resistencia de puesta a tierra de conductor enterrado horizontalmente ( $\Omega$ ), para 10 y 25 ohmios
- $\rho_a$  : Resistividad aparente del suelo ( $\Omega\text{-m}$ )
- $L$  : Longitud del conductor enterrado (m), variable
- $d$  : Diámetro del conductor (m), 0,0075 m
- $h$  : Profundidad del conductor (m), 0,60 m

#### **3.11.4.2 Resistencia de puesta a tierra de un contrapeso en anillo horizontal enterrado a una profundidad "s":**

$$R_O = \frac{\rho}{2 \times \pi^2 \times D} \left[ \text{Ln} \frac{8 \times D}{d} + \text{Ln} \frac{4 \times D}{s} \right]$$

Donde:

- $D$  = 3,00 metros, diámetro del anillo;
- $d$  = 0,0075 m, diámetro del conductor
- $s$  = 0,60 m, profundidad de enterramiento del

conductor

Remplazando en la fórmula se obtiene la resistencia de un contrapeso en anillo con 3,00 m. de diámetro:

$$R_o = \rho (0,1869) \text{ ohmios}$$

### **3.11.4.3 Puestas a Tierra para Postes de Concreto Tipo PT-1-L**

A continuación se presentan los rangos de resistividad del suelo en función del incremento de longitud de contrapeso para el sistema de puesta a tierra tipo PT-1-L, que presenta una disposición en anillo enterrado horizontalmente con diámetro de 3,00 m., más dos contrapesos horizontales con longitudes variables. Las resistencias de puesta a tierra máxima que se deberán obtener serán de 10 y 25 ohm.

#### **Cálculo de la resistencia de un contrapeso en anillo horizontal en paralelo con la resistencia de dos contrapesos longitudinales horizontales.**

La resistencia en paralelo de dos contrapesos longitudinales en paralelo con la resistencia del anillo, todos horizontales y enterrados a una profundidad de 0,60 m, se obtiene aproximadamente mediante la siguiente expresión:

$$R_{(PT-1-L)} = \frac{R_L \times R_o}{R_L + R_o}$$

Los rangos de resistividad para obtener resistencias de una puesta a tierra máxima de 10 ohmios se muestran en el siguiente cuadro:

### CUADRO N° 3.15

#### Resistencia de Puesta a Tierra Tipo PT-1-L

| Tipo de puesta a tierra | Longitud contrapeso horizontal (m) | Resistencias en Función de la Resistividad del Terreno en Ohmios |               |               | Rangos de Resistividad (ohm - m) |
|-------------------------|------------------------------------|--|---------------|---------------|----------------------------------|
|                         |                                    | Anillo   | Contrapeso    | Total         | $R=10 \Omega$                    |
| <i>PT-1-20</i>          | $2 \times 10 + 5$                  | $0,1869 \rho$  | $0,0715 \rho$ | $0,0517 \rho$ | 193                              |
| <i>PT-1-40</i>          | $2 \times 20 + 5$                  | $0,1869 \rho$  | $0,0439 \rho$ | $0,0355 \rho$ | 282                              |
| <i>PT-1-60</i>          | $2 \times 30 + 5$                  | $0,1869 \rho$  | $0,0322 \rho$ | $0,0274 \rho$ | 364                              |
| <i>PT-1-80</i>          | $2 \times 40 + 5$                  | $0,1869 \rho$  | $0,0256 \rho$ | $0,0225 \rho$ | 444                              |
| <i>PT-1-100</i>         | $2 \times 50 + 5$                  | $0,1869 \rho$  | $0,0214 \rho$ | $0,0192 \rho$ | 522                              |
| <i>PT-1-120</i>         | $2 \times 60 + 5$                  | $0,1869 \rho$  | $0,0184 \rho$ | $0,0167 \rho$ | 597                              |

Para resistividades de terreno mayores se deberán utilizar sistemas de puesta a tierra con material conductor tipo Hidrosolta, Favigel, cemento conductor u otros

#### 3.11.4.4 Puestas a Tierra para Estructuras Metálicas Tipo PT-2-L

A continuación se presentan los rangos de resistividad del suelo en función del incremento de longitud de contrapeso para el sistema de puesta a tierra tipo PT-2-L, que presenta una disposición con contrapesos de longitud variable enterrados horizontalmente a una profundidad de 0,60 m. Las resistencias de puesta a tierra máxima que se deberán obtener serán de 10 y 25 ohm

Los rangos de resistividad para obtener resistencias de puesta a tierra máximas de 10 y 25 ohmios se muestran en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 3.16****Resistencia de Puesta a Tierra Tipo PT-2-L**

| Tipo de puesta a tierra | Longitud de contrapeso horizontal (m) | Resistencia en Función de la Resistividad del Terreno en ohmios | Rangos de resistividad (ohmios -m) |               |
|-------------------------|---------------------------------------|---|------------------------------------|---------------|
|                         |                                       | Contrapeso  | R=10 $\Omega$                      | R=25 $\Omega$ |
| <i>PT-2-20</i>          | <i>4 x 10</i>                         | <i>0,0484 <math>\rho</math></i>                                 | <i>207</i>                         | <i>517</i>    |
| <i>PT-2-40</i>          | <i>4 x 20</i>                         | <i>0,0270 <math>\rho</math></i>                                 | <i>370</i>                         | <i>926</i>    |
| <i>PT-2-60</i>          | <i>4 x 30</i>                         | <i>0,0191 <math>\rho</math></i>                                 | <i>524</i>                         | <i>1 309</i>  |
| <i>PT-2-80</i>          | <i>4 x 40</i>                         | <i>0,0149 <math>\rho</math></i>                                 | <i>671</i>                         | <i>1 678</i>  |
| <i>PT-2-100</i>         | <i>4 x 50</i>                         | <i>0,0122 <math>\rho</math></i>                                 | <i>820</i>                         | <i>2 049</i>  |
| <i>PT-2-120</i>         | <i>4 x 60</i>                         | <i>0,0104 <math>\rho</math></i>                                 | <i>962</i>                         | <i>2 404</i>  |

Para terrenos con resistividades de terreno mayores, se deberán utilizar materiales de tipo conductivo.

#### **3.11.4.5 Puesta a Tierra Tipo PT para Postes de Concreto en General**

En general, en las demás estructuras con postes de concreto se colocará una puesta a tierra que estará conformada por un anillo horizontal de 2,00m. de diámetro alrededor de los postes de concreto, efectuadas con el mismo conductor de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de bajada. En este caso, no se requiere ninguna solicitud de resistencia de puesta a tierra.

### **3.12 CÁLCULO DE RETENIDAS**

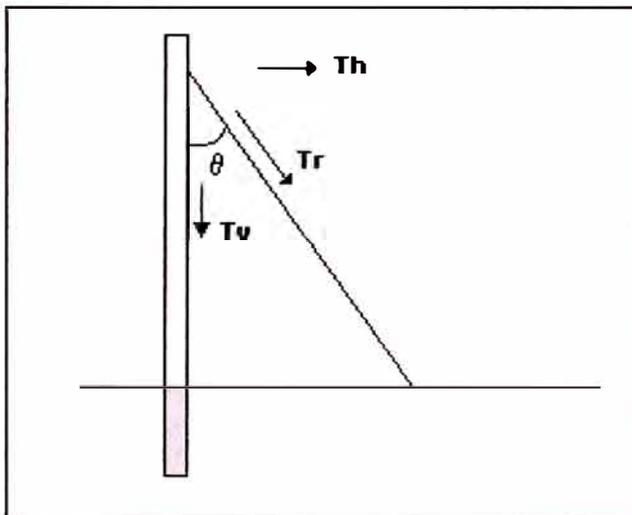
#### **3.12.1 Criterios para el Cálculo**

Los criterios de diseño adoptados son los que se indican a continuación:

Las retenidas serán empleadas para compensar aquellas fuerzas que las estructuras no pueden soportar por sí mismo.

- Las fuerzas a compensar serán las ejercidas por el tiro de los conductores, así como la fuerza del viento sobre el poste y sobre los conductores, considerando las cargas de servicio.
- La retenida estará fijada a la estructura en un punto que resulte lo más cercano posible al centro de carga del tiro de los conductores que va ha soportar.
- La carga permitida será la carga de rotura del alambre de la retenida multiplicada por un factor de resistencia igual a 0,9 tal como se especifica en el CNE Suministro.

### 3.12.2 Cálculo de Retenidas



Las retenidas en una estructura de anclaje, terminal y angulares, deben contrarrestar las resultantes de las cargas longitudinales de los conductores y cable de guarda, el ángulo usual de aplicación se encuentra entre  $37^\circ$  y  $45^\circ$  respecto de la vertical. Un mayor ángulo es

más efectivo para contrarrestar estas fuerzas longitudinales horizontales, sin embargo requieren más espacio y más longitud de cable, por otro lado, un menor ángulo requiere menos longitud de cable y es apropiado para lugares con menos espacio, pero traslada a la estructura mayores cargas verticales haciendo necesario un chequeo al pandeo de estas.

La fuerza que resiste un cable de retenida se calcula como sigue:

$$T_{\max} = T_{rot} \times f_r$$

$$T_{H \max} = T_{\max} \times \text{sen } \theta$$

Donde:

$T_{rot}$  : Tiro de rotura del cable (kg)

$T_{\max}$  : Tiro de rotura del cable (kg)

$\text{sen } \theta$  : Seno del ángulo que forma la retenida con la vertical

$f_r$ : Factor de resistencia para el cable de la retenida, igual a 0,9 según el CNE.

Las fuerzas aplicadas a la estructura que deberá ser soportada por la retenida, debido a los conductores y cable de guarda deberán calcularse como sigue:

$$T_H = T_{C \max} \times f_s$$

$$T_{tot} = \left( \sum T_{H_i} \times h_{V_i} \right) / h$$

Donde:

$T_H, T_{Hi}$  : Fuerza horizontal de aplicación de los conductores y/o cable de guarda

$h_V, h_{Vi}$  : Altura del punto de aplicación de la fuerza horizontal

(m)

$T_{tot}$  : Fuerza horizontal que deberá compensar la retenida

(kg)

$h$  : Altura de ubicación de la retenida (m)

$T_{c_{max}}$  : Fuerza máxima horizontal de conductor y/o cable de guarda (kg)

f.s : Factor de sobrecarga 1,33 según CNE Tabla 253-1

Para el caso de utilizar más de una retenida, se aplicará las mismas ecuaciones, pero en cada caso se tomará en cuenta la altura a la que la retenida se une al poste y el ángulo que forma con la vertical. A partir de estos datos se calculará el momento equivalente que resulte del trabajo combinado de estas retenidas.

Se selecciona un cable de retenida con tiro de rotura de 7000 kg, ya que debemos de tener en cuenta que la estructura deberá soportar además de los conductores de fase al cable de guarda.

La varilla de anclaje deberá ser similarmente resistente por lo que se requiere que tenga un tiro de rotura de 70 kN.

### 3.12.3 Cálculo de las dimensiones del Bloque de las Retenidas

El bloque de anclaje de las retenidas será diseñado considerando las siguientes relaciones:

$$d \geq \frac{R}{1,5 \times L}$$

Donde:

$R$  : Tiro de la retenida (kg)

D : Ancho del bloque de la retenida (m)

L: Longitud del bloque de la retenida (m)

**a) Volumen de la cimentación de la retenida**

$$V = \frac{1}{3} h (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2})$$

$$S_1 = (L + 2 h \tan \alpha)^2$$

$$S_2 = L^2$$

**b) Peso del volumen de tierra y coeficiente de seguridad**

$$P_V = \sigma_t x V$$

$$C.S = \frac{P_V}{R}$$

Donde:  $\sigma_t$  = Densidad del terreno

En el Anexo 7 se presenta el cálculo de las retenidas, en el que se chequea las dimensiones del bloque de retenida y el volumen del relleno que se encuentra encima del bloque enterrado, necesario para contrarrestar el arranque, debido al tiro de los conductores y cable de guarda.

### 3.13 CIMENTACIONES DE ESTRUCTURAS

#### 3.13.1 Introducción

Para el cálculo de las cimentaciones de las estructuras metálicas se asumirán valores de las características físicas de los terrenos, tomando como referencia el estudio de geotecnia que se ha realizado para una serie de obras en el área de la mina; Este estudio además tiene un

carácter descriptivo únicamente, careciendo de informes de laboratorio para el caso específico de las líneas de media tensión, cuyas fundaciones son motivo de este trabajo, por lo que las dimensiones y diseños finales se tendrán que verificar en campo en el momento de la instalación.

### 3.13.2 Hipótesis

- a) Son las que se presentan en el cuadro de cargas obtenidos por los cálculos electromecánicos sin mayoración. Ver Anexo 8.1
- b) Se asume un método de cálculo elaborado por el Dr. Sulzberger. Este método requiere del conocimiento del Coeficiente de Compresibilidad “C”, los que se han asumido igual a 4, 8 y 20 kg/cm<sup>3</sup> a 2,0 m de profundidad. Para la estabilidad de la cimentación, el mismo método asume factores de seguridad variables en función de la relación del momento equilibrante dado por las paredes del hueco de la cimentación, comparado con el momento equilibrante dado por la base del hueco de cimentación.
- c) Características de los tipos de suelos asumidos

**CUADRO N° 3.17**

| Coeficiente Compresibilidad C (kg/cm <sup>3</sup> ) | Características de los terrenos                                       |
|---|---|
| 4   | Arcilla húmeda, arena fina y media hasta 1 mm de tamaño de grano      |
| 8   | Grava fina, arena con gravilla y grava hasta 70 mm de tamaño de grano |
| 20  | Grava gruesa y arena gruesa compacta, roca, suelo firme               |

- d) Para el cálculo de enterramiento de los bloques de anclaje para las estructuras con retenidas, se asume igualmente los valores de los ángulos de arrancamiento asumidos por el Dr. Sulzberger los que corresponden a  $7^\circ$ ,  $10^\circ$  y  $20^\circ$ , para los valores del Coeficiente de Comprensibilidad de 4, 8, 20 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. En el Anexo 8.3 se muestran los cálculos de reducción del cortante transversal debido al bloque de fundación.
- e) Los bloques de anclaje se asume de concreto armado de 0,125 m de espesor con lados de 0,40 x 0,40 m ó 0,40 x 0,60 m, según de muestra en los cálculos del Anexo 8.3. El concreto armado debe tener un  $f'_c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> por durabilidad. Si los terrenos pueden contener sulfatos disueltos en mayor proporción a la que se admite en la Norma Peruana de Concreto deberá escogerse el cemento tipo II ó tipo V, según corresponda. Si el terreno tiene cloruros, lo más conveniente es el cemento punzolánico más cemento tipo V, según las agresividad del cloruro.

### **3.13.3 Desarrollo**

- a) Estabilidad de Estructuras SM y AIM

Se considera el momento dado por el cuadro de cargas de los cálculos electromecánicos y se aplica la fórmula Sulzberger. Estos momentos se corrigen automáticamente aumentando en 0,66 de la profundidad de la cimentación por la fuerza horizontal o cortante.

- Momento Equilibrante por las paredes:

$$M_s = \frac{b \times t^3}{36} \times C_t \times 0,01$$

- Momento equilibrante por el piso:

$$M_b = P \times a \times \left( 0,5 - 0,66 \times \sqrt{\frac{P}{2 \times a^2 \times b \times C_b \times 0,01}} \right)$$

Donde:

P = Carga vertical total, incluido el peso de la estructura y del macizo)

a = Ancho del macizo

b = Espesor del macizo

t = Profundidad del macizo

C<sub>t</sub> = Coeficiente del terreno en las paredes laterales

C<sub>b</sub> = Coeficiente del terreno en el fondo de la excavación

La comparación de Ms/Mb obtenida por estas fórmulas se llevan al gráfico que relaciona Seguridad vs Ms/Mb y se obtiene el factor de seguridad que va de 1,5 a 1,0.

El momento equilibrante final es igual a (Ms+Mb)/Factor de seguridad, que tiene que ser mayor al momento de volteo dado por las cargas de servicio.

Los cálculos se muestran en el Anexo 8.2.

#### b) Arrancamiento de Bloques de Anclaje

Para las otras estructuras se asumen que las profundidades de empotramiento de las estructuras (torretas y postes) son las mismas que las obtenidas para la estructura SM (suspensión), de tal manera

que el momento de volteo va ha ser absorbido, una parte por el empotramiento de la estructura en el terreno y la otra parte por el enterramiento de los bloques de anclaje. Para el arrancamiento de los bloques de anclaje se ha asumido un factor de seguridad de 1,5. Los cálculos de los bloques de anclaje se muestran en el Anexo 8.3.

## **CAPITULO IV**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO**

#### **4.1 ESTRUCTURAS METÁLICAS DE CELOSÍA (TORRETAS)**

##### **4.1.1 ALCANCE**

Estas especificaciones técnicas tienen por objeto definir las condiciones del suministro de estructuras metálicas y accesorios para las estructuras de las Líneas de Media Tensión del Proyecto Cerro Corona.

##### **4.1.2 NORMAS APLICABLES**

El conjunto del suministro será previsto de modo que cumpla con las características de la presente especificación y con las Normas IEC y/o sus equivalentes que aseguren igual o superior calidad, pero que deberán ser previamente aprobadas por el Propietario, estas Normas son las siguientes:

ASTM A 36     Standard Specification for General Requirements for Rolled Steel Plates, Shapes, Sheet Piling, and Bars for Structural Use.

ASTM A 572     High Strength Low Alloy Structural Steel Grade 50

ASTM A 394     Galvanized Steel Transmission Tower Bolts and Nuts

ASTM A 153     Zinc Coating (hot dip) on Iron and Steel Hardware

### **4.1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

#### **4.1.3.1 Definición**

Los soportes de alineamiento o suspensión son de tipo autosoportados, mientras que las estructuras de anclaje, es decir, angulares, derivación, terminales, amarre intermedio, etc., se instalarán con retenidas usando cables de acero galvanizado.

#### **4.1.3.2 Tipo de torre**

Las estructuras metálicas serán modulares de base cuadrada o rectangular, de tipo reticulado en perfiles de acero galvanizado, ensamblados por pernos y tuercas. Comprenderá el cuerpo básico de la torreta, sus extensiones y su forma estará de acuerdo a los planos del proyecto.

#### **4.1.3.3 Criterios de Diseño y Cálculo**

##### **4.1.3.3.1 Altura de Extensión**

La altura normal del punto de amarre del conductor inferior para cada tipo de estructura se señala en los planos N° 623-E-35-003 y N° 623-E-35-004, en donde se indican las dimensiones para las estructuras  $\pm 0$  y  $+ 3$  (15,0 y 18,0m respectivamente).

Las estructuras mostradas en los planos están diseñadas de manera que se puedan definir dos alturas básicas, con un tramo básico de 15,0 m, permitiendo una variación de +3 m, hasta alcanzar los 18,0 m. Sin embargo, el tipo de estructura modular de la torre debe considerar un

incremento de altura en caso necesario, con alturas de + 6 y + 9 (es decir 21,0 m y 24,0 m respectivamente). En ese sentido en el plano N° 623-E-35-010, se presenta una estructura de anclaje especial con derivación lateral, conformada por dos torretas, una viga central y un sistema de derivación lateral, con una altura total de 21,0 m, además llevará dos cúspides para colocar el cable de guarda.

La sección de la torre puede ser cuadrangular o rectangular, que es función directa de las cargas transversales y longitudinales.

#### **4.1.3.3.2 Grado de Construcción**

Para las instalaciones de las líneas de media tensión en 13,8 kV se utilizará el Grado de Construcción B.

#### **4.1.3.3.3 Criterios Particulares de Diseño**

En el diseño de las estructuras se procurará reducir al mínimo el número de elementos así como su variedad.

Las conexiones entre perfiles serán diseñadas de manera tal que sus ejes se encuentren en el mismo punto, reduciendo al mínimo las excentricidades.

Las uniones entre los elementos de las estructuras de las torres se realizarán para pernos y tuercas, utilizando también placas de unión donde sea necesario y evitando

soldaduras entre los elementos, todos los miembros de la torre deberán ser ensamblados con no menos de dos pernos. Las estructuras se diseñarán de modo que todas las partes sean accesibles para inspección y limpieza. Los bolsillos o depresiones que pudieran almacenar agua deberán tener huecos de drenaje.

Los empalmes serán capaces de desarrollar los máximos esfuerzos de los miembros.

Al utilizar perfiles de conexión se redondeará el borde angular del perfil interior a fin de que no interfiera con la curvatura de los perfiles de la estructura.

Las dimensiones de base y la cabeza en la torre indicada en los planos deberán ser optimizadas en el diseño, de manera que resulten en el menor peso de la estructura.

#### **4.1.3.4 Prescripciones Constructivas**

##### **a) Materiales**

Para las estructuras se utilizarán perfiles angulares de lados iguales o de lados desiguales y placas de acero normal o de altas resistencia, conforme a las normas ASTM A-36 para el acero normal, A572 grado 50 para el acero de alta resistencia, o en su defecto Normas DIN equivalentes, con las características mínimas mostradas en el Cuadro N° 4.1

**CUADRO N° 4.1**

| <b>Descripción</b>                         | <b>Acero Normal<br/>ASTM A - 36</b> | <b>Acero Alta Resistencia<br/>ASTM A 572<br/>Grado 50</b> |
|--|-------------------------------------|---|
| - Esfuerzo de Rotura (kg/mm <sup>2</sup> ) | 37 – 45                             | 57 – 62   |
| - Límite Elástico (kg/mm <sup>2</sup> )    | 24                                  | 36  |
| - Alargamiento Rotura (%)                  | 25                                  | 22  |

**b) Tamaños Mínimos**

El espesor mínimo permitido para perfiles y placas es de 6mm (3/16") para los elementos de montantes y crucetas y 4mm (1/8") para los demás elementos.

Las dimensiones de los perfiles a utilizar para los elementos montantes y crucetas, así como para todos los demás elementos serán los adecuados de acuerdo a las cargas mecánicas presentadas en los planos. El diámetro mínimo de los pernos será de 16mm para los montantes y crucetas y 12mm para los demás elementos.

Las distancias mínimas y placas a los agujeros taladrados o punzonados serán las siguientes:

**CUADRO N° 4.2**

| <b>Diámetro del Perno<br/>mm (pulgada)</b> | <b>Distancia Mínima<br/>mm (pulgada)</b> |   |
|--|--|---|
|  | <b>Para Bordes<br/>Cortados</b>          | <b>Para Bordes<br/>Volados o<br/>Cortados con<br/>Gas</b> |
| 12 (1/2")                                  | 20 (7/8")                                | 16 (3/4")   |
| 14 (5/8")                                  | 35 (11/8")                               | 20 (7/8")   |
| 16 (3/4")                                  | 70 (11/4")                               | 25 (1")   |
| 20 (7/8")                                  | 80 (11/2")                               | 35 (11/8")  |
| 25 (1")                                    | 100 (13/4")                              | 70 (11/4")  |

Todas las distancias en esta columna podrán ser reducidas en 1/8" cuando el agujero esté en un punto donde el esfuerzo no exceda el 25% del máximo esfuerzo admisible del elemento.

La distancia mínima entre los centros de agujeros no deberá ser menor de 2 2/3 veces el diámetro nominal del perno, pero de preferencia no menor de 3 diámetros.

**c) Juntas**

Las juntas de los montantes serán del tipo de tope. Sin embargo, se podrá utilizar juntas de recubrimiento previa aprobación del Propietario.

Las esquinas de los perfiles cubrejuntas interiores serán chaflanadas a fin de asegurar un contacto directo y continuo entre las paredes de los perfiles a usar. El largo mínimo de las juntas será por lo menos de 300mm con 6 pernos como mínimo.

**d) Soldaduras**

No está permitido el uso de soldadura en ningún elemento principal de las estructuras.

**4.1.3.5 Galvanización**

Todos los elementos de las estructuras de las torres y los destinados a ser empotrados en el concreto, serán galvanizados de conformidad con las Normas ASTM B6, ASTM A 563, ASTM A 123 y A 153, según corresponda. El galvanizado deberá contener no menos de 80% de zinc por peso.

El espesor del recubrimiento de zinc no será inferior a 600 g/m<sup>2</sup> para los elementos de la estructura metálica.

Se aplicará la Especificación Técnica para Pintado N° H318609-000-S-23-003 a todos los elementos de las estructuras metálicas, de acuerdo con los puntos 5 y 9.7 y la Tabla No. 1 de la mencionada especificación.

Si el galvanizado de las piezas va a ser realizado fuera de la planta del fabricante de las estructuras, el proponente lo indicará así en su propuesta.

**"Moho Blanco"**

En el caso que, durante el envío o en el almacenamiento en el sitio, se encuentren partes galvanizadas con formación de "moho blanco", el propietario tendrá la facultad de aprobar un sistema de limpieza y pintura protectora para aplicarse en el terreno, si en su opinión esto es conveniente; Los gastos emergentes de estos trabajos serán

descontados al proveedor, en pagos futuros o de la Carta Fianza de Cumplimiento de Contrato.

#### **4.1.3.6 Pernos y tuercas**

El tamaño y cantidad de los pernos en cada punto de unión de las estructuras serán determinadas en función al valor de las cargas mecánicas, asumiendo los mismos factores de seguridad establecidos en el acápite 1.4.3.5 a).

Los esfuerzos límite a verificarse en el diseño de los pernos y tuercas están basados en los siguientes:

- Para esfuerzos de corte 80% del límite elástico del acero
- Para esfuerzos de tracción 100% del límite elástico del acero

El diámetro mínimo de los pernos será 16mm para los montantes y las crucetas y 12mm para los otros elementos, cualquiera sea su material. En el diseño de las estructuras, se procurará reducir al mínimo el número de diámetros diferentes de pernos que se usarán en cada tipo de torre y de todas maneras, para cada tipo de torre, no se utilizarán más de 3 diámetros diferentes.

El largo de los pernos será tal, que ninguna rosca quedará sometida a esfuerzos de corte una vez montados y ajustados los pernos. La parte roscada deberá sobresalir de la tuerca como máximo la mitad del espesor de la tuerca y mínimo dos roscas. Las roscas terminarán en correspondencia con la arandela.

Las tuercas de los estribos que fijan las cadenas de aisladores y las grapas del cable de tierra a la estructura de la torre serán aseguradas de una manera a aprobarse por el Propietario.

#### **4.1.3.7 Accesorios**

Cada estructura será completada con los accesorios siguientes:

##### **a) Pernos de Escalamiento**

Serán ubicados en los montantes de las estructuras, alternadamente en cada cara exterior del montante cada 40cm desde el dispositivo anti-escalamiento hasta la cúspide de la estructura. Del dispositivo anti-escalamiento al nivel del suelo los pernos del escalamiento serán desmontables.

Los pernos serán de 16 mm (5/8") y tendrán cabezas redondas de 2" de diámetro. El perno mantendrá, sin deformación permanente, una carga vertical mínima de 150kg aplicada en la cabeza del perno.

##### **b) Dispositivos anti - escalamiento**

Serán instalados a una altura entre 4 y 5 metros sobre el nivel del suelo. Estos dispositivos serán propuestos por el fabricante.

## **4.2 POSTES, CRUCETAS, MÉNSULAS Y BLOQUE DE PROTECCIÓN**

### **4.2.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

#### **4.2.1.1 Postes de Concreto**

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.

Luego de instalado el poste, a 3 m de la base del mismo, en bajorrelieve, deberá implementarse una marca que permita inspeccionar la profundidad del empotramiento.

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

- a) Marca o nombre del fabricante
- b) Designación del poste: I/c/d/D; donde:

I= longitud en cm

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

d= diámetro en la cima, en mm

D= diámetro en la base, en mm

- c) Fecha de fabricación

Los agujeros que deben de tener los postes, así como sus dimensiones y espaciamientos entre ellos, se muestran en los planos del proyecto.

#### **4.2.1.2 Crucetas, Ménsulas y Bloque de Protección**

- a) **Cruceta Simétrica**

Serán de concreto armado de 2,00 m de longitud para las

siguientes cargas de trabajo:

Transversal                    500 kg

Longitudinal                    300 kg

Vertical                        150 kg

Su denominación es la siguiente:        Z / 2,0 / 500

**b) Cruceta Asimétrica**

Serán de concreto armado de 1,80 m de longitud, para las siguientes cargas:

Transversal                    250 kg

Longitudinal                    200 kg

Vertical                        100 kg

Su denominación es la siguiente:        Za / 1,8 / 1,2 / 250

**c) Ménsulas**

Serán de concreto armado de 1,20 m y 0,60 m de longitud, para las siguientes cargas:

Longitud                        1,20 m                    0,60 m

Transversal                    300 kg                    250 kg

Longitudinal                    150 kg                    150 kg

Vertical                        150 kg                    150 kg

Su denominación es la siguiente:        M / 1,2 / 300

M / 0,6 / 250

**d) Bloque de Protección**

Serán de concreto armado de 1,60 m de alto, con una base cuadrada de 0,65m de lado enterrado hasta el nivel de 0,80 m, siendo la parte visible de forma tronco cónico de 0,80 m de alto, con una cúspide plana de forma cuadrada de 0,25 m de lado. El bloque de protección tendrá un peso aproximado de 680 kg.

Todas las superficies externas serán lisas y deberá pintarse de color amarillo con rayas diagonales de color negro.

Se utilizarán para la protección de las instalaciones de las líneas de media tensión que estén expuestas al desplazamiento de vehículos motorizados, tanto de las subestaciones biposte, como de los postes y retenidas.

**TABLA N° 4.3 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS****POSTES DE CONCRETO ARMADO**

| <b>N°</b> | <b>CARACTERÍSTICAS</b>                | <b>UNIDAD</b> | <b>VALOR REQUERIDO</b>                      |
|-----------|---------------------------------------|---------------|---|
| 1.0       | FABRICANTE                            |               | CENTRIFUGADO<br>INDECOPI<br><br>NTP 339.027 |
| 2.0       | TIPO                                  |               |   |
| 3.0       | NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS       |               |   |
| 4.0       | LONGITUD DEL POSTE                    | m             | 13      13                                  |
| 5.0       | DIÁMETRO EN LA CIMA                   | mm            | 160      180                                |
| 6.0       | DIÁMETRO EN LA BASE                   | mm            | 340      380                                |
| 7.0       | CARGA DE TRABAJO A 0.15 cm DE LA CIMA | kg            | 300      400                                |
| 8.0       | COEFICIENTE DE SEGURIDAD              |               | 2   |

## **4.3 ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES CRUCETAS Y AISLADORES**

### **4.3.1 NORMAS APLICABLES**

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

ASTM A 7 FORGED STEEL

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

ANSI C 135.1 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR  
GALVANIZED STEEL BOLTS AND NUTS FOR  
OVERHEAD LINE CONSTRUCTION

ANSI C 135.4 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR  
GALVANIZED FERROUS EYEBOLTS AND NUTS FOR  
OVERHEAD LINE CONSTRUCTION

ANSI C 135.5 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR  
GALVANIZED FERROUS EYENUTS AND EYELETS  
FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION

ANSI C 135.3 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC-  
COATED FERROUS LAG SCREWS FOR POLE AND  
TRANSMISSION LINE CONSTRUCTION

ANSI C 135.20 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR LINE

CONSTRUCTION ZINC COATED FERROUS  
INSULATOR CLEVISES

ANSI C 135.31 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC-  
COATED FERROUS SINGLE AND DOUBLE UPSET  
SPOOL INSULATOR BOLTS FOR OVERHEAD LINE  
CONSTRUCTION

#### **4.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES**

Todos los materiales serán galvanizados en caliente con una capa mínima de 250 micras.

##### **4.3.2.1 Perno Maquinado**

Serán de acero forjado galvanizado en caliente (mínimo 250 micras).

Las cabezas de estos pernos serán cuadrados y estarán de acuerdo con la norma ANSI C 135.1

Las tuercas y contratuercas serán también cuadradas.

El diámetro de los pernos será de 16 mm y la longitud de 250 mm.

Estos se instalarán en la parte superior del poste de concreto para la colocación del aislador polimérico tipo pin, en las crucetas para la sujeción del descargador de sobretensiones y del seccionador fusible, según se muestra en el plano del proyecto N° 623-E-35-005.

La carga de rotura mínima para el perno de 16 mm de diámetro será de 55 kN

Cada perno maquinado deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

#### **4.3.2.2 Perno - Ojo**

Será de acero forjado, galvanizado en caliente de 250 mm de longitud y 16 mm de diámetro.

En uno de los extremos tendrá un ojal ovalado, y será roscado en el otro extremo.

La ubicación dentro del ensamble de las crucetas y postes de concreto armado, se muestra en el plano del proyecto N° 623-E-35-005.

La carga de rotura mínima será de 55 kN.

Cada perno ojo deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y una contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

#### **4.3.2.3 Perno Tipo Doble Armado**

Será de acero galvanizado en caliente; totalmente roscado y será suministrado con cuatro tuercas cuadradas y cuatro contratuercas cuadradas de doble concavidad, las que serán debidamente ensambladas al perno.

Tendrán 508 mm de longitud y 16 mm de diámetro.

La carga de rotura mínima será de 55 kN.

Se ubicará para el ensamble de las crucetas y ménsulas de concreto con los postes de concreto armado, según se muestra en el plano del proyecto N° 623-E-35-005.

#### **4.3.2.4 Arandelas**

Serán fabricadas de acero galvanizado y tendrán las dimensiones siguientes:

- Arandela cuadrada curvada de 57 mm de lado y 5 mm de espesor, con un agujero central de 18 mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN.
- Arandela cuadrada plana de 57 mm de lado y 5 mm de espesor, con agujero central de 18 mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN.

En el plano del proyecto N° 623-E-35-005 se muestra su ubicación en el ensamble de las crucetas y postes de concreto.

#### **4.3.2.5 Tuerca - Ojo**

Será de acero forjado o hierro maleable, galvanizado en caliente.

Será adecuada para perno de 16 mm. Su carga mínima de rotura será de 55 kN.

Se ubicará en el ensamble de los aisladores poliméricos de retención o anclaje según se muestra en el plano del proyecto N° 623-E-35-005.

TABLA N° 4.4 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS

## ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES, CRUCETAS Y AISLADORES

| N°         | CARACTERÍSTICAS                       | UNIDAD | VALOR REQUERIDO     |
|------------|---------------------------------------|--------|---------------------|
| <b>1.0</b> | <b>PERNO MAQUINADO</b>                |        |                     |
| 1.1        | FABRICANTE                            |        |                     |
| 1.2        | MATERIAL DE FABRICACIÓN               |        | ACERO               |
| 1.3        | GALVANIZACIÓN SEGÚN NORMA ASTM        |        | Clase B             |
| 1.4        | NORMA DE FABRICACIÓN                  |        | ANSI C 135.1        |
| 1.5        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA                | kN     | 55                  |
| 1.6        | DIÁMETRO DEL PERNO                    | mm     | 16                  |
| 1.7        | LONGITUD DEL PERNO                    | mm     | 250                 |
| 1.8        | FORMA DE LA CABEZA Y TUERCA DEL PERNO |        | CUADRADA            |
| 1.9        | TIPO DE CONTRATUERCA CUADRADA         |        | DOBLE<br>CONCAVIDAD |
| <b>2.0</b> | <b>PERNO OJO</b>                      |        |                     |
| 2.1        | FABRICANTE                            |        |                     |
| 2.2        | MATERIAL DE FABRICACIÓN               |        | ACERO               |
| 2.3        | GALVANIZACIÓN SEGÚN NORMA ASTM        |        | Clase B             |
| 2.4        | NORMA DE FABRICACIÓN                  |        | ANSI C 135.4        |
| 2.5        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA                | kN     | 55                  |
| 2.6        | DIÁMETRO DEL PERNO                    | mm     | 16                  |
| 2.7        | LONGITUD DEL PERNO                    | mm     | 250                 |
| <b>3.0</b> | <b>PERNO TIPO DOBLE ARMADO</b>        |        |                     |
| 3.1        | FABRICANTE                            |        |                     |
| 3.2        | MATERIAL DE FABRICACIÓN               |        | ACERO               |
| 3.3        | GALVANIZACIÓN SEGÚN NORMA ASTM        |        | Clase B             |
| 3.4        | DIÁMETRO DEL PERNO                    | mm     | 16                  |
| 3.5        | LONGITUD DEL PERNO                    | mm     | 508                 |
| 3.6        | NORMA DE FABRICACIÓN                  |        | ANSI C 135.4        |
| 3.7        | CARGA MÍNIMA DE ROTURA                | kN     | 55                  |
| 3.8        | FORMA DE LAS CUATRO TUERCAS DEL PERNO |        | CUADRADA            |
| 3.9        | TIPO DE LAS CUATRO CONTRATUERCAS      |        | DOBLE<br>CONCAVIDAD |
| <b>4.0</b> | <b>ARANDELA CUADRADA PLANA</b>        |        |                     |
| <b>4.1</b> | <b>FABRICANTE</b>                     |        |                     |
| 4.2        | MATERIAL DE FABRICACIÓN               |        | ACERO               |
| 4.3        | GALVANIZACIÓN SEGÚN NORMA ASTM        |        | Clase B             |
| 4.4        | DIMENSIONES                           |        |                     |
| 4.4.1      | LADO                                  | mm     | 57                  |
| 4.4.2      | ESPESOR                               | mm     | 5                   |

| Nº         | CARACTERÍSTICAS                  | UNIDAD | VALOR REQUERIDO |
|------------|----------------------------------|--------|-----------------|
| 4.4.3      | DIÁMETRO DEL AGUJERO CENTRAL     | mm     | 18              |
| 4.5        | CARGA MÍNIMA DE ROTURA POR CORTE | kN     | 55              |
| 4.6        | NORMA PARA INSPECCIÓN Y PRUEBA   |        | UNE 21-158-90   |
| <b>5.0</b> | <b>ARANDELA CUADRADA CURVADA</b> |        |                 |
| 5.1        | FABRICANTE                       |        |                 |
| 5.2        | MATERIAL DE FABRICACIÓN          |        | ACERO           |
| 5.3        | GALVANIZACIÓN SEGÚN NORMA ASTM   |        | Clase B         |
| 5.4        | DIMENSIONES                      |        |                 |
| 5.4.1      | LADO                             | mm     | 57              |
| 5.4.2      | ESPESOR                          | mm     | 5               |
| 5.4.3      | DIÁMETRO DEL AGUJERO CENTRAL     | mm     | 18              |
| 5.4.4      | RADIO DE CURVATURA               | mm     |                 |
| 5.5        | CARGA MÍNIMA DE ROTURA POR CORTE | kN     | 55              |
| 5.6        | NORMA PARA INSPECCIÓN Y PRUEBA   |        | UNE 21-158-90   |
| <b>6.0</b> | <b>TUERCA OJO</b>                |        |                 |
| 6.1        | FABRICANTE                       |        |                 |
| 6.2        | MATERIAL DE FABRICACIÓN          |        | ACERO           |
| 6.3        | GALVANIZACIÓN SEGÚN NORMA ASTM   |        | Clase B         |
| 6.4        | DIMENSIONES                      |        |                 |
| 6.5        | DIÁMETRO DEL PERNO A CONECTAR    | mm     | 16              |
| 6.6        | NORMA DE FABRICACIÓN             |        | ANSI C 135.5    |
| 6.7        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA           | kN     |                 |

## **4.4 CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO (AAAC)**

### **4.4.1 ALCANCE**

Estas Especificaciones Técnicas cubren el suministro de los conductores de aleación de aluminio (AAAC) y describe su calidad mínima aceptable, fabricación, inspección, pruebas y entrega.

### **4.4.2 NORMAS APLICABLES**

Las normas a ser usadas para el suministro de conductor de aleación de aluminio (AAAC), fabricación de los alambres, cableado de los conductores, pruebas e inspección, en el orden y precedencia indicada, según la versión vigente a la fecha serán las siguientes:

IEC 1089 Round Wire Concentric Lay Overhead Electrical Stranded  
Conductors

IEC 104 Aluminum – Magnesium - Silicon Alloy Wire For Overhead  
Line Conductors

Para fabricación:

DIN 48 201 Cables Conductores; Cables de E-Al Mg Si. Hoja 6

ASTM B 398 Aluminum Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purposes

ASTM B 399 Concentric- Lay - Stranded Aluminum Alloy 6201-T81  
Conductors

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

Las dimensiones de los conductores están consignadas en la Tabla de Datos

Técnicos Garantizados y corresponden a las normalizadas por el Propietario.

#### **4.4.3 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL**

El conductor será de aleación de aluminio – magnesio – silicio, cuya composición química deberá estar de acuerdo con la tabla N° 1 de la Norma ASTM B 398 ó a la Hoja 6 de la Norma DIN 48 201. El conductor de aleación de aluminio será desnudo y compuesto de alambres cableados concéntricamente y de un único alambre central. Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano derecha, las capas interiores cableados en sentido contrario entre sí.

Las características principales requeridas son las que se muestran en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

**TABLA N° 4.5 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS**  
**CONDUCTORES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO (AAAC)**

| N°         | CARACTERÍSTICAS                                 | UNIDAD             | VALOR REQUERIDO            |
|------------|---|--------------------|----------------------------|
| <b>1.0</b> | <b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>                |                    |                            |
| 1.1        | FABRICANTE                                      |                    |                            |
| 1.2        | NÚMERO DE ALAMBRES                              |                    | 7      19      19          |
| 1.3        | NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS                 |                    | IEC 1089                   |
|            |   |                    | IEC 104                    |
|            |   |                    | DIN 48 201                 |
|            |   |                    | ASTM 398                   |
| <b>2.0</b> | <b>DIMENSIONES</b>                              |                    |                            |
| 2.1        | SECCIÓN NOMINAL                                 | mm <sup>2</sup>    | 35      70      120        |
| 2.2        | SECCIÓN REAL                                    | mm <sup>2</sup>    | 34,36    65,81    117,00   |
| 2.3        | DIÁMETRO DE LOS ALAMBRES                        | mm                 | 2,50    2,10    2,80       |
| 2.4        | DIÁMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR                 | mm                 | 7,50    10,50    14,00     |
| <b>3.0</b> | <b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>                |                    |                            |
| 3.1        | MASA DEL CONDUCTOR                              | kg/m               | 0,094    0,181    0,322    |
| 3.2        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA                          | kN                 | 9,611    18,387    32,705  |
| 3.3        | MÓDULO DE ELASTICIDAD INICIAL                   | kN/mm <sup>2</sup> |                            |
| 3.4        | MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL                     | kN/mm <sup>2</sup> | 62,76    61,78    61,78    |
| 3.5        | COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA               | 1/°C               | 0,000023                   |
| <b>4.0</b> | <b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>               |                    |                            |
| 4.1        | RESISTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA EN C.C.<br>A 20 °C | ohm/km             | 0,9666    0,5078    0,2850 |
| 4.2        | COEFICIENTE TÉRMICO DE RESISTENCIA ELÉCTRICA    | 1/°C               |                            |

## **4.5 ACCESORIOS PARA EL CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO**

### **4.5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

#### **4.5.1.1 Materiales**

Los materiales para la fabricación de los accesorios del conductor serán de aleaciones de aluminio procedentes de lingotes de primera fusión.

El Fabricante tendrá a disposición del Propietario la documentación que garantice la correspondencia de los materiales utilizados con los ofertados.

#### **4.5.1.2 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.

#### **4.5.1.3 Protección anticorrosiva**

Todos los componentes de los accesorios deberán ser resistentes a la corrosión, ya sea 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 féreos, salvo el acero inoxidable, deberán protegerse en general mediante galvanizado en caliente, de acuerdo con la Norma ASTM 151.

#### **4.5.1.4 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.

### **4.5.2 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS**

#### **4.5.2.1 Grapa de suspensión**

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. La carga de deslizamiento no será inferior al 20% de la carga de rotura del conductor para que el que está destinado la grapa.

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 0° y

20°.

La carga de rotura mínima de la grapa de ángulo será de 70 kN.

Las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalarse con conductores de aleación de aluminio de 35, 70 y 120mm<sup>2</sup>, provistos de varilla de armar premoldeada.

#### **4.5.2.2 Grapa de ángulo**

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.

La carga de deslizamiento no será inferior al 20% de la carga de rotura del conductor para que el que está destinado la grapa.

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 70°.

La carga de rotura mínima de la grapa de ángulo será de 70 kN.

Las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalarse con conductores de aleación de aluminio de 35, 70 y 120mm<sup>2</sup>, provistos de varilla de armar premoldeada.

#### **4.5.2.3 Grapa de anclaje**

Será del tipo conductor pasante (tipo pistola), fabricado con aleación

de aluminio de primera fusión, de comprobada resistencia a la corrosión, tales como: Aluminio-Magnesio, Aluminio-Silicio, Aluminio-Magnesio-Silicio.

El fabricante deberá señalar los torques de apriete que deben aplicarse.

La carga de rotura mínima de la grapa de anclaje será de 70 kN.

Las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalarse con conductores de aleación de aluminio de 35, 70 y 120mm<sup>2</sup>.

Estará provista, como mínimo, de 2 pernos de ajuste.

#### **4.5.2.4 Manguito de empalme**

Será de aleación de aluminio, del tipo compresión. Tendrá una resistencia a la tracción no menor que el 95% de la del conductor al que se aplicará.

Todos los manguitos de empalme presentarán una resistencia eléctrica no mayor que la del respectivo conductor. Estarán libres de todo defecto y no dañarán al conductor luego de efectuada la compresión pertinente.

Estos manguitos de empalme serán apropiados para conductores de aleación de aluminio de 35, 70 y 120mm<sup>2</sup>

#### **4.5.2.5 Manguito de reparación**

Será de aleación de aluminio, del tipo compresión, apropiado para reforzar los conductores con alambres dañados.

Estos manguitos de reparación serán apropiados para conductores de

aleación de aluminio de 35, 70 y 120mm<sup>2</sup>

#### **4.5.2.6 Conector tipo cuña**

Conector formado por una pieza exterior en forma de “C” cónica fabricada con aleación de aluminio templado, dentro del cual va insertada una cuña de especial composición.

Sus dimensiones serán adecuadas para alojar conductores de aleación de aluminio de 35, 70 y 120 mm<sup>2</sup>.

#### **4.5.2.7 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.

#### **4.5.2.8 Alambre de amarre**

El alambre de amarre será de aluminio recocido de 16 mm<sup>2</sup>.

**TABLA N° 4.6 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS  
ACCESORIOS PARA EL CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO**

| <b>N°</b>  | <b>CARACTERISTICAS</b>  | <b>UNIDAD</b> | <b>VALOR REQUERIDO</b> |
|------------|---|---------------|------------------------|
| <b>1.0</b> | <b>GRAPA DE SUSPENSIÓN</b>  |               |                        |
| 1.1        | MATERIAL  |               | ALEACIÓN DE ALUMINIO   |
| 1.2        | RANGO DE DIÁMETROS DE CONDUCTORES<br>INCLUYENDO VARILLAS DE ARMAR | mm            | 5 - 16                 |
| 1.3        | RANGO DE ANGULO DE UTILIZACIÓN                                    | Grados        | 0 - 20                 |
| 1.4        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA  | kN            | 70                     |
| <b>2.0</b> | <b>GRAPA DE ÁNGULO</b>  |               |                        |
| 2.1        | MATERIAL  |               | ALEACIÓN DE ALUMINIO   |
| 2.2        | RANGO DE DIÁMETROS DE CONDUCTORES<br>INCLUYENDO VARILLAS DE ARMAR | mm            | 5 - 16                 |
| 2.3        | RANGO DE ÁNGULO DE UTILIZACIÓN                                    | Grados        | 20 - 70                |
| 2.4        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA  | kN            | 70                     |
| <b>3.0</b> | <b>GRAPA DE ANCLAJE</b>   |               |                        |
| 3.1        | MATERIAL  |               | ALEACIÓN DE ALUMINIO   |
| 3.5        | RANGO DE DIÁMETROS DE CONDUCTORES                                 | mm            | 5 - 16                 |
| 3.6        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA  | kN            | 70                     |
| <b>4.0</b> | <b>MANGUITO DE EMPALME</b>  |               |                        |
| 4.1        | FABRICANTE  |               |                        |
| 4.2        | NÚMERO DE CATÁLOGO DEL FABRICANTE                                 |               |                        |
| 4.3        | MODELO O CÓDIGO DEL FABRICANTE                                    |               |                        |
| 4.4        | MATERIAL  |               | ALEACIÓN DE ALUMINIO   |

**TABLA N° 4.6 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS  
ACCESORIOS PARA EL CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO**

| N°         | CARACTERISTICAS                   | UNIDAD          | VALOR REQUERIDO      |
|------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------|
| 4.5        | SECCIÓN DEL CONDUCTOR             | mm <sup>2</sup> | 35 70 120            |
| 4.6        | LONGITUD                          | m               |                      |
| 4.7        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA            | kN              |                      |
| <b>5.0</b> | <b>MANGUITO DE REPARACIÓN</b>     |                 |                      |
| 5.1        | FABRICANTE                        |                 |                      |
| 5.2        | NÚMERO DE CATÁLOGO DEL FABRICANTE |                 |                      |
| 5.3        | MODELO O CÓDIGO DEL FABRICANTE    |                 |                      |
| 5.4        | MATERIAL                          |                 | ALEACIÓN DE ALUMINIO |
| 5.5        | SECCIÓN DE CONDUCTOR              | mm <sup>2</sup> | 35 70 120            |
| 5.6        | LONGITUD                          | m               |                      |
| 5.7        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA            | kN              |                      |
| <b>6.0</b> | <b>CONECTOR TIPO CUÑA</b>         |                 |                      |
| 6.1        | FABRICANTE                        |                 |                      |
| 6.2        | NÚMERO DE CATÁLOGO DE FABRICANTE  |                 |                      |
| 6.3        | MODELO O CODIGO DEL FABRICANTE    |                 |                      |
| 6.4        | MATERIAL                          |                 | ALEACIÓN DE ALUMINIO |
| 6.5        | SECCIÓN DEL CONDUCTOR             | mm <sup>2</sup> | 35 70 120            |
| 6.6        | DIMENSIONES (ADJUNTAR PLANOS)     | mm              |                      |

## **4.6 AISLADORES POLIMÉRICOS TIPO SUSPENSIÓN**

### **4.6.1 NORMAS APLICABLES**

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

ANSI C29.11 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR  
COMPOSITE SUSPENSION INSULATORS FOR  
OVERHEAD TRANSMISSION LINE TESTS

IEC 1109 COMPOSITE INSULATORS FOR A.C. OVERHEAD  
LINES WITH A NOMINAL VOLTAGE GREATER THAN  
1000 V – DEFINITIONS, TEST METHODS AND  
ACCEPTANCE CRITERIA.

IEC 815 GUIDE FOR SELECTION OF INSULATORS IN  
RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS

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

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

### **4.6.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

#### **4.6.2.1 Núcleo**

El núcleo será de fibra de vidrio reforzada con resina epóxica de alta dureza, resistente a los ácidos y, por lo tanto, a la rotura frágil; tendrá forma cilíndrica y estará destinado a soportar la carga

mecánica aplicada al aislador. El núcleo deberá estar libre de burbujas de aire, sustancias extrañas o defectos de fabricación.

#### **3.6.2.2 Recubrimiento del Núcleo**

El núcleo de fibra de vidrio tendrá un revestimiento hidrófugo de goma de silicón de una sola pieza aplicado por extrusión o moldeo por inyección. Este recubrimiento no tendrá juntas ni costuras, será uniforme, libre de imperfecciones y estará firmemente unido al núcleo; tendrá un espesor mínimo de 3 mm. en todos sus puntos. La resistencia de la interfase entre el recubrimiento de la goma de silicón y el cilindro de fibra de vidrio será mayor que la resistencia de desgarramiento (tearing strength) de la Goma de silicón.

#### **4.6.2.3 Aletas Aislantes**

Las aletas aislantes serán también hidrófugas de goma de silicón y estarán firmemente unidas a la cubierta del cilindro de fibra de vidrio por moldeo, como parte de la cubierta. Las aletas aislantes presentarán diámetros iguales o diferentes y tendrán, preferiblemente, un perfil diseñado de acuerdo con las recomendaciones de la Norma IEC 815.

La longitud de la línea de fuga requerida deberá lograrse con el necesario número de aletas.

El recubrimiento y las aletas serán de color gris.

#### **4.6.2.4 Herrajes Extremos**

Los herrajes extremos para los aisladores de suspensión estarán destinados a transmitir la carga mecánica al núcleo de fibra de

vidrio. La conexión entre los herrajes y el núcleo de fibra de vidrio se efectuará por medio de compresión radial de tal manera que asegure una distribución uniforme de la carga alrededor de este último.

Los herrajes para los aisladores tipo suspensión deberán ser de acero forjado o hierro maleable; el galvanizado corresponderá a la clase "C" según la Norma ASTM A 153.

**TABLA N° 4.7 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS****AISLADOR POLIMÉRICO TIPO SUSPENSIÓN PARA 13,8 kV**

| <b>N°</b> | <b>CARACTERÍSTICAS</b>                | <b>UNIDAD</b> | <b>VALOR REQUERIDO</b>                |
|-----------|---------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| 1.0       | NORMAS APLICABLES                     |               | IEC- 1109                             |
| 2.0       | TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN           | kV            | ANSI -C 29.11<br>36                   |
| 3.0       | MATERIAL DEL NÚCLEO                   |               | FIBRA DE VIDRIO                       |
| 4.0       | MATERIAL DEL RECUBRIMIENTO DEL NÚCLEO |               | GOMA DE SILICÓN                       |
| 5.0       | MATERIAL DE LAS CAMPANAS              |               | GOMA DE SILICÓN                       |
| 6.0       | MATERIAL DE LOS HERRAJES              |               | ACERO FORJADO<br>O HIERRO<br>ASTM 153 |
| 6.0       | NORMA DE GALVANIZACIÓN                |               | ASTM 153                              |
| 8.0       | HERRAJE EXTREMO DE ESTRUCTURA         |               | HORQUILLA                             |
| 9.0       | HERRAJE DEL EXTREMO DE LINEA          |               | OJO                                   |
| 10.0      | CAPA DE GALVANIZACIÓN                 |               | Clase B                               |
| 11.0      | LONGITUD DE LÍNEA DE FUGA MÍNIMA      | mm            | 650                                   |
| 12.0      | DISTANCIA DE ARCO EN SECO             | mm            | 450                                   |
| 13.0      | LONGITUD TOTAL                        | mm            | 635                                   |
| 14.0      | NÚMERO DE CAMPANAS                    | mm            | 8                                     |
| 15.0      | DIÁMETRO DE CADA CAMPANA              | mm            | 76                                    |
| 16.0      | MASA TOTAL                            | kg            | 1,5                                   |
| 17.0      | CARGA MECÁNICA GARANTIZADA (SML)      | kN            | 70                                    |
| 18.0      | CARGA MECÁNICA DE RUTINA (RTL)        | kN            | 35                                    |
|           | TENSIONES ELÉCTRICAS DE PRUEBA        |               |                                       |
| 19.0      | TENSION DISRUPTIVA CRITICA AL IMPULSO |               |                                       |
|           | - POSITIVA                            | kV            | 325                                   |
|           | - NEGATIVA                            | kV            | 360                                   |
| 20.0      | TENSIÓN DISRUPTIVA A BAJA FRECUENCIA  |               |                                       |
|           | - EN SECO                             | kV            | 200                                   |
|           | - BAJO LLUVIA                         | kV            | 160                                   |

## **4.7 AISLADORES TIPO LINE POST POLIMERICOS**

### **4.7.1 NORMAS APLICABLES**

Los aisladores tipo Line Post, materia de esta especificación, cumplirán, en lo que sea pertinente, con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de convocatoria de la licitación:

ANSI C29.11 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR  
COMPOSITE SUSPENSION INSULATORS FOR  
OVERHEAD TRANSMISSION LINES TESTS

IEC 1109 COMPOSITE INSULATORS FOR A. C. OVERHEAD  
LINES WITH A NOMINAL VOLTAGE GREATER THAN  
1 000 V – DEFINITIONS, TEST METHODS AND  
ACCEPTANCE CRITERIA

IEC 815 GUIDE FOR SELECTION OF INSULATORS IN  
RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS

ASTM A153 SPECIFICATION FOR ZINC COATING (HOT DIP) ON  
IRON AND STEEL HARDWARE

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

### **4.7.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

#### **4.7.2.1 Núcleo**

El núcleo será de fibra de vidrio reforzado con resina epóxica de alta dureza resistente a los ácidos y, por tanto, a la rotura frágil; tendrá forma cilíndrica y estará destinado a soportar las cargas mecánicas de

flexión, compresión y tracción aplicadas al aislador. El núcleo deberá estar libre de burbujas de aire, sustancias extrañas o defectos de fabricación.

#### **4.7.2.2 Recubrimiento del núcleo**

El núcleo de fibra de vidrio tendrá un revestimiento hidrófugo de Goma de Silicón (99,9 % silicona) de una sola pieza aplicado por extrusión o moldeo por inyección. Este recubrimiento no tendrá juntas ni costuras, será uniforme, libre de imperfecciones y estará firmemente unido al núcleo; tendrá un espesor mínimo de 3 mm en todos sus puntos. La resistencia de la interfase entre el recubrimiento de Goma de Silicón y el cilindro de fibra de vidrio será mayor que la resistencia al desgarramiento (tearing strength) de la Goma de Silicón.

#### **4.7.2.3 Aletas aislantes**

Las aletas aislantes serán, también hidrófugas de Goma de Silicón y estarán firmemente unidas a la cubierta del núcleo de fibra de vidrio por moldeo como parte de la cubierta. Presentarán diámetros uniformes o diferentes y tendrán un perfil diseñado de acuerdo con las recomendaciones de la Norma IEC 815. La longitud de la línea de fuga requerida deberá lograrse mediante la provisión del necesario número de aletas. El recubrimiento y las aletas serán de color gris.

#### **4.7.2.4 HERRAJES DE LOS EXTREMOS**

La base-soporte del aislador Line Post será de acero forjado galvanizado de las dimensiones apropiadas para soportar las cargas mecánicas especificadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados;

tendrá un agujero roscado de 20,64 mm de diámetro para conectarse a espárrago de 19 mm de diámetro. El extremo terminal para conectarse al conductor será de aleación de aluminio y tendrá la forma y dimensiones aproximadas que se muestran en los planos del proyecto.

Los herrajes de los extremos estarán destinados a transmitir la carga mecánica al núcleo de fibra de vidrio; la conexión entre los herrajes y el núcleo de fibra de vidrio se efectuará por medio de compresión radial, de tal manera que asegure una distribución uniforme de la carga alrededor de la circunferencia de este último.

Los elementos de hierro y acero serán galvanizados según la Norma ASTM A 153 clase "C".

El suministro incluirá los espárragos y braquetes de fijación cuyas dimensiones y características geométricas se muestran en los planos.

La capacidad mecánica de estos accesorios será definida por el proveedor y será compatible con la del aislador.

**TABLA Nº 4.8 : CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS REQUERIDAS** **AISLADOR TIPO LINE POST POLIMÉRICO**

| Nº   | CARACTERÍSTICAS                                    | UNIDAD | VALOR REQUERIDO                       |
|------|--|--------|---------------------------------------|
| 1.0  | FABRICANTE   |        |                                       |
| 2.0  | MODELO O NÚMERO DE CATÁLOGO                        |        |                                       |
| 3.0  | PAÍS DE FABRICACIÓN                                |        |                                       |
| 4.0  | NORMAS APLICABLES                                  |        | IEC-1109<br>ANSI – 29.11              |
| 5.0  | TENSIÓN DE DISEÑO                                  | kV     | 36                                    |
| 6.0  | MATERIAL DEL NÚCLEO                                |        | FIBRA DE VIDRIO<br>REFORZADO          |
| 7.0  | MATERIAL DEL RECUBRIMIENTO DEL NÚCLEO              |        | GOMA DE SILICON                       |
| 8.0  | MATERIAL DE LAS CAMPANAS                           |        | GOMA DE SILICON                       |
|      | HERRAJES   |        |                                       |
| 9.0  | MATERIAL DEL SOPORTE BASE                          |        | ACERO FORJADO<br>O HIERRO<br>MALEABLE |
| 10.0 | MATERIAL DEL TERMINAL EXTREMO (LADO DEL CONDUCTOR) |        | ALEACION DE ALUMINIO                  |
| 11.0 | NORMA DE GALVANIZACION                             |        | ASTM 153                              |
|      | DIMENSIONES Y MASA                                 |        |                                       |
| 12.0 | LONGITUD DE LINEA DE FUGA                          | mm     | 650                                   |
|      | VALORES DE RESISTENCIA MECÁNICA                    |        |                                       |
| 13.0 | CARGA MECÁNICA DE FLEXIÓN                          | kN     | 10                                    |
| 14.0 | CARGA MECÁNICA DE COMPRESIÓN                       | kN     |                                       |
| 15.0 | CARGA MECÁNICA DE TRACCIÓN                         | kN     |                                       |
|      | TENSIONES ELÉCTRICAS DE PRUEBA                     |        |                                       |
| 16.0 | TENSIÓN DISRUPTIVA CRITICA AL IMPULSO              |        |                                       |
|      | - POSITIVA   | kV     | 180                                   |
|      | - NEGATIVA   | kV     | 205                                   |
| 17.0 | TENSIÓN DISRUPTIVA A BAJA FRECUENCIA               |        |                                       |
| 18.0 | - EN SECO  | kV     | 115                                   |
|      | - BAJO LLUVIA                                      | kV     | 85                                    |

## **4.8 CABLE DE ACERO GRADO EXTRA ALTA RESISTENCIA (EHS)**

### **4.8.1 NORMAS APLICABLES**

El cable de acero, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

ASTM A 485    STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED  
STEEL WIRE STRAND

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

### **4.8.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE**

Serán usadas para las retenidas y el cable de guarda, el cable será de acero galvanizado de grado EXTRA ALTA RESISTENCIA (EHS); 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 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 será 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 485.

#### **4.8.4 CABLEADO**

Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda.

#### **4.8.5 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 8 alambres, se aceptarán uniones en alambres individuales sólo si no existiera más de una unión en un tramo. No se aceptará, en ningún caso, uniones o empalmes realizados al cable terminado.

**TABLA Nº 4.9 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS**  
**CABLE DE ACERO DE EXTRA ALTA RESISTENCIA PARA CABLE**  
**DE GUARDA**

| <b>Nº</b> | <b>CARACTERISTICAS</b>                      | <b>UNIDAD</b>      | <b>VALOR REQUERIDO</b> |
|-----------|---|--------------------|------------------------|
| 1.0       | FABRICANTE                                  |                    |                        |
| 2.0       | PAÍS DE FABRICACIÓN                         |                    |                        |
| 3.0       | NÚMERO O CÓDIGO DEL CATÁLOGO DEL FABRICANTE |                    |                        |
| 4.0       | MATERIAL                                    |                    | ACERO                  |
| 5.0       | GRADO                                       |                    | EXTRA ALTA RESISTENCIA |
| 6.0       | CLASE DE GALVANIZACIÓN SEGÚN NORMA ASTM     |                    | B                      |
| 7.0       | DIÁMETRO NOMINAL                            | mm                 | 6,35                   |
| 8.0       | NÚMERO DE ALAMBRES                          | N                  | 7                      |
| 9.0       | DIÁMETRO DE CADA ALAMBRE                    | mm                 | 2,03                   |
| 10.0      | SECCIÓN NOMINAL                             | mm <sup>2</sup>    | 22,70                  |
| 11.0      | CARGA DE ROTURA MÍNIMA                      | kN                 | 29,636                 |
| 12.0      | SENTIDO DEL CABLEADO                        |                    | IZQUIERDO              |
| 13.0      | MASA  | kg/m               | 0,181                  |
| 14.0      | MÓDULO DE ELASTICIDAD INICIAL               | kN/mm <sup>2</sup> |                        |
| 15.0      | MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL                 | kN/mm <sup>2</sup> | 78,454                 |
| 16.0      | COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA           | 1/C°               | 1,15x10 <sup>-6</sup>  |
| 17.0      | NORMA DE FABRICACIÓN                        | ASTM               | A 475                  |

**TABLA N° 4.10 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS****CABLE DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA PARA RETENIDAS**

| <b>N°</b> | <b>CARACTERÍSTICAS</b>                      | <b>UNIDAD</b>      | <b>VALOR REQUERIDO</b> |
|-----------|---|--------------------|------------------------|
| 1.0       | FABRICANTE                                  |                    |                        |
| 2.0       | PAÍS DE FABRICACIÓN                         |                    |                        |
| 3.0       | NÚMERO O CÓDIGO DEL CATÁLOGO DEL FABRICANTE |                    |                        |
| 4.0       | MATERIAL                                    |                    | ACERO                  |
| 5.0       | GRADO                                       |                    | ALTA RESISTENCIA       |
| 6.0       | CLASE DE GALVANIZACIÓN SEGÚN NORMA ASTM     |                    | B                      |
| 7.0       | DIÁMETRO NOMINAL                            | mm                 | 9,52                   |
| 8.0       | NÚMERO DE ALAMBRES                          |                    | 7                      |
| 9.0       | DIÁMETRO DE CADA ALAMBRE                    | mm                 |                        |
| 10.0      | SECCIÓN NOMINAL                             | mm <sup>2</sup>    | 51,08                  |
| 11.0      | CARGA DE ROTURA MÍNIMA                      | kN                 | 68,67                  |
| 12.0      | SENTIDO DEL CABLEADO                        |                    | IZQUIERDO              |
| 13.0      | MASA  | kg/m               | 0,407                  |
| 14.0      | MÓDULO DE ELASTICIDAD INICIAL               | kN/mm <sup>2</sup> |                        |
| 15.0      | MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL                 | kN/mm <sup>2</sup> | 78,454                 |
| 16.0      | COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA           | 1/C°               | 1,15x10 <sup>-6</sup>  |
| 17.0      | NORMA DE FABRICACIÓN                        | ASTM               | A 475                  |

## **4.9 ACCESORIOS METÁLICOS PARA CABLES DE GUARDA**

### **4.9.1 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES**

Todos los accesorios serán de hierro maleable o acero galvanizado en caliente, para usarse en los armados de las estructuras.

Todas las partes metálicas estarán libres de herrumbre, rebabas, aristas angulosas y otros defectos; serán hechas de tal modo que las piezas puedan ensamblarse adecuadamente con las piezas asociadas y también desmontarse fácilmente. Todas las partes metálicas ferrosas, excepto aquellas de acero inoxidable serán galvanizadas en caliente, el galvanizado tendrá textura lisa y se efectuará después de cualquier trabajo de maquinado.

La preparación del material para el galvanizado y el proceso mismo de galvanizado, no afectarán las propiedades de las piezas trabajadas, que a continuación se detalla:

#### **4.9.1.1 Grapa de Anclaje**

Será del tipo pistola y la carga de rotura mínima de la grapa de anclaje será de 30 kN. El fabricante deberá señalar los torques de apriete que deben aplicarse.

Las dimensiones de la grapa de anclaje serán adecuadas para instalarse con cable de acero de 6,10mm de diámetro. Estará provista, de un perno tipo “U” de ajuste.

#### **4.9.1.2 Adaptador Horquilla Ojo**

Será una pieza que unirá el grillete a la grapa de anclaje. La carga de rotura mínima será de 30kN. Sus dimensiones serán apropiadas

para el ensamble.

#### **4.9.1.3 Conector para cable de acero**

El fabricante deberá señalar los torques de apriete que deben aplicarse. Será de dos pernos y trabajará si tensión mecánica. Sus dimensiones serán adecuadas para alojar el cable de acero de 6,35 mm de diámetro.

TABLA N° 4.11 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS

## ACCESORIOS METÁLICOS PARA CABLE DE GUARDA

| N°         | CARACTERÍSTICAS                                    | UNIDAD | VALOR REQUERIDO |
|------------|--|--------|-----------------|
| <b>1.0</b> | <b><u>GRAPA DE ANCLAJE PARA CABLE DE ACERO</u></b> |        |                 |
| 1.1        | FABRICANTE   |        |                 |
| 1.2        | MATERIAL   |        | ACERO           |
| 1.3        | RANGO DE DIÁMETROS DE CONDUCTORES                  | mm     | 4, 6 – 11,6     |
| 1.4        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA                             | kN     | 30              |
| 1.5        | NORMA DE FABRICACIÓN                               |        |                 |
| <b>2.0</b> | <b><u>ADAPTADOR HORQUILLA OJO</u></b>              |        |                 |
| 2.1        | FABRICANTE   |        |                 |
| 2.2        | MATERIAL   |        | ACERO           |
| 2.3        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA                             | N-m    | 30              |
| 2.4        | NORMA DE FABRICACIÓN                               |        |                 |
| 2.5        | MASA POR UNIDAD                                    | kg     |                 |
| <b>3.0</b> | <b><u>CONECTOR PARA CABLE DE ACERO</u></b>         |        |                 |
| 3.1        | FABRICANTE   |        | ACERO           |
| 3.2        | MATERIAL   |        | 23              |
| 3.3        | SECCIÓN DEL CABLE DE GUARDA                        |        |                 |

## **4.10 ACCESORIOS METÁLICOS PARA RETENIDAS**

### **4.10.1 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL**

#### **a. Varilla de Anclaje**

Será de acero al carbono A 34R mínimo, forjado y galvanizado en caliente. Estará provista de un ojal – guardacabo de una vía en un extremo, y roscado en el otro, con tuerca del mismo material en ese extremo

La varilla tendrá 19 mm (3/4") de diámetro x 2,40m de longitud y carga mínima de rotura de 70 kN.

#### **b. Arandela cuadrada plana**

Serán de acero galvanizado de 102 x 102 x 13 mm (4" x 4" x 1/2"), provista de un agujero de 24 mm (15/16") de diámetro. Servirá de retención al bloque de concreto y la varilla. Carga mínima de rotura es de 70 kN.

#### **c. Arandela cuadrada curvada**

Será de acero galvanizado de 75 x 75 x 6,0 mm (3" x 3" x 1/4") con agujero central de 24 mm (15/16") de diámetro. Su carga mínima de rotura es de 70 kN.

#### **d. Bloque de anclaje**

Será de concreto armado fabricado con malla de acero corrugado de 13 mm (1/2") de diámetro. Tendrá agujero central de 23 mm de diámetro. Las dimensiones se especifican en los planos de armado de retenida y de cimentaciones.

#### **e. Mordaza preformada**

La mordaza preformada será de acero galvanizado y adecuado para el cable de acero a utilizarse.

**f. Perno angular con ojal guardacabo**

Será de acero forjado y galvanizado en caliente. Su diámetro será de 22 mm (7/8") y una longitud de 305 mm (12"), provistos de una tuerca. La carga mínima de rotura será de 70 kN.

**g. Canaleta protectora para cable de retenida**

Será de acero galvanizado en caliente y vendrán provistas de grapas con pernos tipo "U" para su fijación directamente al cable de retenida, la plancha tendrá un espesor mínimo de 6mm (1/4") y tendrá una longitud de 2,4m (8' - 0").

**TABLA N° 4.12 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS**  
**ACCESORIOS METÁLICOS PARA RETENIDAS**

| N°         | CARACTERÍSTICAS                       | UNIDAD | VALOR REQUERIDO |
|------------|---------------------------------------|--------|-----------------|
| <b>1.0</b> | <b>VARILLA DE ANCLAJE –GUARDACABO</b> |        |                 |
| 1.1        | MATERIAL                              |        | ACERO           |
| 1.2        | CLASE DE GALVANIZACIÓN SEGÚN ASTM     |        | FORJADO         |
| 1.3        | DIMENSIONES                           |        | C               |
|            | LONGITUD                              | m      | 2,40            |
|            | DIÁMETRO                              | mm     | 19              |
| 1.4        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA                | kN     | 70              |
| 1.5        | PESO POR UNIDAD                       | kg     |                 |
| 1.6        | NORMA DE FABRICACIÓN                  | ANSI   | C 135.2         |
| <b>2.0</b> | <b>ARANDELA CUADRADA PLANA</b>        |        |                 |
| 2.1        | MATERIAL                              |        | ACERO           |
| 2.2        | CLASE DE GALVANIZACIÓN SEGÚN ASTM     |        | C               |
| 2.3        | DIMENSIONES (ARANDELA CUADRADA PLANA) |        |                 |
|            | LADO                                  | mm     | 102             |
|            | ESPESOR                               | mm     | 13              |
|            | DIÁMETRO DE AGUJERO CENTRAL           | mm     | 24              |
| 2.4        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA                | kN     | 70              |
| <b>3.0</b> | <b>ARANDELA CUADRADA CURVA</b>        |        |                 |
| 3.1        | MATERIAL                              |        | ACERO           |
| 3.2        | CLASE DE GALVANIZACIÓN                |        | C               |
| 3.3        | CARGA MÁXIMA DE TRABAJO               | kN     | 70              |
| 3.4        | DIMENSIONES (ADJUNTAR PLANOS)         |        |                 |
|            | - Lado x lado                         | mm     | 75 x 75         |
| 3.5        | - Espesor                             |        | 6               |

| N°         | CARACTERÍSTICAS                           | UNIDAD | VALOR REQUERIDO |
|------------|---|--------|-----------------|
| <b>4.0</b> | <b>MORDAZA PREFORMADA</b>                 |        |                 |
| 4.1        | MATERIAL                                  |        | ACERO           |
| 4.2        | DIAMETRO DEL CABLE A SUJETAR              | mm     | 10              |
| 4.3        | CARGA MÁXIMA DE TRABAJO                   | kN     | 70              |
| 4.4        | DIMENSIONES (ADJUNTAR PLANOS)             | mm     |                 |
| 4.5        | MASA POR UNIDAD                           | kg     |                 |
| 4.6        | NORMA DE FABRICACIÓN                      |        |                 |
| <b>5.0</b> | <b>PERNO ANGULAR CON OJAL -GUARDACABO</b> |        |                 |
| 5.1        | FABRICANTE                                |        |                 |
| 5.2        | MATERIAL                                  |        | ACERO FORJADO   |
| 5.3        | CLASE DE GALVANIZACIÓN SEGÚN ASTM         |        | C               |
| 5.4        | DIMENSIONES                               |        |                 |
| 5.5        | LONGITUD DEL PERNO                        | mm     | 305             |
| 5.6        | DIAMETRO DEL PERNO                        | mm     | 22              |
| 5.7        | CARGA DE ROTURA MÍNIMA                    | kN     | 70              |
| 5.8        | PESO POR UNIDAD                           |        |                 |
| 5.9        | NORMA DE FABRICACIÓN                      |        | ANSI C 135.4    |
| <b>6.0</b> | <b>CANALETA METÁLICA</b>                  |        |                 |
| 6.1        | FABRICANTE                                |        |                 |
| 6.2        | MATERIAL                                  |        | ACERO           |
| 6.3        | DIÁMETRO DE CABLE A SUJETAR               | mm     | 10              |
| 6.4        | LONGITUD                                  | m      | 2,40            |



**4.11.2.2 Conector de Vías Paralelas**

Se emplearán para conectar conductores del mismo tipo de material; sirve para unir el conductor de cobre de la puesta a tierra debajo de la superficie del terreno y será para sección de conductor de cobre de 35 mm<sup>2</sup>.

**4.11.2.3 Conector Estructura - Conductor**

Se empleará para conectar las estructuras metálicas con el conductor de cobre de 35 mm<sup>2</sup> que se utilizará como contrapeso.

**4.11.2.4 Otros**

En terrenos con altas resistividades y/o en donde se requiera necesariamente bajas resistencias de puesta a tierra, se podrá utilizar materiales de tipo conductivo.

**TABLA N° 4.13 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS**

**MATERIALES DE PUESTA A TIERRA**

| N°   | CARACTERÍSTICAS  | UNIDAD             | VALOR REQUERIDO |
|------|--|--------------------|-----------------|
| 1.0  | <b>CONDUCTOR DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA</b>                                   |                    |                 |
| 1.1  | <u>CARACTERÍSTICAS GENERALES</u><br>FABRICANTE                                   |                    |                 |
| 1.2  | PAIS DE FABRICACIÓN  |                    | 7               |
| 1.3  | NUMERO DE ALAMBRES   | ITINTEC            | 370.042         |
| 1.4  | NORMA DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS   |                    |                 |
| 1.5  | <u>DIMENSIONES</u><br>SECCIÓN NOMINAL  | mm <sup>2</sup>    | 35              |
| 1.6  | SECCIÓN REAL   | mm <sup>2</sup>    |                 |
| 1.7  | DIÁMETRO DE LOS ALAMBRES   | mm                 | 2,5             |
| 1.8  | DIÁMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR  | mm                 | 7,5             |
| 1.9  | <u>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</u><br>MASA DEL CONDUCTOR                           | kg/m               | 0,31            |
| 1.10 | CARGA DE ROTURA MINIMA   | kN                 | 14,50           |
| 1.11 | MÓDULO DE ELASTICIDAD INICIAL  | kN/mm <sup>2</sup> |                 |
| 1.12 | MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL  | kN/mm <sup>2</sup> |                 |
| 1.13 | COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA  | 1/°C               |                 |
| 1.14 | <u>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</u><br>RESISTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA EN C.C. A 20°C | ohm/km             | 0,520           |
| 1.15 | COEFICIENTE TÉRMICO DE RESISTENCIA   | 1/°C               | 0,00384         |

| N°         | CARACTERÍSTICAS  | UNIDAD          | VALOR REQUERIDO |
|------------|--|-----------------|-----------------|
| <b>2.0</b> | <b>CONECTOR DE VIAS PARALELAS PARA CONDUCTOR DE COBRE DE PUESTA A TIERRA</b> |                 |                 |
| 2.1        | FABRICANTE   |                 |                 |
| 2.2        | MATERIAL   |                 | COBRE           |
| 2.3        | NORMA DE FABRICACIÓN   |                 |                 |
| 2.4        | DIÁMETRO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL   | mm              | 6,45            |
| 2.5        | DIÁMETRO DEL CONDUCTOR SECUNDARIO  | mm              | 6,45            |
| 2.6        | NÚMERO DEL CATÁLOGO DEL FABRICANTE   |                 |                 |
| 2.7        | TORQUE DE AJUSTE RECOMENDADO   | N-m             |                 |
| 2.8        | DIMENSIONES (Adjuntar plano)   |                 |                 |
| 2.9        | PESO POR UNIDAD  | kg              |                 |
| <b>3.0</b> | <b>CONECTOR ESTRUCTURA – CONDUCTOR</b>                                       |                 |                 |
| 3.1        | FABRICANTE   |                 |                 |
| 3.2        | MATERIAL   |                 | BIMETALICO      |
| 3.3        | DIÁMETRO DE CONDUCTOR  | mm              | 7,5             |
| 3.4        | SECCIÓN DEL CONDUCTOR  | mm <sup>2</sup> | 35              |
| 3.5        | NORMA DE FABRICACIÓN   |                 |                 |



concéntrico, con una conductividad del 100% ASTM B-3; tendrá las características que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

**b. Aislamiento**

El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE), tendrá el espesor y las características eléctricas que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

**c. Cubierta semiconductora**

Será una capa de compuesto semiconductor aplicado por extrusión sobre el conductor y sobre el aislamiento.

**d. Pantalla metálica**

Estará compuesta de cinta de cobre recocido o de alambres del mismo material, no estañados, aplicados helicoidalmente en contacto continuo con la pantalla semiconductiva sobre el aislamiento.

**e. Cubierta exterior**

Será de cloruro de polivinilo (PVC) de color negro.

**f. Identificación**

Los cables llevarán impresa en la cubierta exterior, en bajo relieve y a intervalos regulares, la siguiente información:

Tipo de cable

Tensión nominal E<sub>o</sub>/E en kV

Sección del conductor

#### **4.12.4 TERMINALES PARA CABLE AISLADO**

Los terminales serán unipolares, termocontraibles, para uso exterior, adecuado para utilizarse con cables aislados hasta 24 kV.

Los terminales termocontraibles cumplirán con las normas internacionales vigentes. Serán resistentes a los ambientes de alta contaminación, radiación ultra violeta, humedad y salinidad máxima.

Los terminales deberán superar las Especificaciones IEEE 48 1996, para terminación clase 1A, que incluye pruebas de sellos con presión interna de 210 kPa.

##### Componentes principales

Tubo de control de campo, de permitividad y resistividad volumétrica para reducir el esfuerzo eléctrico en la terminación Mastic de alivio de esfuerzo, que permite controlar la concentración del campo eléctrico en el corte de la capa semiconductor.

Los terminales deberán estar previstos de campanas de material sintético a prueba de la intemperie.

El postor indicará en su propuesta las pruebas a las que se someterán los terminales descritos, de acuerdo con las normas internacionalmente aceptadas. El costo de efectuar tales pruebas estará incluido en la oferta del postor.

**TABLA N° 4.14 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS**  
**CABLE DE ENERGÍA DE MEDIA TENSIÓN Y TERMINALES**

| N°         | CARACTERÍSTICAS                                   | UNIDAD          | VALOR REQUERIDO |
|------------|---|-----------------|-----------------|
| <b>1.0</b> | <b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>                 |                 |                 |
| 1.1        | TENSIÓN NOMINAL (E <sub>0</sub> /E)               |                 |                 |
| 1.2        | TENSIÓN MÁXIMA DE SERVICIO                        | kV              | 15              |
| 1.3        | TEMPERATURA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE NOMINAL    | °C              | 90              |
| 1.4        | TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE (5 seg.)             | °C              | 250             |
| 1.5        | CORRIENTE NOMINAL EN CANALETA (Tamb. 30°C)        | A               | 835             |
| 1.6        | CORRIENTE EN CORTOCIRCUITO MÁXIMA ADMISIBLE       |                 |                 |
| 1.6.1      | - DINÁMICA  |                 |                 |
| 1.6.2      | - DURANTE 0,2 seg.                                | kA              | 158             |
| 1.6.3      | - DURANTE 0,5 seg.                                | kA              | 100             |
| 1.6.4      | - DURANTE 1,0 seg.                                | kA              | 71              |
| 1.7        | RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20°C                  | Ohm/km          |                 |
| 1.8        | RESISTENCIA DE LA PANTALLA A 20°C                 | Ohm/km          |                 |
| 1.9        | CONSTANTE DEL AISLAMIENTO A 90° (K <sub>i</sub> ) | Mohm/km         |                 |
| 1.10       | CAPACIDAD   | uF/km           |                 |
| 1.11       | INDUCTANCIA                                       | mH/km           |                 |
| 1.12       | RESISTIVIDAD DEL BLINDAJE DEL CONDUCTOR           | Ohm/m           |                 |
| 1.13       | RESISTIVIDAD DEL BLINDAJE DEL AISLAMIENTO         | Ohm/m           |                 |
|            | TENSIONES A PRUEBA:                               |                 |                 |
| 1.13.1     | - AL IMPULSO                                      | kV              | 125             |
| 1.13.2     | - A FRECUENCIA INDUSTRIAL                         | kV              | 50              |
| <b>2.0</b> | <b>DATOS CONSTRUCTIVOS</b>                        |                 |                 |
| 2.1        | DEL CONDUCTOR DE COBRE:                           |                 |                 |
| 2.1.1      | - MATERIAL  |                 |                 |
| 2.1.2      | - CLASE SEGÚN IEC 228                             |                 |                 |
| 2.1.3      | - SECCIÓN   | mm <sup>2</sup> | 120             |
| 2.1.4      | - NÚMERO DE HILOS                                 | N°              |                 |
| 2.1.5      | - DIÁMETRO  | mm              |                 |
| 2.2        | DEL CABLE:  |                 |                 |
| 2.2.1      | - DIÁMETRO EXTERIOR                               | mm              |                 |

## **4.13 SECCIONADORES FUSIBLES TIPO EXPULSIÓN**

### **4.13.1 NORMAS APLICABLES**

Los seccionadores fusibles tipo expulsión, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

ANSI C-37.42 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR  
SWITCHGEAR - DISTRIBUTION CUT OUTS AND  
FUSE LINKS SPECIFICATIONS

### **4.13.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Los seccionadores fusibles tipo expulsión serán unipolares de instalación exterior en crucetas de madera, de montaje vertical y para accionamiento mediante pértigas.

### **4.13.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS PRINCIPALES**

Se detalla en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

### **4.13.4 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO**

Los aisladores-soporte serán de porcelana y deberán ser diseñados para un ambiente medianamente contaminado. Tendrán suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos por apertura y cierre, así como los debidos a sismos.

Los seccionadores-fusibles estarán provistos de abrazaderas ajustables para fijarse a cruceta de madera.

El portafusible se rebatirá automáticamente con la actuación del elemento fusible y deberá ser separable de la base. La bisagra de articulación tendrá doble guía.

Los bornes aceptarán conductores de aleación de aluminio de diferentes diámetros, y serán del tipo de vías paralelas. Los fusibles serán de los tipos "T" y "K".

#### **4.13.5 ACCESORIOS**

Los seccionadores-fusibles deberán incluir entre otros los siguientes accesorios:

- Terminal de tierra.
- Placa de características.
- Accesorios para fijación a cruceta.
- Otros accesorios necesarios para un correcto transporte, montaje, operación y mantenimiento de los seccionadores.

**TABLA N° 4.15 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS****SECCIONADOR FUSIBLE TIPO EXPULSIÓN**

| N°   | CARACTERISTICAS   | UNIDAD | VALOR REQUERIDO |
|------|---|--------|-----------------|
| 1.0  | INSTALACIÓN   |        | EXTERIOR        |
| 2.0  | CORRIENTE NOMINAL   | A      | 100             |
| 3.0  | TENSIÓN NOMINAL DEL EQUIPO  | kV     | 27/38           |
| 4.0  | CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO SIMÉTRICA  | kA     | 5               |
| 5.0  | CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ASIMÉTRICA   | kA     | 8               |
| 6.0  | NIVEL DE AISLAMIENTO  |        |                 |
| 6.1  | TENSIÓN DE SOSTENIMIENTO A LA ONDA DE IMPULSO (BIL) ENTRE FASE Y TIERRA Y ENTRE FASES | kVp    | 150             |
| 6.2  | TENSIÓN DE SOSTENIMIENTO A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL ENTRE FASES, EN SECO, 1min        | kV     | 70              |
| 6.3  | TENSIÓN DE SOSTENIMIENTO A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL ENTRE FASE Y TIERRA, HUMEDO, 10s  | kV     |                 |
| 7.0  | MATERIAL AISLANTE DEL CUERPO DEL SECCIONADOR  |        | PORCELANA       |
| 8.0  | LONGITUD DE LINEA DE FUGA   | mm     | 570             |
| 9.0  | DIMENSIONES (Adjunto planos)  | mm     |                 |
| 10.0 | MATERIAL DEL TUBO PORTAFUSIBLE  |        | FIBRA DE VIDRIO |
| 11.0 | NORMA DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS  | ANSI   | C-37.42         |
| 12.0 | MASA DEL SECCIONADOR – FUSIBLE  | kg     |                 |

## **4.14 DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES**

### **4.14.1 NORMAS APLICABLES**

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

IEC 99-1 SURGE ARRESTERS PART 1: NON LINEAR RESISTORTYPE GAPPED ARRESTERS FOR A.C. SYTEMS

IEC 99-4 METAL OXIDE SURGE ARRESTERS WITHOUT GAPS FOR A.C. SYSTEMS

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

### **4.14.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN**

El sistema eléctrico en el cual operarán los DESCARGADOR tiene las siguientes características:

- Tensión de servicio de la red 13,8 kV
- Tensión máxima de servicio 15 kV
- Altitud de servicio 3 900 msnm
- Frecuencia de la red 60 Hz
- Equipos a proteger transformadores de distribución y líneas de media tensión

### **4.14.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Los descargadores serán del tipo de resistencias no lineales fabricadas a

base de óxidos metálicos, sin explosores, a prueba de explosión, para uso exterior y para instalación en posición similar a la posición de los aisladores poliméricos tipo suspensión; serán conectados entre fase y tierra.

La columna soporte será de porcelana color marrón o material polimérico color gris a base de goma silicón; estará diseñada para operar en un ambiente medianamente contaminado, con una línea de fuga mínima entre fase-tierra de 650 mm. Las características propias de los descargadores no se modificarán después de largos años de uso; las partes selladas estarán diseñadas de tal modo de prevenir la penetración de agua.

El descargador contará con un elemento para liberar los gases creados por el arco que se origine en el interior, cuando la presión de los mismos llegue a valores que podrían hacer peligrar la estructura del descargador.

Las partes metálicas de hierro o acero deberán estar protegidas contra la corrosión mediante galvanizado en caliente.

Los descargadores que se colocarán en la línea de media tensión estarán provistos de dispositivos adecuados para fijarse a las partes metálicas de los aisladores poliméricos tipo suspensión, mientras que los descargadores que se colocarán en las subestaciones aéreas deberán tener dispositivos para fijarse a cruceta de concreto.

Los bornes aceptarán conductores de aleación de aluminio de 35, 70 y 120 mm<sup>2</sup> y cobre de 35 mm<sup>2</sup>.

#### **4.14.4 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Las características eléctricas se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados

#### **4.14.5 ACCESORIOS**

Los descargadores deberán incluir entre otros, los siguientes accesorios:

- Placa de características
- Accesorios para fijación en cruceta de concreto y en torre metálica.
- Terminal bimetálico para el conductor de 35, 70 y 120 mm<sup>2</sup>
- Terminal de conexión a tierra para conductor de cobre de 35 mm<sup>2</sup>
- Otros accesorios necesarios para un correcto transporte, montaje, operación y mantenimiento de los descargadores.

**TABLA N° 4.16 : DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS****DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES**

| N°   | CARACTERÍSTICAS  | UNIDAD | VALOR REQUERIDO |
|------|--|--------|-----------------|
| 1.0  | FABRICANTE   |        |                 |
| 2.0  | TIPO   |        | DISTRIBUCIÓN    |
| 3.0  | INSTALACIÓN  |        | EXTERIOR        |
| 4.0  | TENSIÓN NOMINAL DE LA RED  | kV     | 13,8            |
| 5.0  | TENSIÓN MÁXIMA DE SERVICIO   | kV     | 15              |
| 6.0  | FACTOR DE CORRECCIÓN POR ALTITUD                                       |        | 1,38            |
| 7.0  | MÁXIMA TENSIÓN DE OPERACIÓN CONTINUA (MCOV)                            | kV     | 17              |
| 8.0  | CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA EN ONDA 8/20 $\mu$ S(CRESTA)             | kA     | 10              |
| 9.0  | TENSIÓN RESIDUAL MÁXIMA A CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA (10 kA - 8/20) | kV     | 62,5            |
| 10.0 | CLASE  |        | 2               |
| 11.0 | MATERIAL DE LAS RESISTENCIAS NO LINEALES                               |        | OXIDO DE ZINC   |
| 12.0 | MASA DEL DESCARGADOR   | kg     |                 |
| 13.0 | NORMA DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS   |        | IEC 99 – 4      |
| 14.0 | ALTITUD DE OPERACIÓN   | msnm   | 3 900           |
| 14.0 | NIVEL DE AISLAMIENTO AL IMPULSO 1,2/50                                 | kV     | 450             |
| 15.0 | LONGITUD DE LÍNEA DE FUGA MÍNIMA                                       | mm     | 650             |

**CAPITULO V**  
**METRADO Y PRESUPUESTO**

**PLANILLA DE ESTRUCTURAS - LINEAS 110 / 111**

| N°<br>ESTR                              | ESTRUCTURAS |              |          | UBICACIÓN ESTRUCTURA |             | ANGULO<br>DE LINEA | VANO (m) |        |        | PARAMETRO<br>MAX. TEMP<br>(m) | RETENIDAS<br>CANT. | DESCARG.<br>SOBRETE. | AMOR-<br>TIGUADOR |
|---|-------------|--------------|----------|----------------------|-------------|--------------------|----------|--------|--------|-------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
|   | TIPO        | LONG.<br>(m) | MATERIAL | PROGR.<br>(m)        | COTA<br>(m) |                    | ADELANTE | PESO   | VIENTO |                               |                    |                      |                   |
| <b>LINEA:110: CONDUCTOR 120mm2 AAAC</b> |             |              |          |                      |             |                    |          |        |        |                               |                    |                      |                   |
| T1                                      | TBM+3(*)    | 18           | METALICO | 0,00                 | 3905,39     |                    | 121.2    | 152.4  | 61.0   | 887,13                        | 3 RI               | 3                    | 3                 |
| T2                                      | A2M+3       | 18           | METALICO | 121,22               | 3892,42     | -40°19'1.00"       | 109.1    | -74.4  | 115.9  | 887,13                        | 6 RI               |                      | 6                 |
| T3                                      | SM±3        | 18           | METALICO | 230,32               | 3904,56     |                    | 61.1     | 267.9  | 85.6   | 887,13                        |                    |                      | 3                 |
| T4                                      | DM+3        | 18           | METALICO | 291,40               | 3898,83     |                    | 92.0     | 32.2   | 76.7   | 887,13                        | 3 RI               | 3                    |                   |
| T5                                      | A2M+3       | 18           | METALICO | 383,37               | 3894,80     | 36°14'12.00"       | 87.0     | 40.7   | 89.6   | 887,13                        | 6 RI               |                      |                   |
| T6                                      | DM+3        | 18           | METALICO | 470,37               | 3895,78     |                    | 69.5     | 180.5  | 78.5   | 887,13                        | 1 RV               | 3                    |                   |
| T7                                      | A2M±3       | 18           | METALICO | 539,89               | 3888,58     | 37°43'6.00"        | 141.9    | -11.3  | 106.0  | 887,13                        | 6 RI               |                      | 3                 |
| T8                                      | A1M+3       | 18           | METALICO | 681,78               | 3893,19     | 28°1'16.00"        | 148.6    | 54.8   | 146.1  | 887,13                        | 3 RI               |                      | 6                 |
| T9                                      | SM+3        | 18           | METALICO | 830,38               | 3912,10     |                    | 88.4     | 202.9  | 119.3  | 887,13                        |                    |                      | 3                 |
| T10                                     | A1M+3       | 18           | METALICO | 918,78               | 3915,95     | -14°1'18.00"       | 210.5    | 275.1  | 150.3  | 887,13                        | 3 RI               | 3                    | 3                 |
| T11                                     | DM1+3       | 18           | METALICO | 1129,23              | 3893,89     |                    | 0.0      | 14.2   | 106.1  | 0,00                          | 3 RI               |                      | 3                 |
| <b>LINEA: 111: CONDUCTOR 35mm2 AAAC</b> |             |              |          |                      |             |                    |          |        |        |                               |                    |                      |                   |
| T1                                      | TBM+3       | 18           | METALICO | 0.0                  | 3904,19     |                    | 36.5     | 137.6  | 19.6   | 302,26                        |                    |                      |                   |
| P11                                     | TB          | 13           | C.A.C.   | 36.51                | 3892,95     |                    | 0.00     | -98.43 | 19.61  | 693,05                        |                    | 3                    |                   |



| N <sup>a</sup>                         | ESTRUCTURAS |      |           | UBICACIÓN ESTRUCTURA |            | ANGULO DE LINEA | VANO (m) |          |      | PARAMETRO MAX. TEM (m) | RETENIDAS | DESCARG. SOBRETE. | AMOR-TIGUADOR |
|--|-------------|------|-----------|----------------------|------------|-----------------|----------|----------|------|------------------------|-----------|-------------------|---------------|
|  | ESTR        | TIPO | LONG. (m) | MATERIAL             | PROGR. (m) |                 | COTA (m) | ADELANTE | PESO |                        | VIENTO    |                   |               |
| <b>LINEA 122: CONDUCTOR 35mm2 AAAC</b> |             |      |           |                      |            |                 |          |          |      |                        |           |                   |               |
| T17                                    | DM+3        | 18   | METALICO  | 0,00                 | 3826,00    |                 | 47.2     | 213.0    | 25.0 | 532,26                 |           |                   |               |
| T25                                    | DM+3        | 18   | METALICO  | 47,18                | 3809,35    | 58°11'23.00"    | 58.8     | -98.0    | 54.5 | 532,26                 | 3 RI      |                   |               |
| T26                                    | SM+3        | 18   | METALICO  | 105,96               | 3805,43    |                 | 82.2     | 134.2    | 71.3 | 532,26                 |           | 3                 |               |
| T27                                    | TBM+3       | 18   | METALICO  | 188,13               | 3790,77    |                 | 0.0      | -56.6    | 41.8 | 538,08                 | 3 RI      |                   |               |

**PLANILLA DE ESTRUCTURAS - LINEA 130**

| N <sup>a</sup><br>ESTR | ESTRUCTURAS |              |          | UBICACIÓN<br>ESTRUCTURA |             | ANGULO<br>DE LINEA | VANO (m) |       |        | PARAMETRO<br>MAX. TEM<br>(m) | RETENIDAS<br>CANT. | DESCARG.<br>SOBRETE. | AMOR-<br>TIGUADOR |
|------------------------|-------------|--------------|----------|-------------------------|-------------|--------------------|----------|-------|--------|------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
|                        | TIPO        | LONG.<br>(m) | MATERIAL | PROGR.<br>(m)           | COTA<br>(m) |                    | ADELANTE | PESO  | VIENTO |                              |                    |                      |                   |
| P1                     | TB          | 13           | C.A.C.   | 0,00                    | 3790,34     | -                  | 23.4     | 57.4  | 11.9   | 258,32                       | 3 RI               |                      |                   |
| P2                     | A2          | 13           | C.A.C.   | 23,36                   | 3785,49     | 59°51'41.00"       | 18.2     | 4.7   | 21.1   | 258,32                       | 6 RI               |                      |                   |
| P3                     | A3          | 13           | C.A.C.   | 41,59                   | 3783,18     | 82°23'48.00"       | 23.9     | 11.1  | 21.2   | 258,32                       | 2 RI, 2 RV         |                      |                   |
| P4                     | S.A.B.      | 13           | C.A.C.   | 65,51                   | 3780,39     | -65°33'2.00"       | 10.6     | 42.0  | 17.4   | 258,32                       |                    | 3                    |                   |
| P5                     | A2          | 13           | C.A.C.   | 76,07                   | 3779,18     | 50°9'55.00"        | 28.0     | 17.5  | 19.6   | 258,32                       | 2 RV               |                      |                   |
| P6                     | A3          | 13           | C.A.C.   | 104,09                  | 3774,10     | 84°11'50.00"       | 39.7     | 2.2   | 34.2   | 258,32                       | 2 RI, 2 RV         |                      |                   |
| P7                     | A2          | 13           | C.A.C.   | 143,82                  | 3772,47     | -49°8'40.00"       | 28.7     | -25.3 | 34.6   | 258,32                       | 3 RI               |                      |                   |
| P8                     | S.A.B.      | 13           | C.A.C.   | 172,49                  | 3778,00     |                    | 0.0      | 65.2  | 14.7   | 297,05                       |                    | 3                    |                   |

**PLANILLA DE ESTRUCTURAS - LINEAS 140 / 141**

| N°<br>ESTR                             | ESTRUCTURAS |          |          | UBICACIÓN<br>ESTRUCTURA |             | ANGULO<br>DE<br>LINEA | VANO (m) |       |        | PARAMETRO<br>MAX. TEM<br>(m) | RETENIDAS<br>CANT. | DESCARG.<br>SOBRETE. | AMOR-<br>TIGUADOR |
|--|-------------|----------|----------|-------------------------|-------------|-----------------------|----------|-------|--------|------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
|  | TIPO        | LONG.(m) | MATERIAL | PROGR.<br>(m)           | COTA<br>(m) |                       | ADELANTE | PESO  | VIENTO |                              |                    |                      |                   |
| <b>LINEA 140: CONDUCTOR 35mm2 AAAC</b> |             |          |          |                         |             |                       |          |       |        |                              |                    |                      |                   |
| T11                                    | DM1+3       | 18       | METALICO | 0,00                    | 3894,50     |                       | 130.3    | -18.3 | 65.5   | 866,78                       |                    |                      | 3                 |
| T35                                    | DM+3        | 18       | METALICO | 130,30                  | 3906,88     |                       | 48.4     | 3.6   | 90.2   | 866,78                       | 1 RI               | 3                    | 3                 |
| T36                                    | DM2+3       | 18       | METALICO | 178,66                  | 3916,58     | -6°13'47"             | 99.4     | 186.1 | 74.5   | 866,78                       | 3 RI               |                      |                   |
| T37                                    | A2M+3       | 18       | METALICO | 278,02                  | 3923,11     | 44°33'30"             | 164.4    | 113.2 | 132.5  | 866,78                       | 6 RI               |                      | 3                 |
| T38                                    | AIM+3       | 18       | METALICO | 442,42                  | 3937,89     |                       | 77.5     | 219.1 | 121.5  | 590,60                       | 4 RI               | 3                    | 3                 |
| P10                                    | S.A.B.      | 13       | C.A.C.   | 519,95                  | 3937,84     |                       | 0.0      | 19.3  | 38.8   | 761,54                       |                    |                      |                   |
|  |             |          |          |                         |             |                       |          |       |        |                              |                    |                      |                   |
| <b>LINEA 141: CONDUCTOR 35mm2 AAAC</b> |             |          |          |                         |             |                       |          |       |        |                              |                    |                      |                   |
| T36                                    | DM2+3       | 18       | METALICO | 0,00                    | 3916,58     |                       | 153.3    | 136.3 | 76.9   | 951.7                        |                    |                      | 3                 |
| T40                                    | AIM±0       | 15       | METALICO | 110,32                  | 3910,39     |                       | 0.0      | 17.5  | 76.9   | 781,50                       | 3 RI               | 3                    | 3                 |

**PLANILLA DE ESTRUCTURAS - LINEA 210**

| N <sup>a</sup><br>ESTR                            | ESTRUCTURAS |          |          | UBICACIÓN<br>ESTRUCTURA |             | ANGULO<br>DE<br>LINEA | VANO (m) |        |        | PARAMETRO<br>MAX. TEM<br>(m) | RETENIDAS<br>CANT. | DESCARG.<br>SOBRETE. | AMORTI-<br>GUADOR |
|---|-------------|----------|----------|-------------------------|-------------|-----------------------|----------|--------|--------|------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
|   | TIPO        | LONG.(m) | MATERIAL | PROGR.<br>(m)           | COTA<br>(m) |                       | ADELANTE | PESO   | VIENTO |                              |                    |                      |                   |
| <b>LINEA 210: CONDUCTOR 70mm<sup>2</sup> AAAC</b> |             |          |          |                         |             |                       |          |        |        |                              |                    |                      |                   |
| T50   | TBM±0(*)    | 15       | METALICO | 0,00                    | 3917,02     |                       | 93.84    | -24.37 | 47.33  | 578,25                       | 3 RI               | 3                    |                   |
| T51   | A1M±0       | 15       | METALICO | 93,84                   | 3928,70     | -18°10'33"            | 55.71    | 26.60  | 75.79  | 578,25                       | 3 RI               |                      |                   |
| T52   | SM±0        | 15       | METALICO | 149,55                  | 3939,77     |                       | 73.68    | 112.22 | 65.63  | 580,24                       |                    |                      |                   |
| T53   | SM±0        | 15       | METALICO | 223,24                  | 3949,19     |                       | 59       | 2      | 67     | 578,25                       |                    |                      |                   |
| T54   | AIM±0       | 15       | METALICO | 281,98                  | 3963,39     |                       | 211.14   | 440.09 | 137.02 | 1140,96                      | 4 RI               | 3                    | 3                 |
| T55   | AIM±0       | 15       | METALICO | 493,12                  | 3933,27     | 22°27'16"             | 102      | 67     | 158    | 722,64                       | 4 RI               |                      | 6                 |
| T56   | AIBEM+6     | 21       | METALICO | 595,30                  | 3914,73     |                       | 121.02   | 154.95 | 112.55 | 810,83                       | 8 RI               | 3                    | 6                 |
| T57   | AIEM+6      | 21       | METALICO | 716,32                  | 3897,71     |                       | 0.00     | -53    | 61.17  | 773,96                       | 4 RI               |                      | 3                 |

**PLANILLA DE ESTRUCTURAS - LINEAS 220 / 221 / 222 / 223 / 223A**

| N°<br>ESTR                             | ESTRUCTURAS |          |          | UBICACIÓN<br>ESTRUCTURA |             | ANGULO<br>DE<br>LINEA | VANO (m) |        |        | PARAMETRO<br>MAX. TEM<br>(m) | RETENIDAS<br>CANT. | DESCARG.<br>SOBRETE. | AMOR-<br>TIGUADOR |
|--|-------------|----------|----------|-------------------------|-------------|-----------------------|----------|--------|--------|------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
|  | TIPO        | LONG.(m) | MATERIAL | PROGR.<br>(m)           | COTA<br>(m) |                       | ADELANTE | PESO   | VIENTO |                              |                    |                      |                   |
| <b>LINEA 220: CONDUCTOR 35mm2 AAAC</b> |             |          |          |                         |             |                       |          |        |        |                              |                    |                      |                   |
| T57                                    | AIEM+6      | 21       | METALICO | 0,00                    | 3898,35     |                       | 84.98    | 158.16 | 42.99  | 764,96                       | 4 RI               |                      |                   |
| T58                                    | SM±0        | 15       | METALICO | 84,98                   | 3893,97     |                       | 129.72   | 32.47  | 108.02 | 764,96                       |                    | 3                    | 3                 |
| T59                                    | SM±0        | 15       | METALICO | 214,70                  | 3887,27     |                       | 117.40   | 118.28 | 123.85 | 764,96                       |                    |                      | 6                 |
| T60                                    | SM±0        | 15       | METALICO | 332,10                  | 3882,05     |                       | 33.81    | 315.79 | 76.78  | 764,96                       |                    |                      | 3                 |
| T61                                    | DM1+3       | 18       | METALICO | 365,91                  | 3867,18     | 63°20'44"             | 109.09   | 91.25  | 76.27  | 764,96                       | 4 RI               | 3                    | 3                 |
| T62                                    | AIM±0       | 15       | METALICO | 475,00                  | 3828,97     | 9°19'17"              | 96.61    | 125.92 | 106.83 | 679,97                       | 4 RI               |                      | 3                 |
| T63                                    | SM+3        | 18       | METALICO | 571,61                  | 3818,12     |                       | 80.21    | 162.96 | 89.35  | 679,97                       |                    | 3                    |                   |
| T64                                    | A1M±0       | 15       | METALICO | 651,82                  | 3806,50     | 5°23'21"              | 101.60   | 34.58  | 91.97  | 679,97                       | 3 RI               |                      | 3                 |
| T65                                    | SM±0        | 15       | METALICO | 753,42                  | 3795,26     |                       | 110.84   | 44.46  | 106.61 | 679,97                       |                    |                      | 3                 |
| T66                                    | DM2+3       | 15       | METALICO | 864,26                  | 3790,93     | -9°55'7"              | 78.03    | 131.40 | 94.62  | 679,97                       | 2 RI               | 3                    | 3                 |
| T67                                    | SEM±0       | 15       | METALICO | 942,29                  | 3788,44     |                       | 76.76    | 39.46  | 77.53  | 679,97                       | 4 RI               |                      |                   |
| T68                                    | DM±0        | 15       | METALICO | 1019,05                 | 3787,52     |                       | 0.00     | 30.28  | 38.40  | 677,66                       | 1 RI               | 3                    |                   |

| <b>LINEA 221: CONDUCTOR 35mm2 AAAC</b>  |       |    |          |        |         |            |        |         |        |         |      |   |   |
|---|-------|----|----------|--------|---------|------------|--------|---------|--------|---------|------|---|---|
| T61                                     | DM1+3 | 18 | METALICO | 0,00   | 3867,18 |            | 49.83  | -161.13 | 27.82  | 381,11  | 1 RI |   |   |
| T90                                     | AIM+3 | 18 | METALICO | 49,83  | 3891,65 |            | 50.17  | 107.98  | 54.24  | 408,45  | 4 RI |   |   |
| T91                                     | SM±0  | 15 | METALICO | 100,00 | 3911,24 |            | 54.10  | 82.53   | 54.36  | 408,45  |      |   |   |
| T92                                     | A1M±0 | 15 | METALICO | 154,10 | 3925,61 | -23°26'33" | 43.32  | 118.53  | 49.68  | 408,45  | 3 RI | 3 |   |
| T93                                     | SM±0  | 15 | METALICO | 197,42 | 3928,80 |            | 43.91  | 66.31   | 43.72  | 408,45  |      |   |   |
| T94                                     | AIM±0 | 15 | METALICO | 241,33 | 3930,19 |            | 0.00   | 34.90   | 21.97  | 1140,96 | 2 RI | 3 |   |
| <b>LINEA 222: CONDUCTOR 35mm2 AAAC</b>  |       |    |          |        |         |            |        |         |        |         |      |   |   |
| T66                                     | DM2+3 | 18 | METALICO | 0,00   | 3790,93 |            | 72.94  | -140.20 | 38.04  | 604,28  | 3 RI |   |   |
| T95                                     | A2M+3 | 18 | METALICO | 72,94  | 3812,22 | 30°5'34"   | 95.62  | 220.07  | 86.03  | 604,28  | 6 RI |   |   |
| T96                                     | DM±0  | 15 | METALICO | 168,56 | 3822,20 |            | 52.97  | 63.20   | 74.59  | 604,28  | 3 RI | 3 |   |
| T97                                     | TBM±0 | 15 | METALICO | 221,53 | 3827,57 |            | 0.00   | 82.20   | 26.60  | 584,54  | 3 RI |   |   |
| T98                                     | TBM±0 | 15 | METALICO | 0,00   | 3840,73 |            | 91.42  | -52.29  | 46.10  | 771,19  | 3 RI |   |   |
| T99                                     | A2M+3 | 18 | METALICO | 91,42  | 3848,88 | 67°46'32"  | 123.84 | 76.44   | 108.97 | 771,19  | 6 RI |   | 3 |
| T100                                    | AIM+3 | 18 | METALICO | 215,25 | 3869,86 |            | 0.00   | 193.80  | 62.86  | 580,24  | 2 RI | 3 | 3 |
| <b>LINEA 223A: CONDUCTOR 35mm2 AAAC</b> |       |    |          |        |         |            |        |         |        |         |      |   |   |
| T74                                     | DM+3  | 18 | METALICO | 0,00   | 3801,65 |            | 100.00 | -35.05  | 50.40  | 710,36  | 3    |   | 3 |
| T83                                     | AIM+3 | 18 | METALICO | 100,00 | 3813,66 |            | 0.00   | 135.85  | 50.40  | 710,36  | 2    | 3 | 3 |

**LINEA 223: CONDUCTOR 35mm2 AAAC**

|     |       |    |          |         |         |           |        |         |        |        |      |   |   |
|-----|-------|----|----------|---------|---------|-----------|--------|---------|--------|--------|------|---|---|
| T68 | DM±0  | 15 | METALICO | 0,00    | 3787,52 |           | 99.63  | 98.21   | 49.90  | 982,16 | 1 RI |   |   |
| T69 | SM±0  | 15 | METALICO | 99,63   | 3782,62 |           | 90.61  | 38.12   | 95.24  | 811,09 |      |   |   |
| T70 | SM±0  | 15 | METALICO | 190,24  | 3783,60 |           | 99.42  | 119.73  | 95.07  | 982,16 |      |   | 3 |
| T71 | A2M±0 | 15 | METALICO | 289,66  | 3782,00 | 67°45'39" | 51.65  | 141.16  | 75.66  | 982,16 | 6 RI | 3 | 6 |
| T72 | SM±0  | 15 | METALICO | 341,31  | 3777,72 |           | 98.35  | 80.81   | 75.30  | 982,16 |      |   | 6 |
| T73 | A2M±0 | 15 | METALICO | 439,66  | 3769,03 | 26°4'16"  | 150.00 | -194.08 | 126.55 | 982,16 | 6 RI |   | 6 |
| T74 | DM+3  | 18 | METALICO | 589,66  | 3801,66 |           | 54.59  | -25.71  | 106.32 | 982,16 |      | 3 | 3 |
| T75 | SM±0  | 15 | METALICO | 644,25  | 3824,98 |           | 66.65  | 53.08   | 64.83  | 982,16 |      |   | 3 |
| T76 | SM+3  | 18 | METALICO | 710,89  | 3847,59 |           | 84.81  | 184.80  | 80.47  | 811,09 |      |   | 3 |
| T77 | SM±0  | 15 | METALICO | 795,70  | 3879,12 |           | 41.46  | 179.48  | 65.89  | 811,09 |      |   |   |
| T78 | SM±0  | 15 | METALICO | 837,16  | 3887,28 |           | 28.26  | 215.61  | 35.26  | 982,16 |      | 3 |   |
| T79 | A2M+3 | 18 | METALICO | 865,42  | 3883,68 | 41°29'19" | 105.45 | 342.73  | 69.19  | 982,16 | 6 RI |   |   |
| T80 | A2M±0 | 15 | METALICO | 970,87  | 3855,11 | 30°30'45" | 199.48 | -187.49 | 155.10 | 982,16 | 6 RI |   |   |
| T81 | SM+3  | 18 | METALICO | 1170,35 | 3861,88 |           | 74.37  | 142.17  | 137.36 | 811,09 |      | 3 |   |
| T82 | AIM±0 | 15 | METALICO | 1244,71 | 3868,85 |           | 0.00   | 80.61   | 37.25  | 896,06 | 2 RI |   |   |

**PLANILLA DE ESTRUCTURAS - LINEA 230**

| N°<br>ESTR                             | ESTRUCTURAS |              |          | UBICACIÓN<br>ESTRUCTURA |             | ANGULO<br>DE LINEA | VANO (m) |        |        | PARAMETRO<br>MAX. TEM<br>(m) | RETENIDAS<br>CANT. | DESCARG.<br>SOBRETE. | AMOR-<br>TIGUADOR |
|--|-------------|--------------|----------|-------------------------|-------------|--------------------|----------|--------|--------|------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
|  | TIPO        | LONG.<br>(m) | MATERIAL | PROGR.<br>(m)           | COTA<br>(m) |                    | ADELANTE | PESO   | VIENTO |                              |                    |                      |                   |
| <b>LINEA 230: CONDUCTOR 35mm2 AAAC</b> |             |              |          |                         |             |                    |          |        |        |                              |                    |                      |                   |
| T57                                    | AIEM+6      | 21           | METALICO | 0,00                    | 3898,35     |                    | 136.73   | -11.82 | 68.87  | 734,84                       | 2 RI               |                      | 3                 |
| T110                                   | SEM±0       | 15           | METALICO | 136,73                  | 3921,72     |                    | 68.54    | 114.38 | 103.32 | 734,84                       |                    |                      | 3                 |
| T111                                   | SM±0        | 15           | METALICO | 205,26                  | 3928,21     |                    | 128.39   | 175.85 | 98.71  | 734,84                       |                    | 3                    | 3                 |
| T112                                   | SM±0        | 15           | METALICO | 333,65                  | 3926,90     |                    | 68.15    | 131.98 | 98.43  | 734,84                       |                    |                      | 3                 |
| T113                                   | SM±0        | 15           | METALICO | 401,80                  | 3923,09     |                    | 73.87    | 99.61  | 71.26  | 734,84                       |                    |                      |                   |
| T114                                   | A2M±0       | 15           | METALICO | 475,67                  | 3916,12     | 35°26'11.00"       | 99.31    | 71.46  | 86.94  | 734,84                       | 6 RI               | 3                    | 3                 |
| T115                                   | SM±0        | 15           | METALICO | 574,98                  | 3908,84     |                    | 102.70   | 126.63 | 101.52 | 734,84                       |                    |                      | 6                 |
| T116                                   | SM±0        | 15           | METALICO | 677,69                  | 3897,81     |                    | 60.38    | 75.60  | 82.04  | 734,84                       |                    |                      | 3                 |
| T117                                   | AIM±0       | 15           | METALICO | 738,07                  | 3891,84     |                    | 161.15   | 391.20 | 116.27 | 944,82                       | 4 RI               | 3                    | 3                 |
| T118                                   | AIM+3       | 18           | METALICO | 899,22                  | 3829,71     |                    | 175.66   | -68.99 | 174.50 | 898,88                       | 4 RI               |                      | 6                 |
| T119                                   | A1M±0       | 15           | METALICO | 1074,88                 | 3813,00     | 8°22'46.00"        | 137.86   | 80.47  | 157.62 | 898,88                       | 3 RI               |                      | 6                 |
| T120                                   | SM±0        | 15           | METALICO | 1212,75                 | 3808,30     |                    | 66.60    | 175.22 | 102.56 | 898,88                       |                    | 3                    | 3                 |
| T121                                   | SM±0        | 15           | METALICO | 1279,35                 | 3800,92     |                    | 141.99   | 25.37  | 104.60 | 898,88                       |                    |                      | 3                 |
| T122                                   | SM+3        | 18           | METALICO | 1421,34                 | 3794,70     |                    | 62.23    | 173.59 | 102.39 | 898,88                       |                    | 3                    | 3                 |
| T123                                   | AIM±0       | 15           | METALICO | 1483,57                 | 3791,36     |                    | 44.34    | 342.07 | 56.30  | 722,53                       | 4 RI               |                      |                   |
| T124                                   | A1M±0       | 15           | METALICO | 1527,92                 | 3768,77     | 24°6'21.00"        | 116.30   | 104.84 | 91.16  | 722,53                       | 3 RI               |                      | 3                 |

| N°   | ESTRUCTURAS |      |           | UBICACIÓN ESTRUCTURA |            | ANGULO DE LINEA | VANO (m) |          |        | PARAMETRO MAX. TEM (m) | RETENIDAS CANT. | DESCARG. SOBRETE. | AMOR-TIGUADOR |
|------|-------------|------|-----------|----------------------|------------|-----------------|----------|----------|--------|------------------------|-----------------|-------------------|---------------|
|      | ESTR        | TIPO | LONG. (m) | MATERIAL             | PROGR. (m) |                 | COTA (m) | ADELANTE | PESO   |                        |                 |                   |               |
| T125 | AIM+3       | 18   | METALICO  | 1644,22              | 3702,39    |                 | 70.03    | -78.14   | 103.96 | 514,31                 | 4 RI            |                   | 3             |
| T126 | AIM±0       | 15   | METALICO  | 1714,25              | 3676,97    |                 | 71.68    | 99.45    | 77.08  | 517,86                 | 4 RI            |                   |               |
| T127 | AIM±0       | 15   | METALICO  | 1785,92              | 3645,00    |                 | 0.00     | -        | 39.26  | 763,19                 | 2 RI            | 3                 |               |

## Presupuesto

**Obra** 0801005 ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CEERRO CORONA  
**Cliente** CERRO CORONA **Tarjeta** 0001 **Costo al** 02/04/2006  
**Departamento** CAJAMARCA **Provincia** HUALGAYOC **Distrito** HUALGAYOC

| Item            | Descripción   | Unidad | Metrado   | Precio   | Parcial    | Subtotal  | Total |
|-----------------|---|--------|-----------|----------|------------|-----------|-------|
| 01.00.00        | <b>LINEAS</b>   |        |           |          |            |           |       |
| <b>01.01.00</b> | <b>OBRAS PRELIMINARES</b>                                   |        |           |          |            |           |       |
| 01.01.01        | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION                              | GLB    | 1.00      | 8,000.00 | 8,000.00   |           |       |
| 01.01.02        | CARTEL DE OBRA  | GLB    | 1.00      | 1,000.00 | 1,000.00   |           |       |
| 01.01.03        | ALMACEN CENTRAL Y OFICINA                                   | GLB    | 1.00      | 7,000.00 | 7,000.00   |           |       |
| 01.01.04        | DEPOSITOS DE OBRA   | GLB    | 1.00      | 1,340.00 | 1,340.00   |           |       |
| 01.01.05        | REPLANTEO TOPOGRAFICO Y UBICACION DE ESTRUCTURAS            | KM     | 8.55      | 674.78   | 5,769.37   |           |       |
| 01.01.06        | INGENIERIA DE DETALLE                                       | KM     | 8.55      | 825.00   | 7,053.75   |           |       |
| 01.01.07        | TALA Y DESBROCE DE ARBOLES EN LA FAJA SERVIDUMBRE           | KM     | 1.00      | 1,132.90 | 1,132.90   | 31,296.02 |       |
| <b>01.02.00</b> | <b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>                                |        |           |          |            |           |       |
| 01.02.01        | EXCAV. DE HOYOS MANUAL P/ESTRUCTURA METALICA, T.N. (4.82m3) | UND    | 93.00     | 150.97   | 14,040.21  |           |       |
| 01.02.02        | EXCAV. DE HOYOS MANUAL P/ POSTE 13m, T N. (1.20x1.20x1.70m) | UND    | 9.00      | 44.06    | 396.54     |           |       |
| 01.02.03        | EXCAV. DE HOYOS MANUAL P/ RETENIDAS, T. N. (0.36m3)         | und    | 260.00    | 129.40   | 33,644.00  |           |       |
| 01.02.04        | EXCAV. DE ZANJA MANUAL P/ PUESTAS A TIERRA, T.N.(0.60M)     | M      | 14,496.00 | 19.65    | 284,846.40 |           |       |
| 01.02.05        | EXCAV. DE ZANJA MANUAL 0.70x1.20 (P/CABLES SUBTERRANEOS)    | M      | 558.00    | 46.64    | 26,025.12  |           |       |
| 01.02.06        | RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJA                               | M      | 558.00    | 44.93    | 25,070.94  |           |       |

## Presupuesto

| Obra            | 0801005 ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CEERRO CORONA         |           |           |          |            |            |       |
|-----------------|---|-----------|-----------|----------|------------|------------|-------|
| Cliente         | CERRO CORONA  | Tarjeta   | 0001      | Costo al | 02/04/2006 |            |       |
| Departamento    | CAJAMARCA   | Provincia | HUALGAYOC | Distrito | HUALGAYOC  |            |       |
| Item            | Descripción   | Unidad    | Metrado   | Precio   | Parcial    | Subtotal   | Total |
| 01.02.07        | DUCTOS DE 4 VIAS  | M         | 50.00     | 457.77   | 22,888.50  | 406,911.71 |       |
| <b>01.03.00</b> | <b>SUMIN. E INSTALACION DE TERMINALES Y CABLES SUBTERRANEOS</b> |           |           |          |            |            |       |
| 01.03.01        | CABLE XLPE UNIPOLAR DE 4/0 AWG, 18/30 kV.                       | M         | 410.00    | 64.28    | 26,354.80  |            |       |
| 01.03.02        | CABLE XLPE UNIPOLAR DE 2/0 AWG, 18/30 kV.                       | M         | 148.00    | 46.43    | 6,871.64   |            |       |
| 01.03.03        | TERMINALES DE CABLES UNIPOLARES 4/0 18/30kV                     | UND       | 9.00      | 513.14   | 4,618.26   |            |       |
| 01.03.04        | TERMINALES DE CABLES UNIPOLARES 2/0 18/30kV                     | UND       | 18.00     | 474.14   | 8,534.52   | 46,379.22  |       |
| <b>01.04.00</b> | <b>SUMIN. E INSTAL. DE ESTRUCTURAS METALICAS</b>                |           |           |          |            |            |       |
| 01.04.01        | TRASL. ESTRUCTURAS METALICAS DEL ALMACEN AL PTO. DE IZAJE       | und       | 102.00    | 272.17   | 27,761.34  |            |       |
| 01.04.02        | ESTRUCTURA TIPO SM+0, SUSPENSION                                | und       | 23.00     | 4,291.03 | 98,693.69  |            |       |
| 01.04.03        | ESTRUCTURA TIPO SM+3, SUSPENSION                                | und       | 9.00      | 5,055.28 | 45,497.52  |            |       |
| 01.04.04        | ESTRUCTURA TIPO A1M+0, ANGULO MENOR                             | und       | 6.00      | 4,745.53 | 28,473.18  |            |       |
| 01.04.05        | ESTRUCTURA TIPO A1M+3, ANGULO MENOR                             | und       | 3.00      | 5,572.78 | 16,718.34  |            |       |
| 01.04.06        | ESTRUCTURA TIPO A2M+0, ANGULO MEDIO                             | und       | 4.00      | 6,076.20 | 24,304.80  |            |       |
| 01.04.07        | ESTRUCTURA TIPO A2M+3, ANGULO MEDIO                             | und       | 10.00     | 6,605.20 | 66,052.00  |            |       |
| 01.04.08        | ESTRUCTURA TIPO AIIM+0, ANCLAJE INTERMEDIO                      | und       | 9.00      | 6,076.20 | 54,685.80  |            |       |
| 01.04.09        | ESTRUCTURA TIPO AIM+3, ANCLAJE INTERMEDIO                       | und       | 4.00      | 6,796.20 | 27,184.80  |            |       |
| 01.04.10        | ESTRUCTURA TIPO DM+0, DERIVACION                                | und       | 2.00      | 6,144.35 | 12,288.70  |            |       |
| 01.04.11        | ESTRUCTURA TIPO DM+3, DERIVACION                                | und       | 6.00      | 7,049.35 | 42,296.10  |            |       |
| 01.04.12        | ESTRUCTURA TIPO AIBM+3, ANCLAJE INTERMEDIO C/BAJADA             | und       | 1.00      | 7,557.98 | 7,557.98   |            |       |
| 01.04.13        | ESTRUCTURA TIPO DM1+3, DERIVACION/SECCIONAMIENTO                | und       | 2.00      | 9,706.25 | 19,412.50  |            |       |

## Presupuesto

**Obra** 0801005 ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CEERRO CORONA  
**Cliente** CERRO CORONA **Tarjeta** 0001 **Costo al** 02/04/2006  
**Departamento** CAJAMARCA **Provincia** HUALGAYOC **Distrito** HUALGAYOC

| Item            | Descripción  | Unidad | Metrado | Precio    | Parcial    | Subtotal   | Total |
|-----------------|--|--------|---------|-----------|------------|------------|-------|
| 01.04.13        | ESTRUCTURA TIPO DM2+3,<br>DERIVACION/SECCIONAMIENTO              | und    | 2.00    | 10,800.45 | 21,600.90  |            |       |
| 01.04.15        | ESTRUCTURA TIPO TBM+0, TERMINAL CON BAJADA DE LINEA              | und    | 4.00    | 5,662.23  | 22,648.92  |            |       |
| 01.04.16        | ESTRUCTURA TIPO TBM+3, TERMINAL CON BAJADA DE LINEA              | und    | 1.00    | 6,382.23  | 6,382.23   |            |       |
| 01.04.17        | ESTRUCTURA TIPO TBM(*)+0, TERMINAL C/SECCIONAMIENTO              | und    | 1.00    | 6,403.38  | 6,403.38   |            |       |
| 01.04.18        | ESTRUCTURA TIPO TBM(*)+3, TERMINAL C/SECCIONAMIENTO              | und    | 1.00    | 6,932.38  | 6,932.38   |            |       |
| 01.04.19        | ESTRUCTURA TIPO AIEM+6, ANCLAJE INTERMEDIO ESPECIAL C/DERIVACION | und    | 1.00    | 8,522.81  | 8,522.81   |            |       |
| 01.04.20        | ESTRUCTURA TIPO AIBEM+6, ANCLAJE INTERMEDIO ESPECIAL             | und    | 1.00    | 7,233.41  | 7,233.41   |            |       |
| 01.04.21        | ESTRUCTURA TIPO SEM+0, SECCIONAMIENTO                            | und    | 2.00    | 7,507.27  | 15,014.54  |            |       |
| 01.04.22        | ESTRUCTURA TIPO SEM+3, SECCIONAMIENTO                            | und    | 1.00    | 8,036.27  | 8,036.27   |            |       |
| 01.04.23        | ESTRUCTURA TIPO A2, ANGULO MEDIO                                 | und    | 3.00    | 3,465.18  | 10,395.54  |            |       |
| 01.04.24        | ESTRUCTURA TIPO A3, ANGULO MAYOR                                 | und    | 2.00    | 2,692.18  | 5,384.36   |            |       |
| 01.04.25        | ESTRUCTURA TIPO TB, TERMINAL C/BAJADA                            | und    | 2.00    | 3,775.86  | 7,551.72   |            |       |
| 01.04.26        | ESTRUCTURA TIPO SAB, SUBESTACION AEREA BIPOSTE                   | und    | 2.00    | 6,668.88  | 13,337.76  |            |       |
| 01.04.27        | DESCARGADORES DE SOBRETENSION 17kV                               | und    | 120.00  | 388.00    | 46,560.00  | 656,930.97 |       |
| <b>01.05.00</b> | <b>SUMINISTRO E INSTALACION DE RETENIDAS Y PUESTAS A TIERRA</b>  |        |         |           |            |            |       |
| 01.05.01        | RETENIDA INCLINADA TIPO RI                                       | CJT    | 256.00  | 424.89    | 108,771.84 |            |       |

## Presupuesto

**Obra** 0801005 ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CEERRO CORONA  
**Cliente** CERRO CORONA **Tarjeta** 0001 **Costo al** 02/04/2006  
**Departamento** CAJAMARCA **Provincia** HUALGAYOC **Distrito** HUALGAYOC

| Item            | Descripción   | Unidad | Metrado | Precio    | Parcial   | Subtotal   | Total        |
|-----------------|---|--------|---------|-----------|-----------|------------|--------------|
| 01.05.02        | RETENIDA VERTICAL TIPO RV   | CJT    | 4.00    | 414.52    | 1,658.08  |            |              |
| 01.05.03        | PUESTA A TIERRA CON CONTRAPESO                                    | CJT    | 1.00    | 91,067.60 | 91,067.60 | 201,497.52 |              |
| <b>01.06.00</b> | <b>SUMIN. E INSTAL. DE CONDUCTORES ACSR Y CABLES DE GUARDA</b>    |        |         |           |           |            |              |
| 01.06.01        | CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO AAAC 120                        | KM     | 3.39    | 5,435.91  | 18,427.73 |            |              |
| 01.06.02        | CONDUCTOR ALEACION DE ALUMINIO TIPO AAAC 70                       | KM     | 4.62    | 3,655.72  | 16,889.43 |            |              |
| 01.06.03        | CONDUCTOR ALEACION DE ALUMINIO TIPO AAAC 35                       | KM     | 17.65   | 2,214.93  | 39,093.51 |            |              |
| 01.06.06        | CABLE DE GUARDA A°G° 22.7mm2                                      | KM     | 8.36    | 2,669.27  | 22,315.10 |            |              |
| 01.06.07        | AMORTIGUADOR  | und    | 171.00  | 47.50     | 8,122.50  | 104,848.27 |              |
| <b>01.07.00</b> | <b>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</b>                               |        |         |           |           |            |              |
| 01.07.01        | PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO                                     | GLB    | 1.00    | 1,822.70  | 1,822.70  |            |              |
| 01.07.02        | SEÑALIZACION DE ESTRUCTURAS                                       | UND    | 102.00  | 20.84     | 2,125.68  | 3,948.38   |              |
| <b>01.08.00</b> | <b>TRANSPORTE DE MATERIALES</b>                                   |        |         |           |           |            |              |
| 01.08.01        | TRANSP. TERRESTRE DE TORRES, CABLES, FERRETERIA Y ACCESORIOS(FOR) | GLB    | 1.00    | 72,590.00 | 72,590.00 | 72,590.00  | 1,524,402.09 |

|                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| COSTO DIRECTO (LINEAS PRIMARIAS) | 1,524,402.09 |
| GASTOS GENERALES (15% C.D.)      | 228,660.31   |
| UTILIDAD (10% C.D.)              | 152,440.21   |
| TOTAL S/.                        | 1,905,502.61 |

\*\*\*\*\*

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| IGV(19%T)             | 362,045.50   |
| TOTAL PRESUPUESTO S/. | 2,267,548.11 |

Con respecto al tema impacto ambiental, existe un estudio general de impacto ambiental para la explotación de la mina, la cual en términos generales establece que afectara el habitat ecológico al hacer uso de los recursos naturales tales como el agua y además provocará contaminación en la zona de explotación. Las funciones de la mina en este caso serán mitigar estos impactos negativos.

Con respecto al impacto que provocará la existencia de una línea eléctrica, la compañía minera Gold Field propietaria de Cerro Corona, adquirió terrenos que abarca el área por donde se establecerá la ruta de la línea de distribución de media tensión. Por esta razón se puede decir que durante la ubicación de la línea no se esta cruzando zonas con restos arqueológicos y tampoco esta pasa cerca de áreas habitadas por terceros.

El impacto ambiental negativo de la línea se presenta por las radiaciones electromagnéticas; por lo tanto para reducir los efectos de las radiaciones electromagnéticas la línea, esta cuenta con una faja de servidumbre de 6m es decir 3m ambos lados de la línea no debe existir viviendas.

Además las zonas de habitat natural de animales se encuentra en las lagunas las cuales se encuentran a una distancia alejada de la zona minera.

## CONCLUSIONES

1. La línea eléctrica es aérea debido a la dificultad de hacer zanja en terreno rocoso.
2. Para soportar el tendido de cables, se optó por usar torretas metálicas, debido a la facilidad de ensamblaje de estas, facilidad de transporte, alturas mayores requeridas y menor tiempo de entrega del producto.
3. debido a las exigencias de caída de tensión 2% en operación y 12% en el arranque de los motores, se está utilizando conductor AAAC 120mm<sup>2</sup> en la salida a campamentos y AAAC 70mm<sup>2</sup> en la salida hacia pozos para compensar la caída de tensión.
3. en cuanto a los aisladores se está usando los del tipo polimérico debido a la contaminación generada en la mina.
4. la zona de trabajo se encuentra a gran altura, teniendo por tanto alto nivel isoceraunico, además es una zona no apantallada, por esta razón se está usando cable de guarda contra descargas atmosféricas; además adicionalmente a esto se colocan descargadores de sobretensiones en las torres más expuestas a los rayos, en el caso que exista flameo inverso.
5. para una buena actuación de la protección contra descargas atmosféricas, las

puestas a tierra deberán garantizar un valor bajo de resistencia, se recomienda el uso de material conductivo tipo hidrosolta, favigel o cemento conductivo.

**BIBLIOGRAFIA**

1. CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD – SUMINISTRO.
2. NORMA DGE “BASES PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL”.
3. NORMA IEC 815 “GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS”
4. “DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISION”, 2da Ed. año1996  
AUTOR - INGENIERO IÑAKE ROUSSE
5. POWER AND SYSTEM STABILITY AND CONTROL, 2da Ed. año1994  
AUTOR – P. KUNDUR.
6. ATERRAMIENTO ELECTRICO, 4ta Ed. año 1998  
AUTOR - GERALDO KINDERMANN
7. “LINEAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA”, 3ra Ed. año 2000  
AUTOR – LUIS MARIA CHECA
8. IEEE GUIDE FOR MEASURING EARTH RESISTIVITY, GROUND IMPEDANCE, AND EARTH SURFACE POTENTIALS OF A GROUND SYSTEM

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

## REPORTE DE CORTOCIRCUITO

## CASO - Avenida 2010 en Mínima Demanda

|                  |                 |
|------------------|-----------------|
| Potencia base    | 100.00 MVA      |
| Frecuencia       | 60 Hz           |
| Protocolo        | Estandar        |
| Régimen          | Base            |
| Impedancias      | Subtransitorias |
| Tensión prefalla | 1.000 pu        |

Barra: CCORONA A Prefalla: 220.000 kV 1.0000 pu 0.00 deg

Impedancias Thevenin: Z1 = 0.03151 + j 0.28315 pu  
 Z2 = 0.03351 + j 0.28519 pu  
 Z0 = 0.03996 + j 0.31339 pu

## Corrientes de falla:

|      |     |          |           |             |           |
|------|-----|----------|-----------|-------------|-----------|
| LLL  | Ia: | 0.921 kA | 3.5100 pu | -83.65 deg  | 351.0 MVA |
|      | I1: | 0.921 kA | 3.5100 pu | -83.65 deg  |           |
| L-G  | Ia: | 0.887 kA | 3.3786 pu | -83.21 deg  | 337.9 MVA |
|      | I1: | 0.296 kA | 1.1262 pu | -83.21 deg  |           |
|      | I2: | 0.296 kA | 1.1262 pu | -83.21 deg  |           |
|      | I0: | 0.296 kA | 1.1262 pu | -83.21 deg  |           |
| L-L  | Ib: | 0.795 kA | 3.0278 pu | -173.47 deg | 302.8 MVA |
|      | Ic: | 0.795 kA | 3.0278 pu | 6.53 deg    | 302.8 MVA |
|      | I1: | 0.459 kA | 1.7481 pu | -83.47 deg  |           |
|      | I2: | 0.459 kA | 1.7481 pu | 96.53 deg   |           |
| LL-G | Ib: | 0.907 kA | 3.4568 pu | 158.14 deg  | 345.7 MVA |
|      | Ic: | 0.902 kA | 3.4373 pu | 34.98 deg   | 343.7 MVA |
|      | Ig: | 0.861 kA | 3.2813 pu | 96.86 deg   |           |
|      | I1: | 0.603 kA | 2.2972 pu | -83.44 deg  |           |
|      | I2: | 0.316 kA | 1.2034 pu | 96.30 deg   |           |
|      | I0: | 0.287 kA | 1.0938 pu | 96.86 deg   |           |

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Barra: CCORONA B Prefalla: 13.800 kV 1.0000 pu 0.00 deg

Impedancias Thevenin:  $Z1 = 0.03151 + j 0.58315 \text{ pu}$   
 $Z2 = 0.03351 + j 0.58519 \text{ pu}$   
 $Z0 = 37.84716 + j 0.61339 \text{ pu}$

Corrientes de falla:

|      |     |          |           |             |           |
|------|-----|----------|-----------|-------------|-----------|
| LLL  | Ia: | 7.164 kA | 1.7123 pu | -86.91 deg  | 171.2 MVA |
|      | I1: | 7.164 kA | 1.7123 pu | -86.91 deg  |           |
| L-G  | Ia: | 0.331 kA | 0.0790 pu | -2.69 deg   | 7.9 MVA   |
|      | I1: | 0.110 kA | 0.0263 pu | -2.69 deg   |           |
|      | I2: | 0.110 kA | 0.0263 pu | -2.69 deg   |           |
|      | I0: | 0.110 kA | 0.0263 pu | -2.69 deg   |           |
| L-L  | Ib: | 6.193 kA | 1.4802 pu | -176.81 deg | 148.0 MVA |
|      | Ic: | 6.193 kA | 1.4802 pu | 3.19 deg    |           |
|      | I1: | 3.575 kA | 0.8546 pu | -86.81 deg  | 148.0 MVA |
|      | I2: | 3.575 kA | 0.8546 pu | 93.19 deg   |           |
| LL-G | Ib: | 6.276 kA | 1.5000 pu | -176.88 deg | 150.0 MVA |
|      | Ic: | 6.110 kA | 1.4604 pu | 3.25 deg    | 146.0 MVA |
|      | Ig: | 0.166 kA | 0.0397 pu | 178.54 deg  |           |
|      | I1: | 3.578 kA | 0.8552 pu | -86.37 deg  |           |
|      | I2: | 3.573 kA | 0.8541 pu | 92.74 deg   |           |
|      | I0: | 0.055 kA | 0.0132 pu | 178.54 deg  |           |

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Barra: CAJAMARC Prefalla: 220.000 kV 1.0000 pu 0.00 deg

Impedancias Thevenin:  $Z1 = 0.02765 + j 0.24839 \text{ pu}$   
 $Z2 = 0.02964 + j 0.25042 \text{ pu}$   
 $Z0 = 0.01629 + j 0.20106 \text{ pu}$

Corrientes de falla:

|     |     |          |           |             |           |
|-----|-----|----------|-----------|-------------|-----------|
| LLL | Ia: | 1.050 kA | 4.0012 pu | -83.65 deg  | 400.1 MVA |
|     | I1: | 1.050 kA | 4.0012 pu | -83.65 deg  |           |
| L-G | Ia: | 1.119 kA | 4.2630 pu | -84.00 deg  | 426.3 MVA |
|     | I1: | 0.373 kA | 1.4210 pu | -84.00 deg  |           |
|     | I2: | 0.373 kA | 1.4210 pu | -84.00 deg  |           |
|     | I0: | 0.373 kA | 1.4210 pu | -84.00 deg  |           |
| L-L | Ib: | 0.905 kA | 3.4497 pu | -173.45 deg | 345.0 MVA |
|     | Ic: | 0.905 kA | 3.4497 pu | 6.55 deg    |           |

|          |          |           |            |           |
|----------|----------|-----------|------------|-----------|
| I1:      | 0.523 kA | 1.9917 pu | -83.45 deg |           |
| I2:      | 0.523 kA | 1.9917 pu | 96.55 deg  |           |
| LL-G Ib: | 1.078 kA | 4.1085 pu | 152.40 deg | 410.9 MVA |
| Ic:      | 1.101 kA | 4.1957 pu | 39.75 deg  | 419.6 MVA |
| Ig:      | 1.208 kA | 4.6049 pu | 95.17 deg  |           |
| I1:      | 0.725 kA | 2.7624 pu | -83.89 deg |           |
| I2:      | 0.322 kA | 1.2279 pu | 97.29 deg  |           |
| I0:      | 0.403 kA | 1.5350 pu | 95.17 deg  |           |

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Barra: TRUJINOR B Prefalla: 220.000 kV 1.0000 pu 0.00 deg

Impedancias Thevenin: Z1 = 0.01215 + j 0.10891 pu  
Z2 = 0.01414 + j 0.11094 pu  
Z0 = 0.00397 + j 0.06078 pu

Corrientes de falla:

|          |          |            |             |            |
|----------|----------|------------|-------------|------------|
| LLL Ia:  | 2.395 kA | 9.1255 pu  | -83.63 deg  | 912.5 MVA  |
| I1:      | 2.395 kA | 9.1255 pu  | -83.63 deg  |            |
| L-G Ia:  | 2.789 kA | 10.6284 pu | -83.85 deg  | 1062.8 MVA |
| I1:      | 0.930 kA | 3.5428 pu  | -83.85 deg  |            |
| I2:      | 0.930 kA | 3.5428 pu  | -83.85 deg  |            |
| I0:      | 0.930 kA | 3.5428 pu  | -83.85 deg  |            |
| L-L Ib:  | 2.053 kA | 7.8226 pu  | -173.18 deg | 782.3 MVA  |
| Ic:      | 2.053 kA | 7.8226 pu  | 6.82 deg    | 782.3 MVA  |
| I1:      | 1.185 kA | 4.5164 pu  | -83.18 deg  |            |
| I2:      | 1.185 kA | 4.5164 pu  | 96.82 deg   |            |
| LL-G Ib: | 2.637 kA | 10.0493 pu | 146.17 deg  | 1004.9 MVA |
| Ic:      | 2.722 kA | 10.3713 pu | 45.52 deg   | 1037.1 MVA |
| Ig:      | 3.422 kA | 13.0382 pu | 94.76 deg   |            |
| I1:      | 1.761 kA | 6.7102 pu  | -84.00 deg  |            |
| I2:      | 0.621 kA | 2.3670 pu  | 98.28 deg   |            |
| I0:      | 1.141 kA | 4.3461 pu  | 94.76 deg   |            |

**ANEXO 2****CÁLCULO DE CAPACIDAD TÉRMICA DE LOS CONDUCTORES AAAC****BALANCE TÉRMICO DEL CONDUCTOR - MÉTODO DE LAS AZIMUTH MODIFICADO****(120 mm<sup>2</sup>)****Datos del conductor:**

|   |        |
|---|--------|
| Diámetro del conductor (mm)                         | 14     |
| Diámetro del hilo externo (mm)                      | 2.8    |
| Resistencia del conductor a 20 °C (ohm/km)          | 0.285  |
| Coefficiente térmico de resistencia (1/°C)          | 0.0036 |
| Absortancia de la superficie del conductor          | 0.5    |
| Emisividad de la superficie del conductor           | 0.5    |
| Conductividad térmica radial del conductor (W/m °C) | 205    |

**Datos del ambiente:**

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Altura sobre el nivel del mar (m) | 3900 |
| Velocidad del viento (m/s)        | 0.6  |
| Temperatura del aire (°C)         | 20   |

**CÁLCULOS DE IRRADIACIÓN SOLAR**

| LATITUD<br>LIN.(°) | AZIMUTH<br>LIN.(°) | ALBEDO | DÍA | HORA | TIPO DÍA | IRRADIACIÓN<br>(vatios/m <sup>2</sup> ) |
|--------------------|--------------------|--------|-----|------|----------|---|
| 7.0                | 30.0               | 0.20   | 210 | 12   | 4        | 1453.5                                  |

Irradiación solar (vatios/m<sup>2</sup>) 1453.5

| Temperatura<br>Central<br>(°C) | Temperatura<br>Superficial<br>(°C) | Temperatura<br>Media<br>(°C) | Corriente<br>(Amperios) |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 31.76                          | 31.76                              | 31.76                        | 40.00                   |
| 32.42                          | 32.42                              | 32.42                        | 60.00                   |
| 33.35                          | 33.35                              | 33.35                        | 80.00                   |
| 34.55                          | 34.55                              | 34.55                        | 100.00                  |
| 36.03                          | 36.03                              | 36.03                        | 120.00                  |
| 37.80                          | 37.80                              | 37.80                        | 140.00                  |
| 39.87                          | 39.87                              | 39.87                        | 160.00                  |
| 42.25                          | 42.25                              | 42.25                        | 180.00                  |
| 44.96                          | 44.96                              | 44.96                        | 200.00                  |
| 48.00                          | 48.00                              | 48.00                        | 220.00                  |
| 51.41                          | 51.40                              | 51.40                        | 240.00                  |
| 55.19                          | 55.18                              | 55.18                        | 260.00                  |
| 59.36                          | 59.36                              | 59.36                        | 280.00                  |
| 63.96                          | 63.96                              | 63.96                        | 300.00                  |

## BALANCE TÉRMICO DEL CONDUCTOR - MÉTODO DE LAS AZIMUTH MODIFICADO

(70 mm<sup>2</sup>)

### Datos del conductor:

|   |        |
|---|--------|
| Diámetro del conductor (mm)                         | 10.5   |
| Diámetro del hilo externo (mm)                      | 2.1    |
| Resistencia del conductor a 20 °C (ohm/km)          | 0.5078 |
| Coefficiente térmico de resistencia (1/°C)          | 0.0036 |
| Absortancia de la superficie del conductor          | 0.5    |
| Emisividad de la superficie del conductor           | 0.5    |
| Conductividad térmica radial del conductor (W/m °C) | 205    |

### Datos del ambiente:

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Altura sobre el nivel del mar (m) | 3900 |
| Velocidad del viento (m/s)        | 0.6  |
| Temperatura del aire (°C)         | 20   |

## CÁLCULOS DE IRRADIACIÓN SOLAR

| LATITUD<br>IRRADIACIÓN<br>LIN. (°)<br>(vatios/m2) | AZIMUTH<br>LIN. (°) | ALBEDO | DIA | HORA | TIPO DIA |
|---|---------------------|--------|-----|------|----------|
| 7.0   | 30.0                | 0.20   | 210 | 12   | 4        |
|   |                     |        |     |      | 1453.5   |

Irradiación solar (vatios/m2) 1453.5

| Temperatura<br>Central<br>(°C) | Temperatura<br>Superficial<br>(°C) | Temperatura<br>Media<br>(°C) | Corriente<br>(Amperios) |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 30.98                          | 30.98                              | 30.98                        | 40.00                   |
| 32.36                          | 32.36                              | 32.36                        | 60.00                   |
| 34.32                          | 34.32                              | 34.32                        | 80.00                   |
| 36.88                          | 36.88                              | 36.88                        | 100.00                  |
| 40.07                          | 40.07                              | 40.07                        | 120.00                  |
| 43.93                          | 43.93                              | 43.93                        | 140.00                  |
| 48.51                          | 48.51                              | 48.51                        | 160.00                  |
| 53.88                          | 53.87                              | 53.87                        | 180.00                  |
| 60.09                          | 60.08                              | 60.08                        | 200.00                  |
| 67.23                          | 67.22                              | 67.22                        | 220.00                  |
| 75.39                          | 75.39                              | 75.39                        | 240.00                  |
| 84.69                          | 84.68                              | 84.68                        | 260.00                  |
| 95.23                          | 95.22                              | 95.22                        | 280.00                  |
| 107.13                         | 107.12                             | 107.13                       | 300.00                  |

## BALANCE TÉRMICO DEL CONDUCTOR - MÉTODO DE LAS AZIMUTH MODIFICADO

**(35 mm<sup>2</sup>)**

### Datos del conductor:

|   |        |
|---|--------|
| Diámetro del conductor (mm)                         | 7.5    |
| Diámetro del hilo externo (mm)                      | 2.5    |
| Resistencia del conductor a 20 °C (ohm/km)          | 0.9666 |
| Coefficiente térmico de resistencia (1/°C)          | 0.0036 |
| Absortancia de la superficie del conductor          | 0.5    |
| Emisividad de la superficie del conductor           | 0.5    |
| Conductividad térmica radial del conductor (W/m °C) | 205    |

### Datos del ambiente:

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Altura sobre el nivel del mar (m) | 3900 |
| Velocidad del viento (m/s)        | 0.6  |
| Temperatura del aire (°C)         | 20   |

## CÁLCULOS DE IRRADIACIÓN SOLAR

| LATITUD<br>IRRADIACION<br>LIN.(°)<br>(vatios/m2) | AZIMUTH<br>LIN.(°) | ALBEDO | DIA | HORA | TIPO DIA |
|--|--------------------|--------|-----|------|----------|
| 7.0  | 30.0               | 0.20   | 210 | 12   | 4        |
|  |                    |        |     |      | 1453.5   |

Irradiacion solar (vatios/m2) 1453.5

| Temperatura<br>Central<br>(°C) | Temperatura<br>Superficial<br>(°C) | Temperatura<br>Media<br>(°C) | Corriente<br>(Amperios) |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 30.99                          | 30.99                              | 30.99                        | 40.00                   |
| 34.20                          | 34.19                              | 34.20                        | 60.00                   |
| 38.81                          | 38.81                              | 38.81                        | 80.00                   |
| 44.98                          | 44.97                              | 44.98                        | 100.00                  |
| 52.88                          | 52.88                              | 52.88                        | 120.00                  |
| 62.78                          | 62.77                              | 62.77                        | 140.00                  |
| 74.99                          | 74.98                              | 74.99                        | 160.00                  |
| 89.92                          | 89.91                              | 89.92                        | 180.00                  |
| 108.05                         | 108.04                             | 108.05                       | 200.00                  |
| 129.91                         | 129.89                             | 129.90                       | 220.00                  |
| 155.98                         | 155.96                             | 155.97                       | 240.00                  |
| 186.57                         | 186.55                             | 186.56                       | 260.00                  |
| 221.62                         | 221.59                             | 221.60                       | 280.00                  |
| 260.51                         | 260.48                             | 260.49                       | 300.00                  |

## ANEXO 3

## CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR

COEF. DILAT. LINEAL ( $1^{\circ}\text{C}$ ) = 0.000023;      MODULO ELAST. ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) = 6300  
 SECCIÓN ( $\text{mm}^2$ ) = 117;      DIAMETRO (mm) = 14;      PESO ( $\text{kg}/\text{m}$ ) = 0.322

ESTADO 1 TENSION PUNTO MAS BAJO ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) = 5.131; TEMP ( $^{\circ}\text{C}$ ) = 8  
 PRESIÓN DEL VIENTO ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) = 0

ESTADO 2 TEMP ( $^{\circ}\text{C}$ ) = 5; PRESIÓN DEL VIENTO ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) = 51.55;  
 ESP. HIELO (mm) = 0;      DENSIDAD DEL HIELO ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) = 0

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|---|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 50          | 6.145118                                | 718.98                | 730.26              | 0.35          | 909.78           |
| 60          | 6.336486                                | 741.37                | 753.60              | 0.49          | 938.11           |
| 70          | 6.532858                                | 764.34                | 777.55              | 0.64          | 967.19           |
| 80          | 6.730084                                | 787.42                | 801.61              | 0.81          | 996.39           |
| 90          | 6.925439                                | 810.28                | 825.46              | 1.00          | 1025.31          |
| 100         | 7.117157                                | 832.71                | 848.89              | 1.20          | 1053.69          |
| 110         | 7.304133                                | 854.58                | 871.77              | 1.41          | 1081.37          |
| 120         | 7.485683                                | 875.82                | 894.02              | 1.64          | 1108.25          |
| 130         | 7.661423                                | 896.39                | 915.60              | 1.88          | 1134.27          |
| 140         | 7.831159                                | 916.25                | 936.47              | 2.14          | 1159.40          |
| 150         | 7.994842                                | 935.40                | 956.64              | 2.40          | 1183.63          |
| 160         | 8.152496                                | 953.84                | 976.10              | 2.68          | 1206.97          |
| 170         | 8.304212                                | 971.59                | 994.87              | 2.97          | 1229.44          |
| 180         | 8.450132                                | 988.67                | 1012.96             | 3.27          | 1251.04          |
| 190         | 8.590398                                | 1005.08               | 1030.40             | 3.59          | 1271.81          |
| 200         | 8.725198                                | 1020.85               | 1047.19             | 3.91          | 1291.76          |
| 210         | 8.854711                                | 1036.00               | 1063.38             | 4.25          | 1310.94          |
| 220         | 8.979105                                | 1050.56               | 1078.96             | 4.60          | 1329.35          |
| 230         | 9.098606                                | 1064.54               | 1093.97             | 4.96          | 1347.05          |
| 240         | 9.213348                                | 1077.96               | 1108.44             | 5.34          | 1364.03          |
| 250         | 9.323631                                | 1090.86               | 1122.38             | 5.72          | 1380.36          |

ESTADO 3 TEMP ( $^{\circ}\text{C}$ ) = -1;      PRESIÓN DEL VIENTO ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) = 0;  
 ESP. HIELO (mm) = 0;      DENSIDAD DEL HIELO ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) = 0

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|---|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 50          | 6.357027                                | 743.77                | 753.34              | 0.14          | 2309.85          |
| 60          | 6.330468                                | 740.66                | 750.46              | 0.20          | 2300.20          |
| 70          | 6.300162                                | 737.12                | 747.14              | 0.27          | 2289.19          |
| 80          | 6.266600                                | 733.19                | 743.44              | 0.36          | 2276.99          |
| 90          | 6.230308                                | 728.95                | 739.42              | 0.45          | 2263.81          |
| 100         | 6.191831                                | 724.44                | 735.14              | 0.56          | 2249.83          |
| 110         | 6.151716                                | 719.75                | 730.68              | 0.68          | 2235.25          |

|     |          |        |        |      |         |
|-----|----------|--------|--------|------|---------|
| 120 | 6.110497 | 714.93 | 726.09 | 0.82 | 2220.27 |
| 130 | 6.068685 | 710.04 | 721.43 | 0.97 | 2205.08 |
| 140 | 6.026741 | 705.13 | 716.76 | 1.13 | 2189.84 |
| 150 | 5.985091 | 700.26 | 712.13 | 1.31 | 2174.71 |
| 160 | 5.944099 | 695.46 | 707.58 | 1.50 | 2159.81 |
| 170 | 5.904066 | 690.78 | 703.15 | 1.70 | 2145.27 |
| 180 | 5.865245 | 686.23 | 698.87 | 1.92 | 2131.16 |
| 190 | 5.827819 | 681.85 | 694.76 | 2.15 | 2117.56 |
| 200 | 5.791924 | 677.66 | 690.83 | 2.40 | 2104.52 |
| 210 | 5.757659 | 673.65 | 687.11 | 2.66 | 2092.07 |
| 220 | 5.725068 | 669.83 | 683.58 | 2.94 | 2080.23 |
| 230 | 5.694169 | 666.22 | 680.26 | 3.23 | 2069.00 |
| 240 | 5.664948 | 662.80 | 677.14 | 3.54 | 2058.38 |
| 250 | 5.637378 | 659.57 | 674.22 | 3.86 | 2048.36 |

ESTADO 4 TEMP (°C) = 0; PRESIÓN DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 0;  
 ESP. HIELO (mm) = 6; DENSIDAD DEL HIELO (gr/cm<sup>3</sup>) = 0.913

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARAMETRO<br>(m) |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 50          | 6.571312                          | 768.84                | 780.12              | 0.27          | 1154.09          |
| 60          | 6.678743                          | 781.41                | 793.41              | 0.39          | 1172.95          |
| 70          | 6.793413                          | 794.83                | 807.56              | 0.52          | 1193.09          |
| 80          | 6.912419                          | 808.75                | 822.24              | 0.67          | 1213.99          |
| 90          | 7.033483                          | 822.92                | 837.17              | 0.83          | 1235.25          |
| 100         | 7.154865                          | 837.12                | 852.15              | 1.01          | 1256.57          |
| 110         | 7.275271                          | 851.21                | 867.02              | 1.20          | 1277.72          |
| 120         | 7.393756                          | 865.07                | 881.67              | 1.40          | 1298.53          |
| 130         | 7.509642                          | 878.63                | 896.02              | 1.62          | 1318.88          |
| 140         | 7.622457                          | 891.83                | 910.02              | 1.85          | 1338.69          |
| 150         | 7.731887                          | 904.63                | 923.63              | 2.09          | 1357.91          |
| 160         | 7.837731                          | 917.01                | 936.82              | 2.35          | 1376.50          |
| 170         | 7.939875                          | 928.97                | 949.58              | 2.62          | 1394.44          |
| 180         | 8.038278                          | 940.48                | 961.91              | 2.90          | 1411.72          |
| 190         | 8.132938                          | 951.55                | 973.81              | 3.19          | 1428.35          |
| 200         | 8.223895                          | 962.20                | 985.27              | 3.50          | 1444.32          |
| 210         | 8.311225                          | 972.41                | 996.31              | 3.82          | 1459.66          |
| 220         | 8.394996                          | 982.21                | 1006.94             | 4.15          | 1474.37          |
| 230         | 8.475322                          | 991.61                | 1017.17             | 4.49          | 1488.48          |
| 240         | 8.552310                          | 1000.62               | 1027.01             | 4.85          | 1502.00          |
| 250         | 8.626067                          | 1009.25               | 1036.48             | 5.21          | 1514.95          |

ESTADO 5 TEMP (°C) = 0; PRESION DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 12.89;  
 ESP. HIELO (mm) = 3; DENSIDAD DEL HIELO (gr/cm<sup>3</sup>) = 0.913

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 50          | 6.416569                          | 750.74                | 761.26              | 0.23          | 1404.42          |
| 60          | 6.470166                          | 757.01                | 768.05              | 0.32          | 1416.15          |
| 70          | 6.528711                          | 763.86                | 775.44              | 0.43          | 1428.96          |
| 80          | 6.590744                          | 771.12                | 783.25              | 0.56          | 1442.54          |

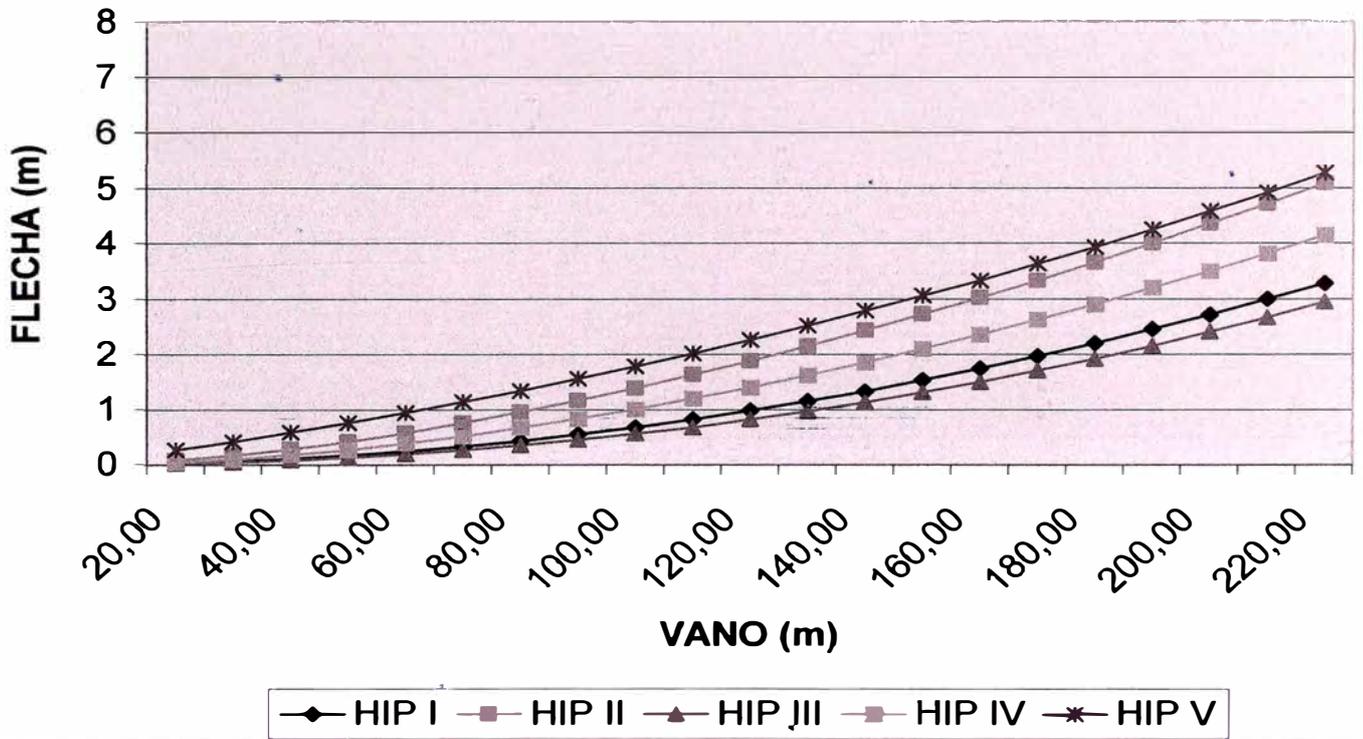
|     |          |        |        |      |         |
|-----|----------|--------|--------|------|---------|
| 90  | 6.654991 | 778.63 | 791.33 | 0.70 | 1456.60 |
| 100 | 6.720392 | 786.29 | 799.55 | 0.86 | 1470.02 |
| 110 | 6.786072 | 793.97 | 807.81 | 1.03 | 1485.29 |
| 120 | 6.851341 | 801.61 | 816.03 | 1.21 | 1499.58 |
| 130 | 6.915664 | 809.13 | 824.15 | 1.41 | 1513.66 |
| 140 | 6.978626 | 816.50 | 832.11 | 1.62 | 1527.44 |
| 150 | 7.039929 | 823.67 | 839.88 | 1.85 | 1540.86 |
| 160 | 7.099352 | 830.62 | 847.44 | 2.08 | 1553.86 |
| 170 | 7.156760 | 837.34 | 854.76 | 2.33 | 1566.43 |
| 180 | 7.212047 | 843.81 | 861.84 | 2.59 | 1578.53 |
| 190 | 7.265182 | 850.03 | 868.68 | 2.87 | 1590.16 |
| 200 | 7.316144 | 855.99 | 875.26 | 3.16 | 1601.31 |
| 210 | 7.364946 | 861.70 | 881.59 | 3.46 | 1611.99 |
| 220 | 7.411621 | 867.16 | 887.68 | 3.77 | 1622.21 |
| 230 | 7.456215 | 872.38 | 893.53 | 4.10 | 1631.97 |
| 240 | 7.498780 | 877.36 | 899.15 | 4.44 | 1641.29 |
| 250 | 7.539387 | 882.11 | 904.54 | 4.79 | 1650.17 |

ESTADO 6 TEMP (°C) = 60;  
ESP. HIELO (mm) = 0;

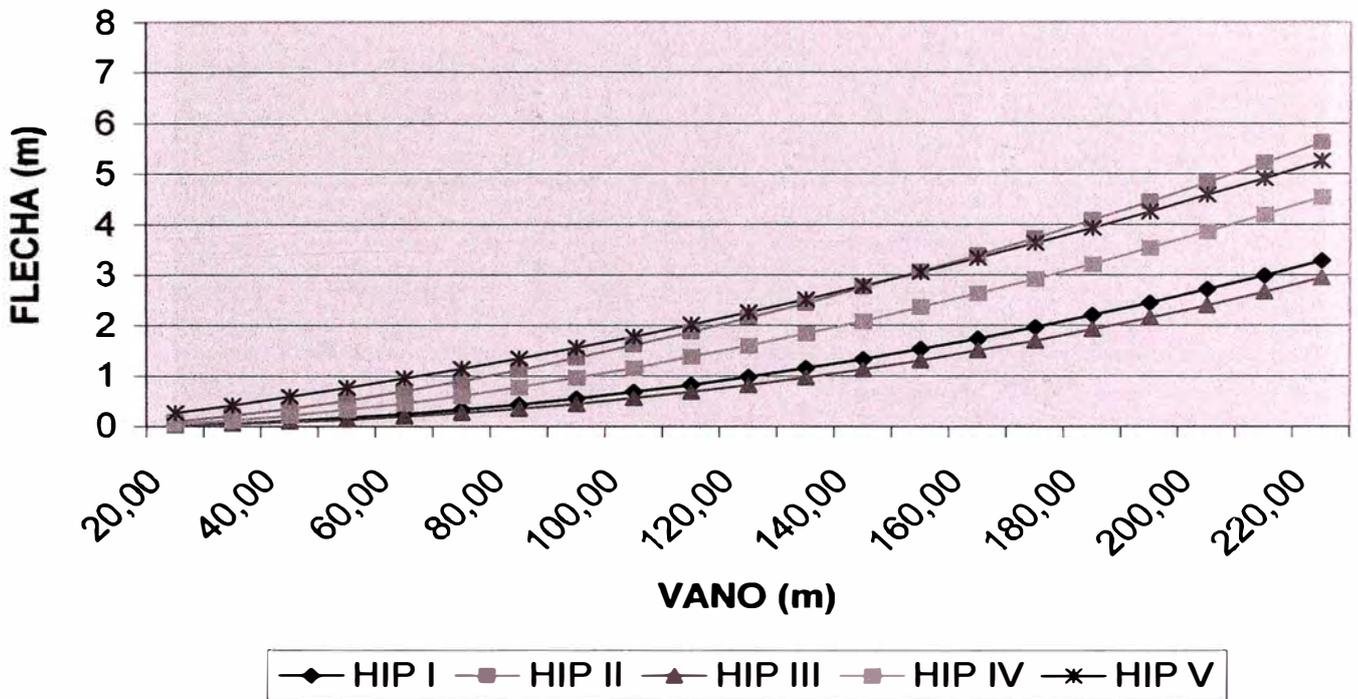
PRESION DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 0;  
DENSIDAD DEL HIELO (gr/cm<sup>3</sup>) = 0

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 50          | 1.147559                          | 134.26                | 137.22              | 0.76          | 416.97           |
| 60          | 1.330027                          | 155.61                | 159.10              | 0.94          | 483.27           |
| 70          | 1.501441                          | 175.67                | 179.69              | 1.14          | 545.55           |
| 80          | 1.662874                          | 194.56                | 199.09              | 1.34          | 604.21           |
| 90          | 1.815199                          | 212.38                | 217.42              | 1.55          | 659.56           |
| 100         | 1.959152                          | 229.22                | 234.77              | 1.78          | 711.87           |
| 110         | 2.095358                          | 245.16                | 251.20              | 2.01          | 761.36           |
| 120         | 2.224366                          | 260.25                | 266.78              | 2.25          | 808.23           |
| 130         | 2.346656                          | 274.56                | 281.57              | 2.51          | 852.67           |
| 140         | 2.462661                          | 288.13                | 295.62              | 2.77          | 894.82           |
| 150         | 2.572770                          | 301.01                | 308.98              | 3.04          | 934.83           |
| 160         | 2.677339                          | 313.25                | 321.68              | 3.33          | 972.82           |
| 170         | 2.776692                          | 324.87                | 333.77              | 3.62          | 1008.92          |
| 180         | 2.871131                          | 335.92                | 345.28              | 3.93          | 1043.24          |
| 190         | 2.960931                          | 346.43                | 356.25              | 4.24          | 1075.87          |
| 200         | 3.046354                          | 356.42                | 366.70              | 4.57          | 1106.91          |
| 210         | 3.127639                          | 365.93                | 376.67              | 4.90          | 1136.44          |
| 220         | 3.205014                          | 374.99                | 386.18              | 5.25          | 1164.55          |
| 230         | 3.278688                          | 383.61                | 395.25              | 5.61          | 1191.32          |
| 240         | 3.348860                          | 391.82                | 403.91              | 5.98          | 1216.82          |
| 250         | 3.415718                          | 399.64                | 412.18              | 6.37          | 1241.12          |

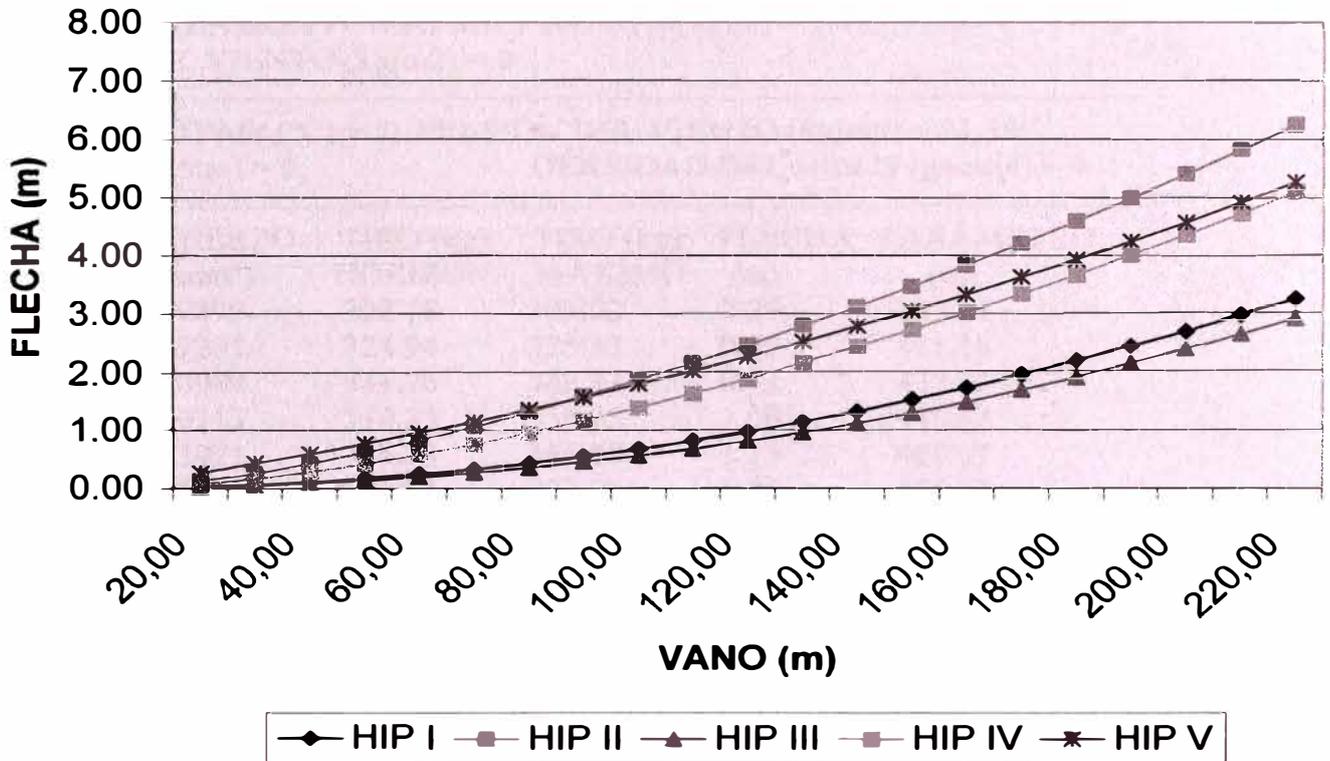
**CALCULO DE FLECHAS CONDUCTOR  
AAAC 120mm<sup>2</sup>**



### CALCULO DE FLECHAS CONDUCTOR AAAC 70mm<sup>2</sup>



**CALCULO DE FLECHAS CONDUCTOR  
AAAC 35mm<sup>2</sup>**





**ANEXO 4****CÁLCULO MECÁNICO DEL CABLE DE GUARDA**

CABLE DE ACERO GALVANIZADO 1/4"      H/D = 0.15  
 COEF. DILAT. LINEAL (1/°C) = 0.0000115; MÓDULO ELAST.(kg/mm<sup>2</sup>) = 18600  
 SECCIÓN (mm<sup>2</sup>) = 22.7;      DIÁMETRO (mm) = 6.1;      PESO (kg/m) = 0.18

ESTADO 1 TENSIÓN PUNTO MÁS BAJO (kg/mm<sup>2</sup>) = 17.392; TEMP (°C) = 8;  
 PRESIÓN DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 0

ESTADO 2 TEMP (°C) = 5; PRESIÓN DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 51.55;  
 ESP. HIELO (mm) = 0;      DENSIDAD DEL HIELO (gr/cm<sup>3</sup>) = 0

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 50          | 18.96451                          | 430.49                | 436.77              | 0.27          | 1188.13          |
| 60          | 19.30951                          | 438.33                | 445.00              | 0.38          | 1209.75          |
| 70          | 19.67934                          | 446.72                | 453.80              | 0.50          | 1232.92          |
| 80          | 20.06510                          | 455.48                | 462.98              | 0.64          | 1257.09          |
| 90          | 20.45977                          | 464.44                | 472.37              | 0.80          | 1281.81          |
| 100         | 20.85798                          | 473.48                | 481.84              | 0.97          | 1306.76          |
| 110         | 21.25569                          | 482.50                | 491.30              | 1.15          | 1331.68          |
| 120         | 21.64985                          | 491.45                | 500.69              | 1.34          | 1356.37          |
| 130         | 22.03830                          | 500.27                | 509.96              | 1.55          | 1380.71          |
| 140         | 22.41944                          | 508.92                | 519.05              | 1.76          | 1404.59          |
| 150         | 22.79211                          | 517.38                | 527.96              | 1.99          | 1427.93          |
| 160         | 23.15559                          | 525.63                | 536.66              | 2.23          | 1450.71          |
| 170         | 23.50932                          | 533.66                | 545.14              | 2.48          | 1472.87          |
| 180         | 23.85302                          | 541.46                | 553.40              | 2.74          | 1494.40          |
| 190         | 24.18654                          | 549.03                | 561.42              | 3.01          | 1515.29          |
| 200         | 24.50982                          | 556.37                | 569.22              | 3.29          | 1535.55          |
| 210         | 24.82291                          | 563.48                | 576.78              | 3.58          | 1555.16          |
| 220         | 25.12594                          | 570.36                | 584.12              | 3.89          | 1574.15          |
| 230         | 25.41908                          | 577.01                | 591.23              | 4.20          | 1592.51          |
| 240         | 25.70250                          | 583.45                | 598.12              | 4.52          | 1610.27          |
| 250         | 25.97644                          | 589.67                | 604.80              | 4.85          | 1627.43          |

ESTADO 3 TEMP (°C) = -1;      PRESIÓN DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 0;  
 ESP. HIELO (mm) = 0;      DENSIDAD DEL HIELO (gr/cm<sup>3</sup>) = 0

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 50          | 19.22504                          | 436.41                | 441.99              | 0.13          | 2424.49          |
| 60          | 19.19535                          | 435.73                | 441.45              | 0.19          | 2420.75          |
| 70          | 19.16132                          | 434.96                | 440.82              | 0.26          | 2416.46          |
| 80          | 19.12340                          | 434.10                | 440.10              | 0.34          | 2411.67          |
| 90          | 19.08213                          | 433.16                | 439.30              | 0.43          | 2406.47          |
| 100         | 19.03803                          | 432.16                | 438.44              | 0.53          | 2400.91          |
| 110         | 18.99159                          | 431.11                | 437.53              | 0.64          | 2395.05          |

|     |          |        |        |      |         |
|-----|----------|--------|--------|------|---------|
| 120 | 18.94335 | 430.01 | 436.58 | 0.76 | 2388.97 |
| 130 | 18.89382 | 428.89 | 435.60 | 0.90 | 2382.72 |
| 140 | 18.84345 | 427.75 | 434.61 | 1.04 | 2376.37 |
| 150 | 18.79268 | 426.59 | 433.61 | 1.20 | 2369.97 |
| 160 | 18.74191 | 425.44 | 432.61 | 1.37 | 2363.56 |
| 170 | 18.69146 | 424.30 | 431.61 | 1.55 | 2357.20 |
| 180 | 18.64165 | 423.17 | 430.64 | 1.74 | 2350.92 |
| 190 | 18.59274 | 422.06 | 429.69 | 1.95 | 2344.75 |
| 200 | 18.54495 | 420.97 | 428.77 | 2.16 | 2338.72 |
| 210 | 18.49842 | 419.91 | 427.87 | 2.39 | 2332.86 |
| 220 | 18.45331 | 418.89 | 427.02 | 2.63 | 2327.17 |
| 230 | 18.40970 | 417.90 | 426.20 | 2.88 | 2321.67 |
| 240 | 18.36767 | 416.95 | 425.41 | 3.14 | 2316.37 |
| 250 | 18.32726 | 416.03 | 424.67 | 3.42 | 2311.27 |

-----  
 ESTADO 4 TEMP (°C) = 0; PRESIÓN DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 0;  
 ESP. HIELO (mm) = 6; DENSIDAD DEL HIELO (gr/cm<sup>3</sup>) = 0.913  
 -----

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 50          | 20.05728                          | 455.30                | 461.95              | 0.27          | 1172.74          |
| 60          | 20.41687                          | 463.46                | 470.54              | 0.38          | 1193.76          |
| 70          | 20.80326                          | 472.23                | 479.75              | 0.51          | 1216.36          |
| 80          | 21.20714                          | 481.40                | 489.37              | 0.65          | 1239.97          |
| 90          | 21.62121                          | 490.80                | 499.23              | 0.81          | 1264.18          |
| 100         | 22.03983                          | 500.30                | 509.19              | 0.98          | 1288.66          |
| 110         | 22.45868                          | 509.81                | 519.17              | 1.16          | 1313.15          |
| 120         | 22.87457                          | 519.25                | 529.08              | 1.36          | 1337.46          |
| 130         | 23.28510                          | 528.57                | 538.88              | 1.57          | 1361.47          |
| 140         | 23.68855                          | 537.73                | 548.51              | 1.79          | 1385.06          |
| 150         | 24.08369                          | 546.70                | 557.96              | 2.02          | 1408.16          |
| 160         | 24.46965                          | 555.46                | 567.21              | 2.26          | 1430.73          |
| 170         | 24.84582                          | 564.00                | 576.23              | 2.51          | 1452.72          |
| 180         | 25.21188                          | 572.31                | 585.02              | 2.78          | 1474.13          |
| 190         | 25.56757                          | 580.38                | 593.59              | 3.05          | 1494.92          |
| 200         | 25.91284                          | 588.22                | 601.91              | 3.34          | 1515.11          |
| 210         | 26.24770                          | 595.82                | 610.00              | 3.63          | 1534.69          |
| 220         | 26.57222                          | 603.19                | 617.86              | 3.94          | 1553.66          |
| 230         | 26.88657                          | 610.33                | 625.49              | 4.25          | 1572.04          |
| 240         | 27.19091                          | 617.23                | 632.89              | 4.58          | 1589.84          |
| 250         | 27.48544                          | 623.92                | 640.07              | 4.92          | 1607.06          |

-----  
 ESTADO 5 TEMP (°C) = 0; PRESIÓN DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 12.89;  
 ESP. HIELO (mm) = 3; DENSIDAD DEL HIELO (gr/cm<sup>3</sup>) = 0.913  
 -----

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 50          | 19.56014                          | 444.02                | 450.18              | 0.21          | 1471.51          |
| 60          | 19.74615                          | 448.24                | 454.70              | 0.31          | 1485.51          |
| 70          | 19.95115                          | 452.89                | 459.67              | 0.41          | 1500.93          |

|     |          |        |        |      |         |
|-----|----------|--------|--------|------|---------|
| 80  | 20.17046 | 457.87 | 464.96 | 0.53 | 1517.43 |
| 90  | 20.39998 | 463.08 | 470.50 | 0.67 | 1534.70 |
| 100 | 20.63617 | 468.44 | 476.19 | 0.81 | 1552.46 |
| 110 | 20.87608 | 473.89 | 481.97 | 0.97 | 1570.51 |
| 120 | 21.11727 | 479.36 | 487.78 | 1.15 | 1588.66 |
| 130 | 21.35782 | 484.82 | 493.59 | 1.33 | 1606.75 |
| 140 | 21.59613 | 490.23 | 499.34 | 1.52 | 1624.68 |
| 150 | 21.83103 | 495.56 | 505.02 | 1.73 | 1642.35 |
| 160 | 22.06157 | 500.80 | 510.61 | 1.95 | 1659.70 |
| 170 | 22.28705 | 505.92 | 516.08 | 2.18 | 1676.66 |
| 180 | 22.50694 | 510.91 | 521.42 | 2.42 | 1693.20 |
| 190 | 22.72088 | 515.76 | 526.63 | 2.67 | 1709.30 |
| 200 | 22.92865 | 520.48 | 531.71 | 2.93 | 1724.93 |
| 210 | 23.13004 | 525.05 | 536.64 | 3.20 | 1740.08 |
| 220 | 23.32505 | 529.48 | 541.43 | 3.49 | 1754.75 |
| 230 | 23.51363 | 533.76 | 546.07 | 3.78 | 1768.94 |
| 240 | 23.69579 | 537.89 | 550.57 | 4.08 | 1782.64 |
| 250 | 23.87168 | 541.89 | 554.93 | 4.40 | 1795.87 |

ESTADO 6 TEMP (°C) = 40;  
ESP. HIELO (mm) = 0;

PRESIÓN DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 0;  
DENSIDAD DEL HIELO (gr/cm<sup>3</sup>) = 0

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 50          | 11.17663                          | 253.71                | 257.26              | 0.22          | 1409.50          |
| 60          | 11.37361                          | 258.18                | 261.94              | 0.32          | 1434.34          |
| 70          | 11.58125                          | 262.89                | 266.86              | 0.42          | 1460.52          |
| 80          | 11.79416                          | 267.73                | 271.90              | 0.54          | 1487.38          |
| 90          | 12.00828                          | 272.59                | 276.97              | 0.68          | 1514.38          |
| 100         | 12.22063                          | 277.41                | 282.01              | 0.82          | 1541.16          |
| 110         | 12.42912                          | 282.14                | 286.96              | 0.98          | 1567.45          |
| 120         | 12.63228                          | 286.75                | 291.78              | 1.14          | 1593.07          |
| 130         | 12.82913                          | 291.22                | 296.47              | 1.32          | 1617.90          |
| 140         | 13.01903                          | 295.53                | 301.00              | 1.51          | 1641.84          |
| 150         | 13.20167                          | 299.68                | 305.36              | 1.71          | 1664.88          |
| 160         | 13.37683                          | 303.65                | 309.55              | 1.92          | 1686.97          |
| 170         | 13.54452                          | 307.46                | 313.58              | 2.14          | 1708.11          |
| 180         | 13.70480                          | 311.10                | 317.43              | 2.37          | 1728.33          |
| 190         | 13.85780                          | 314.57                | 321.12              | 2.61          | 1747.62          |
| 200         | 14.00373                          | 317.88                | 324.65              | 2.86          | 1766.03          |
| 210         | 14.14284                          | 321.04                | 328.03              | 3.13          | 1783.57          |
| 220         | 14.27531                          | 324.05                | 331.25              | 3.40          | 1800.28          |
| 230         | 14.40148                          | 326.91                | 334.33              | 3.68          | 1816.19          |
| 240         | 14.52158                          | 329.64                | 337.28              | 3.98          | 1831.33          |
| 250         | 14.63585                          | 332.23                | 340.09              | 4.28          | 1845.74          |

## CÁLCULO MECÁNICO DEL CABLE DE GUARDA

CABLE DE ACERO GALVANIZADO 1/4" H/D = 0.00  
 COEF. DILAT. LINEAL (1/°C) = 0.0000115; MÓDULO ELAST.(kg/mm<sup>2</sup>) = 18600;  
 SECCIÓN (mm<sup>2</sup>) = 22.7; DIÁMETRO (mm) = 6.1; PESO (kg/m) = 0.18

ESTADO 1 TENSIÓN PUNTO MÁS BAJO (kg/mm<sup>2</sup>) = 7.421; TEMP (°C) = 8;  
 PRESIÓN DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 0

ESTADO 2 TEMP (°C) = 5; PRESIÓN DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 51.55;  
 ESP. HIELO (mm) = 0; DENSIDAD DEL HIELO (gr/cm<sup>3</sup>) = 0

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 30          | 9.314544                          | 211.44                | 211.51              | 0.19          | 583.56           |
| 40          | 9.882013                          | 224.32                | 224.44              | 0.32          | 619.11           |
| 50          | 10.40767                          | 236.25                | 236.43              | 0.48          | 652.04           |
| 60          | 10.88097                          | 247.00                | 247.24              | 0.66          | 681.70           |
| 70          | 11.30166                          | 256.55                | 256.86              | 0.87          | 708.05           |
| 80          | 11.67329                          | 264.98                | 265.38              | 1.09          | 731.34           |
| 90          | 12.00063                          | 272.41                | 272.90              | 1.35          | 751.84           |
| 100         | 12.28855                          | 278.95                | 279.54              | 1.62          | 769.88           |

ESTADO 3 TEMP (°C) = 0; PRESIÓN DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 0;  
 ESP. HIELO (mm) = 6; DENSIDAD DEL HIELO (gr/cm<sup>3</sup>) = 0.913

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 30          | 10.27016                          | 233.13                | 233.21              | 0.19          | 600.49           |
| 40          | 10.81659                          | 245.54                | 245.66              | 0.32          | 632.44           |
| 50          | 11.33281                          | 257.25                | 257.44              | 0.47          | 662.62           |
| 60          | 11.80395                          | 267.95                | 268.20              | 0.65          | 690.17           |
| 70          | 12.22683                          | 277.55                | 277.88              | 0.86          | 714.90           |
| 80          | 12.60320                          | 286.09                | 286.51              | 1.09          | 736.90           |
| 90          | 12.93675                          | 293.66                | 294.18              | 1.34          | 756.41           |
| 100         | 13.23091                          | 300.34                | 300.97              | 1.62          | 773.60           |

ESTADO 4 TEMP (°C) = 0; PRESIÓN DEL VIENTO (kg/m<sup>2</sup>) = 12.89;  
 ESP. HIELO (mm) = 3; DENSIDAD DEL HIELO (gr/cm<sup>3</sup>) = 0.913

| VANO<br>(m) | ESFUERZO<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | TIRO (kg)<br>HORIZON. | TIRO (kg)<br>MÁXIMO | FLECHA<br>(m) | PARÁMETRO<br>(m) |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 30          | 9.657279                          | 219.22                | 219.27              | 0.15          | 726.52           |
| 40          | 9.935813                          | 225.54                | 225.62              | 0.27          | 747.47           |
| 50          | 10.20640                          | 231.69                | 231.81              | 0.41          | 767.83           |
| 60          | 10.45591                          | 237.35                | 237.52              | 0.57          | 786.60           |
| 70          | 10.67954                          | 242.43                | 242.66              | 0.76          | 803.42           |
| 80          | 10.87691                          | 246.91                | 247.20              | 0.98          | 818.27           |
| 90          | 11.04959                          | 250.83                | 251.19              | 1.22          | 831.26           |
| 100         | 11.19901                          | 254.22                | 254.67              | 1.48          | 842.50           |

**ANEXO 5****CÁLCULO MECÁNICO DEL POSTES DE CONCRETO****CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS (Poste de Concreto 13 m/300 kg)****DATOS DEL CONDUCTOR**

|   |        |
|---|--------|
| Zona de Trabajo tipo:                           | 2      |
| Sección a utilizar (mm <sup>2</sup> )           | 34.36  |
| Esfzo Condic. de Templado (Kg/mm <sup>2</sup> ) | 5.134  |
| Longitud de Vano básico (m)                     | 120    |
| Peso del conductor (Kg/Km)                      | 94     |
| Presión de Viento (Kg/m <sup>2</sup> )          | 51.55  |
| Carga de Rotura (kg)                            | 980    |
| Tiro máximo (kg)                                | 335.09 |
| Diámetro de conductor (m)                       | 0.0075 |

**TABLA DE VIENTOS SEGÚN ZONA**

| ZONA | m/s    | PRESIÓN<br>EQUIV<br>Kg/m <sup>2</sup> |
|------|--------|---------------------------------------|
| 1    |        | 0                                     |
| 2    | 33.333 | 51.55                                 |
| 3    |        | 0                                     |
| 4    |        | 0                                     |

**DATOS DE POSTES DE CONCRETO**

|                           |      |
|---------------------------|------|
| Longitud (m)              | 13   |
| Diámetro en la Punta (mm) | 160  |
| Diámetro en la Base (mm)  | 340  |
| Carga de Trabajo (Kg)     | 300  |
| Altura H1 (m)             | 11.6 |
| Altura H2 (m)             | 10.4 |
| Altura H3 (m)             | 9.2  |

**FUERZA DEL VIENTO SOBRE EL POSTE**

| <b>LONGITUD TOTAL</b> | <b>LONGITUD LIBRE DEL POSTE</b> | <b>CARGA DE TRABAJO</b> | <b>LONG. DE EMPOTR.</b> | <b>DIAM. EN LA PUNTA</b> | <b>DIAM. EN LA BASE</b> |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>m</b>              | <b>m</b>                        | <b>Kg</b>               | <b>m</b>                | <b>m</b>                 | <b>m</b>                |
| 13                    | 11.7                            | 300                     | 1.3                     | 0.16                     | 0.34                    |

| <b>DIAM. DE EMPOTR.</b> | <b>UBI. FUERZA DEL VIENTO (Z)</b> | <b>FUERZA DEL VIENTO SOB EL POSTE</b> | <b>MOMENTO RESULTANTE</b> |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| <b>m</b>                | <b>(m)</b>                        | <b>(Kg)</b>                           | <b>(Mvp) Kg*m</b>         |
| 0.318                   | 5.21                              | 144                                   | 749.79                    |

**CÁLCULO DE MOMENTOS PRODUCIDOS POR LA TENSIÓN DEL CONDUCTOR**

| <b>FORMACIÓN</b>        | <b>VANO BÁSICO</b> | <b>ÁNGULO</b> | <b>DIÁMETRO</b> | <b>FUERZA DE TENSIÓN</b> | <b>FUERZA DE TRACCIÓN</b> | <b>MOMENTO TOTAL</b> |
|-------------------------|--------------------|---------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| <b>(mm<sup>2</sup>)</b> | <b>(m)</b>         |               | <b>(m)</b>      | <b>T (Kg)</b>            | <b>Tc (Kg)</b>            | <b>(Kg*m)</b>        |
| 3x35                    | 120                | 0             | 0.0075          | 335.09                   | 0                         | 0                    |
| 3x35                    | 120                | 1             | 0.0075          | 335.09                   | 5.85                      | 182.47               |
| 3x35                    | 120                | 2             | 0.0075          | 335.09                   | 11.7                      | 364.92               |
| 3x35                    | 120                | 3             | 0.0075          | 335.09                   | 17.54                     | 547.35               |
| 3x35                    | 120                | 4             | 0.0075          | 335.09                   | 23.39                     | 729.74               |
| 3x35                    | 120                | 5             | 0.0075          | 335.09                   | 29.23                     | 912.06               |
| 3x35                    | 120                | 30            | 0.0075          | 335.09                   | 173.46                    | 5411.81              |
| 3x35                    | 120                | 60            | 0.0075          | 335.09                   | 335.09                    | 10454.81             |
| 3x35                    | 120                | 90            | 0.0075          | 335.09                   | 473.89                    | 14785.33             |

**MOMENTOS TOTALES Y FUERZA EN PUNTA EQUIVALENTE**

| <b>ÁNGULO</b> | <b>MOMENTO TOTAL</b> | <b>FUERZA EQUIVALENTE</b> | <b>CARGA DE TRABAJO</b> | <b>RELACIÓN</b>          |
|---------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
|               | <b>(kg*m)</b>        | <b>FE (Kg)</b>            | <b>CT (Kg)</b>          | <b>CT / FE &gt; 1.00</b> |
| 0             | 2,197.35             | 189.43                    | 300                     | 1.58                     |
| 1             | 2,379.76             | 205.15                    | 300                     | 1.46                     |
| 2             | 2,562.05             | 220.87                    | 300                     | 1.36                     |
| 3             | 2,744.21             | 236.57                    | 300                     | 1.27                     |
| 4             | 2,926.20             | 252.26                    | 300                     | 1.19                     |
| 5             | 3,108.04             | 267.93                    | 300                     | 1.12                     |
| 30            | 7,559.83             | 651.71                    | 300                     | 0.46                     |
| 60            | 12,458.22            | 1,073.98                  | 300                     | 0.28                     |
| 90            | 16,558.70            | 1,427.47                  | 300                     | 0.21                     |

**CONCLUSION**

La estructura tipo "s", para simple terna vertical con conductor de desvío de 0 - 5 grados, con un poste de concreto armado de 13 m / 300 kg

**CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS (Poste de Concreto 13 m/400 kg****DATOS DEL CONDUCTOR**

|   |        |
|---|--------|
| Zona de Trabajo tipo:                         | 2      |
| Sección a utilizar (mm <sup>2</sup> )         | 34.36  |
| Esfzo Cond. de Templado (Kg/mm <sup>2</sup> ) | 5.134  |
| Longitud de Vano básico (m)                   | 120    |
| Peso del conductor (Kg/Km)                    | 94     |
| Presión de Viento (Kg/m <sup>2</sup> )        | 51.55  |
| Carga de Rotura (kg)                          | 980    |
| Tiro máximo (kg)                              | 335.09 |
| Diámetro de conductor (m)                     | 0.0075 |

**TABLA DE VIENTOS SEGÚN ZONA**

| ZONA | m/s    | PRESIÓN EQUIV Kg/m <sup>2</sup> |
|------|--------|---------------------------------|
| 1    |        | 0                               |
| 2    | 33.333 | 51.55                           |
| 3    |        | 0                               |
| 4    |        | 0                               |

**DATOS DE POSTES DE CONCRETO**

|                           |      |
|---------------------------|------|
| Longitud (m)              | 13   |
| Diámetro en la Punta (mm) | 180  |
| Diámetro en la Base (mm)  | 375  |
| Carga de Trabajo (Kg)     | 400  |
| Altura H1 (m)             | 11.6 |
| Altura H2 (m)             | 10.4 |
| Altura H3 (m)             | 9.2  |

**FUERZA DEL VIENTO SOBRE EL POSTE**

| <b>LONGITUD TOTAL</b> | <b>LONGITUD LIBRE DEL POSTE</b> | <b>CARGA DE TRABAJO</b> | <b>LONG. DE EMPOTR.</b> | <b>DIAM. EN LA PUNTA</b> | <b>DIAM. EN LA BASE</b> |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>m</b>              | <b>m</b>                        | <b>Kg</b>               | <b>m</b>                | <b>m</b>                 | <b>m</b>                |
| 13                    | 11.7                            | 400                     | 1.3                     | 0.18                     | 0.375                   |

| <b>DIAM. DE EMPOTR.</b> | <b>UBI. FUERZA DEL VIENTO (Z)</b> | <b>FUERZA DEL VIENTO SOB EL POSTE</b> | <b>MOMENTO RESULTANTE</b> |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| <b>m</b>                | <b>(m)</b>                        | <b>(Kg)</b>                           | <b>(Mvp)<br/>Kg*m</b>     |
| 0.351                   | 5.22                              | 160.02                                | 835.8                     |

**CÁLCULO DE MOMENTOS PRODUCIDOS POR LA FUERZA DEL VIENTO SOBRE EL CONDUCTOR**

| <b>FORMACIÓN</b> | <b>VANO BÁSICO</b> | <b>ÁNGULO TOPOGRAF</b> | <b>DIÁMETRO CONDUCTOR</b> | <b>FUERZA TOTAL DEL VIENTO F (Kg)</b> | <b>FUERZA SOBRE CONDUCTOR Fvc (Kg)</b> | <b>MOMENTO TOTAL Kg*m</b> |
|------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------|
| <b>(mm2)</b>     | <b>(m)</b>         | <b>(°)</b>             | <b>(m)</b>                |                                       |  |                           |
| 3x35             | 120                | 0                      | 0.0075                    | 46.4                                  | 46.4                                   | 1447.56                   |
| 3x35             | 120                | 1                      | 0.0075                    | 46.4                                  | 46.39                                  | 1447.51                   |
| 3x35             | 120                | 2                      | 0.0075                    | 46.4                                  | 46.39                                  | 1447.34                   |
| 3x35             | 120                | 3                      | 0.0075                    | 46.4                                  | 46.38                                  | 1447.06                   |
| 3x35             | 120                | 4                      | 0.0075                    | 46.4                                  | 46.37                                  | 1446.68                   |
| 3x35             | 120                | 5                      | 0.0075                    | 46.4                                  | 46.35                                  | 1446.18                   |
| 3x35             | 120                | 30                     | 0.0075                    | 46.4                                  | 44.82                                  | 1398.24                   |
| 3x35             | 120                | 60                     | 0.0075                    | 46.4                                  | 38.01                                  | 1185.77                   |
| 3x35             | 120                | 90                     | 0.0075                    | 46.4                                  | 32.81                                  | 1023.58                   |

**CÁLCULO DE MOMENTOS PRODUCIDOS POR LA TENSIÓN DEL CONDUCTOR**

| <b>FORMACIÓN</b> | <b>VANO BÁSICO</b> | <b>ÁNGULO</b> | <b>DIÁMETRO</b> | <b>FUERZA DE TENSIÓN T (Kg)</b> | <b>FUERZA DE TRACCIÓN Tc (Kg)</b> | <b>MOMENTO TOTAL (Kg*m)</b> |
|------------------|--------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| <b>(mm2)</b>     | <b>(m)</b>         |               | <b>(m)</b>      |                                 |                                   |                             |
| 3x35             | 120                | 0             | 0.0075          | 335.09                          | 0                                 | 0                           |
| 3x35             | 120                | 1             | 0.0075          | 335.09                          | 5.85                              | 182.47                      |
| 3x35             | 120                | 2             | 0.0075          | 335.09                          | 11.7                              | 364.92                      |
| 3x35             | 120                | 3             | 0.0075          | 335.09                          | 17.54                             | 547.35                      |
| 3x35             | 120                | 4             | 0.0075          | 335.09                          | 23.39                             | 729.74                      |
| 3x35             | 120                | 5             | 0.0075          | 335.09                          | 29.23                             | 912.06                      |
| 3x35             | 120                | 30            | 0.0075          | 335.09                          | 173.46                            | 5411.81                     |
| 3x35             | 120                | 60            | 0.0075          | 335.09                          | 384.4                             | 11993.26                    |
| 3x35             | 120                | 90            | 0.0075          | 335.09                          | 473.89                            | 14785.33                    |

**MOMENTOS TOTALES Y FUERZA EN PUNTA EQUIVALENTE**

| <b>ÁNGULO</b> | <b>MOMENTO<br/>TOTAL<br/>(kg*m)</b> | <b>FUERZA<br/>EQUIVALENTE<br/>FE (Kg)</b> | <b>CARGA DE<br/>TRABAJO<br/>CT (Kg)</b> | <b>RELACIÓN<br/>CT / FE &gt; 1.00</b> |
|---------------|-------------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| 0             | 2,283.36                            | 196.84                                    | 400                                     | 2.03                                  |
| 1             | 2,465.77                            | 212.57                                    | 400                                     | 1.88                                  |
| 2             | 2,648.06                            | 228.28                                    | 400                                     | 1.75                                  |
| 3             | 2,830.21                            | 243.98                                    | 400                                     | 1.64                                  |
| 4             | 3,012.21                            | 259.67                                    | 400                                     | 1.54                                  |
| 5             | 3,194.04                            | 275.35                                    | 400                                     | 1.45                                  |
| 30            | 7,645.84                            | 659.12                                    | 400                                     | 0.61                                  |
| 60            | 14,014.83                           | 1,208.18                                  | 400                                     | 0.33                                  |
| 90            | 16,644.71                           | 1,434.89                                  | 400                                     | 0.28                                  |

**CONCLUSION**

La estructura A1, para simple terna vertical con conductor aaac 35 mm<sup>2</sup>, trabajará con un vano medio de 120 m y un ángulo de desvío de hasta 5 grados, con un poste de concreto armado de 13 m / 400 kg, tres retenidas transversales

La estructura A2, para simple terna vertical con conductor aaac 35 mm<sup>2</sup>, trabajará con un vano medio de 120 m y un ángulo de desvío de 30 - 70 grados, con un poste de concreto armado de 13 m / 400 kg, con tres retenidas a cada lado

La estructura A3, para simple terna vertical con conductor aaac 35 mm<sup>2</sup>, trabajará con un vano medio de 120 m y un ángulo de desvío de 70 - 90 grados, con un poste de concreto armado de 13 m / 400 kg, con tres retenidas a cada lado.

## ANEXO 6

## DIAGRAMAS DE CARGAS

| CARGAS DE ESTRUCTURA SM  |  |                           |      |     |                  |      |      |      |      |      |   |
|--------------------------|--|---------------------------|------|-----|------------------|------|------|------|------|------|---|
| HIPÓTESIS                |  | CABLE DE GUARDA<br>Ao.Go. |      |     | CONDUCTORES AAAC |      |      |      |      |      | DIRECCIÓN DE VIENTO<br>Y ESPESOR HIELO                                  |
| Nº                       | CONDICIÓN  | VI                        | T1   | L1  | VR               | TR   | LR   | V    | T    | L    |   |
| A                        | VIENTO<br>MÁXIMO                                   | 151                       | 142  |     | 273              | 327  |      | 273  | 327  |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                             |
| B                        | ROTURA DE CABLE<br>DE GUARDA Ao.Go.                | 93                        | 28   | 434 | 273              | 86   |      | 273  | 86   |      | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Condición EDS Final                      |
| C                        | ROTURA CONDUCTOR<br>FASE EXTERIOR                  | 151                       | 57   |     | 168              | 43   | 462  | 273  | 86   |      | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Condición EDS Final                      |
| D                        | CONDICIÓN HIELO<br>E = 6 mm                        | 345                       | 83   | 102 | 556              | 135  | 149  | 556  | 135  | 149  | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 6 mm                 |
| E                        | VIENTO REDUCIDO Y<br>HIELO E = 3 mm                | 227                       | 144  | 57  | 393              | 238  | 80   | 393  | 238  | 80   | Transversal PV = 12.89<br>kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 3 mm |
| F                        | MONTAJE CONDUCTOR<br>Y CABLES DE GUARDA            | 443                       | 57   | 22  | 794              | 101  | 39   | 794  | 101  | 39   | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Condición EDS Inicial                    |
| CARGAS DE ESTRUCTURA A1M |  |                           |      |     |                  |      |      |      |      |      |   |
| HIPÓTESIS                |  | CABLE DE GUARDA<br>Ao.Go. |      |     | CONDUCTORES AAAC |      |      |      |      |      | DIRECCIÓN DE VIENTO<br>Y ESPESOR HIELO                                  |
| Nº                       | CONDICIÓN  | VI                        | T1   | L1  | VR               | TR   | LR   | V    | T    | L    |   |
| A                        | VIENTO<br>MÁXIMO                                   | 151                       | 219  |     | 273              | 1171 |      | 273  | 1171 |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                             |
| B                        | CONDICIÓN DE HIELO<br>E = 6 mm                     | 345                       | 490  | 98  | 556              | 803  | 138  | 556  | 803  | 138  | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 6 mm                 |
| C                        | VIENTO REDUCIDO Y<br>HIELO                         | 227                       | 502  | 57  | 393              | 829  | 80   | 393  | 829  | 80   | Transversal PV = 12.89<br>kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 3 mm |
| D                        | MONTAJE DE<br>CONDUCTS.<br>Y CABLE DE GUARDA       | 443                       | 20   | 22  | 794              | 60   | 39   | 794  | 60   | 39   | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Condición EDS Inicial                    |
| CARGAS DE ESTRUCTURA A2M |  |                           |      |     |                  |      |      |      |      |      |   |
| HIPÓTESIS                |  | CABLE DE GUARDA<br>Ao.Go. |      |     | CONDUCTORES AAAC |      |      |      |      |      | DIRECCIÓN DE VIENTO<br>Y ESPESOR HIELO                                  |
| Nº                       | CONDICIÓN  | VI                        | T1   | L1  | VR               | TR   | LR   | V    | T    | L    |   |
| A                        | VIENTO<br>MÁXIMO                                   | 170                       | 595  |     | 297              | 2198 |      | 297  | 2198 |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                             |
| B                        | ARRANQUE<br>VIENTO MÁXIMO                          | -57                       | 595  |     | -109             | 2198 |      | -109 | 2198 |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                             |
| C                        | CONDICIÓN DE HIELO<br>E = 6 mm                     | 364                       | 1086 | 147 | 580              | 1780 | 206  | 580  | 1780 | 206  | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 6 mm                 |
| D                        | VIENTO REDUCIDO Y<br>HIELO<br>TIRO DE UN SOLO LADO | 246                       | 1015 | 844 | 417              | 1676 | 1392 | 417  | 1676 | 1392 | Transversal PV = 12.89<br>kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 3 mm |
| E                        | MONTAJE DE<br>CONDUCTS.<br>Y CABLE DE GUARDA       | 461                       | 45   | 33  | 818              | 133  | 58   | 818  | 133  | 58   | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Condición EDS Inicial                    |

| <b>CARGAS DE ESTRUCTURA A3M</b> |  |                           |      |     |                  |      |      |      |      |      |  |
|---------------------------------|--|---------------------------|------|-----|------------------|------|------|------|------|------|--|
| HIPÓTESIS                       |  | CABLE DE GUARDA<br>Ao.Go. |      |     | CONDUCTORES AAAC |      |      |      |      |      | DIRECCIÓN DE VIENTO<br>Y ESPESOR HIELO                               |
| Nº                              | CONDICIÓN  | VI                        | T1   | L1  | VR               | TR   | LR   | V    | T    | L    |  |
| A                               | VIENTO<br>MÁXIMO                                       | 170                       | 1334 |     | 297              | 2634 |      | 297  | 2634 |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| B                               | ARRANQUE<br>VIENTO MÁXIMO                              | -57                       | 1334 |     | -109             | 2634 |      | -109 | 2634 |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| C                               | CONDICIÓN DE HIELO<br>E = 6 mm                         | 364                       | 1339 | 147 | 580              | 2195 | 206  | 580  | 2195 | 206  | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 6 mm              |
| D                               | VIENTO REDUCIDO Y<br>HIELO<br>TIRO UN SOLO LADO        | 246                       | 1229 | 844 | 417              | 2028 | 1392 | 417  | 2028 | 1392 | Transversal PV = 12.89 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 3 mm |
| E                               | MONTAJE DE<br>CONDUCTS.<br>Y CABLE DE GUARDA           | 461                       | 55   | 33  | 818              | 163  | 58   | 818  | 163  | 58   | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Condición EDS Inicial                 |
| <b>CARGAS DE ESTRUCTURA TM</b>  |  |                           |      |     |                  |      |      |      |      |      |  |
| HIPÓTESIS                       |  | CABLE DE GUARDA<br>Ao.Go. |      |     | CONDUCTORES AAAC |      |      |      |      |      | DIRECCIÓN DE VIENTO<br>Y ESPESOR HIELO                               |
| Nº                              | CONDICIÓN  | VI                        | T1   | L1  | VR               | TR   | LR   | V    | T    | L    |  |
| A                               | VIENTO<br>MÁXIMO                                       | 145                       | 447  |     | 246              | 891  |      | 246  | 891  |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| B                               | ARRANQUE   | -33                       | 447  |     | -73              | 620  |      | -73  | 620  |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| C                               | CONDICIÓN DE HIELO<br>E = 6 mm                         | 388                       | 308  | 465 | 435              | 493  | 854  | 435  | 493  | 854  | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 6 mm              |
| D                               | VIENTO REDUCIDO Y<br>HIELO<br>TIRO SOLO LADO<br>NORMAL | 196                       | 362  | 844 | 326              | 572  | 1392 | 326  | 572  | 1392 | Transversal PV = 12.89 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 3 mm |
| E                               | MONTAJE DE<br>CONDUCTS.<br>Y CABLE DE GUARDA           | 340                       | 28   | 33  | 594              | 50   | 58   | 594  | 50   | 58   | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Condición EDS Inicial                 |
| <b>CARGAS DE ESTRUCTURA AIM</b> |  |                           |      |     |                  |      |      |      |      |      |  |
| HIPÓTESIS                       |  | CABLE DE GUARDA<br>Ao.Go. |      |     | CONDUCTORES AAAC |      |      |      |      |      | DIRECCIÓN DE VIENTO<br>Y ESPESOR HIELO                               |
| Nº                              | CONDICIÓN  | VI                        | T1   | L1  | VR               | TR   | LR   | V    | T    | L    |  |
| A                               | VIENTO<br>MÁXIMO                                       | 186                       | 622  |     | 326              | 1235 |      | 326  | 1235 |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| B                               | ARRANQUE   | -57                       | 622  |     | -109             | 1235 |      | -109 | 1235 |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| C                               | CONDICIÓN DE HIELO<br>E = 6 mm                         | 402                       | 504  | 147 | 640              | 822  | 206  | 640  | 822  | 206  | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 6 mm              |
| D                               | VIENTO REDUCIDO Y<br>HIELO<br>TIRO SOLO LADO<br>NORMAL | 271                       | 518  | 860 | 460              | 852  | 1412 | 460  | 852  | 1412 | Transversal PV = 12.89 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 3 mm |
| E                               | MONTAJE DE<br>CONDUCTS.<br>Y CABLE DE GUARDA           | 510                       | 20   | 33  | 905              | 60   | 58   | 905  | 60   | 58   | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Condición EDS Inicial                 |

| <b>CARGAS DE ESTRUCTURA AIBM</b> |  |                           |     |     |                  |      |      |      |      |      |  |
|----------------------------------|--|---------------------------|-----|-----|------------------|------|------|------|------|------|--|
| HIPÓTESIS                        |  | CABLE DE GUARDA<br>Ao.Go. |     |     | CONDUCTORES AAAC |      |      |      |      |      | DIRECCIÓN DE VIENTO<br>Y ESPESOR HIELO                               |
| Nº                               | CONDICIÓN  | V1                        | T1  | L1  | VR               | TR   | LR   | V    | T    | L    |  |
| A                                | VIENTO<br>MÁXIMO                                       | 186                       | 622 |     | 326              | 1235 |      | 326  | 1235 |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| B                                | ARRANQUE   | -57                       | 622 |     | -109             | 1235 |      | -109 | 1235 |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| C                                | CONDICIÓN DE HIELO<br>E = 6 mm                         | 402                       | 504 | 147 | 640              | 822  | 206  | 640  | 822  | 206  | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 6 mm              |
| D                                | VIENTO REDUCIDO Y<br>HIELO<br>TIRO SOLO LADO<br>NORMAL | 271                       | 518 | 860 | 460              | 852  | 1412 | 460  | 852  | 1412 | Transversal PV = 12.89 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 3 mm |
| E                                | MONTAJE DE<br>CONDUCTS.<br>Y CABLE DE GUARDA           | 510                       | 20  | 33  | 905              | 60   | 58   | 905  | 60   | 58   | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Condición EDS Inicial                 |
| <b>CARGAS DE ESTRUCTURA AIEM</b> |  |                           |     |     |                  |      |      |      |      |      |  |
| HIPÓTESIS                        |  | CABLE DE GUARDA<br>Ao.Go. |     |     | CONDUCTORES AAAC |      |      |      |      |      | DIRECCIÓN DE VIENTO<br>Y ESPESOR HIELO                               |
| Nº                               | CONDICIÓN  | V1                        | T1  | L1  | VR               | TR   | LR   | V    | T    | L    |  |
| A                                | VIENTO<br>MÁXIMO                                       | 226.5                     | 355 |     | 398              | 747  |      | 398  | 747  |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| B                                | ARRANQUE   | -57                       | 355 |     | -109             | 747  |      | -109 | 747  |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| C                                | CONDICIÓN DE HIELO<br>E = 6 mm                         | 496                       | 170 | 147 | 791              | 277  | 206  | 791  | 277  | 206  | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 6 mm              |
| D                                | VIENTO REDUCIDO Y<br>HIELO<br>TIRO SOLO LADO<br>NORMAL | 332                       | 247 | 860 | 566              | 407  | 1412 | 566  | 407  | 1412 | Transversal PV = 12.89 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 3 mm |
| E                                | MONTAJE DE<br>CONDUCTS.<br>Y CABLE DE GUARDA           | 632                       | 7   | 33  | 1123             | 20   | 58   | 1123 | 20   | 58   | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Condición EDS Inicial                 |
| <b>CARGAS DE ESTRUCTURA DM</b>   |  |                           |     |     |                  |      |      |      |      |      |  |
| HIPÓTESIS                        |  | CABLE DE GUARDA<br>Ao.Go. |     |     | CONDUCTORES AAAC |      |      |      |      |      | DIRECCIÓN DE VIENTO<br>Y ESPESOR HIELO                               |
| Nº                               | CONDICIÓN  | V1                        | T1  | L1  | VR               | TR   | LR   | V    | T    | L    |  |
| A                                | VIENTO<br>MÁXIMO                                       | 186                       | 394 |     | 326              | 803  |      | 326  | 803  |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| B                                | ARRANQUE   | -57                       | 394 |     | -109             | 803  |      | -109 | 803  |      | Transversal<br>PV = 51.55 kg/m <sup>2</sup>                          |
| C                                | CONDICIÓN DE HIELO<br>E = 6 mm                         | 402                       | 254 | 147 | 640              | 414  | 206  | 640  | 414  | 206  | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 6 mm              |
| D                                | VIENTO REDUCIDO Y<br>HIELO<br>TIRO SOLO LADO<br>NORMAL | 271                       | 301 | 860 | 460              | 496  | 1412 | 460  | 496  | 1412 | Transversal PV = 12.89 kg/m <sup>2</sup><br>Manguito Hielo, E = 3 mm |
| E                                | MONTAJE DE<br>CONDUCTS.<br>Y CABLE DE GUARDA           | 510                       | 10  | 33  | 905              | 30   | 58   | 905  | 30   | 58   | PV = 0.00 kg/m <sup>2</sup><br>Condición EDS Inicial                 |

## ANEXO 7

## CÁLCULO DE RETENIDAS

## CÁLCULO DE RETENIDAS PARA LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN 13,8 KV

|                 |   |
|-----------------|---|
| Conductor       | Aleación de aluminio de 120 mm <sup>2</sup> |
| Cable de guarda | Acero Galvanizado de 22,7 mm <sup>2</sup>   |

SEGÚN CNE SUMINISTRO Tabla 261-1A y Tabla 253-1

**Datos de disposición de la retenida**

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| L = longitud de la retenida               | 2.4 | 2.4 |
| $\theta$ = ángulo de la retenida (grados) | 45  | 45  |

**Datos del cable de retenida**

|                                    |                               |         |
|------------------------------------|-------------------------------|---------|
| Tipo de cable                      | EH-10                         | EH-10   |
| Tiro de rotura (kg) : Tr           | 7000.00                       | 7000.00 |
| Factor de resistencia: fr          | 0.9                           | 0.9     |
| Tiro máximo (kg): Tmáx             | Tmáx = Tr .fr                 | 6300.00 |
| Tiro horizontal máxima (kg):Th.máx | Th.máx = Tmáx.sen( $\theta$ ) | 4454.77 |
| Tiro vertical máximo (kg):Tv.máx   | Tv.máx = Tmáx.cos( $\theta$ ) | 4454.77 |

**Dimensiones del bloque de concreto**

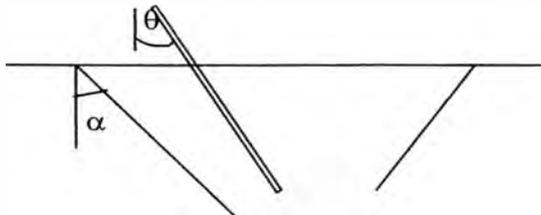
|                    |                           |        |        |
|--------------------|---------------------------|--------|--------|
| E =                | m                         | 0.2    | 0.2    |
| A =                | m                         | 0.65   | 0.65   |
| l =                | m                         | 0.65   | 0.65   |
| volumen del bloque | m <sup>3</sup>            | 0.0845 | 0.0845 |
| chequeo bloque >1  | (a x l x 15000 / Tmáx) >1 | 1.006  | 1.006  |

**Datos del terreno**

|                             |                   |              |              |
|-----------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| Tipo de terreno             |                   | Suelo Normal | Suelo Rocoso |
| Peso específico terreno     | kg/m <sup>3</sup> | 1800         | 2000         |
| ÁNGULO TERRENO ( $\alpha$ ) | °                 | 36           | 55           |

**Cono de material de retención**

|                        |                |          |          |
|------------------------|----------------|----------|----------|
| B = base menor de cono | m              | 0.727    | 0.892    |
| h = altura cono        | m              | 1.414    | 1.414    |
| c = dato de conicidad  | m              | 1.144    | 0.811    |
| Volumen (V)            | m <sup>3</sup> | 6.709    | 5.341    |
| Peso cono (Wc)         | kg             | 12075.63 | 10681.01 |
| CS>1 (Wc/Tv.máx)       |                | 1.917    | 1.695    |



**ANEXO 8**  
**CIMENTACIONES**

**ANEXO 8.1****CUADROS DE CARGAS SIN MAYORACIÓN, MOMENTOS Y REACCIÓN****VERTICAL****CÁLCULO DE REACCIONES DE ESTRUCTURA TIPO SM - 15,0**

| CARGAS EN LA ESTRUCTURA EN Kg | CABLES DE GUARDA           | HIPÓTESIS A | HIPÓTESIS B | HIPÓTESIS C | HIPÓTESIS D | HIPÓTESIS E | HIPÓTESIS F |
|-------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                               | T1                         | 58          | 17          | 34          | 50          | 73          | 34          |
|                               | V1                         | 101         | 62          | 101         | 215         | 144         | 295         |
|                               | L1                         | 0           | 395         | 0           | 92          | 52          | 20          |
|                               | T2                         | 104         | 8           | 15          | 32          | 59          | 18          |
|                               | V2                         | 54          | 54          | 54          | 180         | 103         | 156         |
|                               | L2                         | 0           | 0           | 0           | 92          | 52          | 10          |
|                               | <b>CONDUCTORES DE FASE</b> |             |             |             |             |             |             |
|                               | TR                         | 131         | 52          | 26          | 82          | 120         | 61          |
|                               | VR                         | 182         | 182         | 112         | 371         | 262         | 530         |
| LR                            | 0                          | 0           | 420         | 136         | 73          | 35          |             |
| T                             | 131                        | 52          | 52          | 82          | 120         | 61          |             |
| V                             | 182                        | 182         | 182         | 371         | 262         | 530         |             |
| L                             | 0                          | 0           | 0           | 136         | 73          | 35          |             |
| T                             | 131                        | 52          | 52          | 82          | 120         | 61          |             |
| V                             | 182                        | 182         | 182         | 371         | 262         | 530         |             |
| L                             | 0                          | 0           | 0           | 136         | 73          | 35          |             |
| PRES. VIENTO                  | TRANSV                     |             |             |             | TRANSV.     |             |             |

| DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA<br>SM - 15,0 |         |
|---|---------|
| Hcg                                       | 1.9     |
| Hc  | 1.35    |
| Hcfo                                      | 2       |
| Hs  | 8.25    |
| Cr1                                       | 1.2     |
| Cr2                                       | 1.2     |
| Cr3                                       | 1.2     |
| E   | 1       |
| b   | .0 °    |
| Aa  | 1       |
| PRESIÓN DEL VIENTO                        |         |
| Máximo                                    | 51.5 5° |
| Reducido                                  | 12.89   |
| Peso Torre                                | 400     |

### CÁLCULO DE MOMENTOS Y REACCIÓN VERTICAL DE ACUERDO A CADA HIPÓTESIS

#### ANÁLISIS ESTÁTICO EN EL PLANO TRANSVERSAL

#### CÁLCULO DEL ÁREA DE INCIDENCIA DE LA PRESIÓN DEL VIENTO (PV)

La superficie lateral de la torre se divide en dos zonas de incidencia de PV

|                  |                     |                         |                     |
|------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| Área superior A1 | 0.7 m <sup>2</sup>  | Área real sup.<br>(20%) | 0.14 M <sup>2</sup> |
| Área inferior A2 | 12.1 m <sup>2</sup> | Área real inf.<br>(20%) | 2.42 M <sup>2</sup> |

Los puntos de aplicación debido a Presión de viento serán los C.G de áreas Sup. e Inf.

|    |        |
|----|--------|
| Y1 | 0.63 M |
| y2 | 5.8 M  |

La Fuerza máxima será:

|          |           |
|----------|-----------|
| F(inf) = | 7.22 Kg   |
| F(sup) = | 124.75 Kg |

El momento máximo será:

|             |
|-------------|
| 4.57 Kg-m   |
| 723.56 Kg-m |

El momento reducido será:

|             |
|-------------|
| 1.14 Kg-m   |
| 180.92 Kg-m |

Fuerza reducida aplicada:

|               |       |
|---------------|-------|
| F(inf) (kg) = | 1.8   |
| F(sup) (kg) = | 31.19 |

Momento aplicado por las fuerzas transversales :

| MOMENTOS EN ESTRUCTURA |               | HIPÓTESIS A | HIPÓTESIS B | HIPÓTESIS C | HIPÓTESIS D | HIPÓTESIS E | HIPÓTESIS F |
|------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| MT1                    | (Kg-m)        | 783         | 230         | 459         | 675         | 986         | 459         |
| MTR                    | (Kg-m)        | 1520        | 603         | 302         | 951         | 1392        | 708         |
| MT                     | (Kg-m)        | 2686        | 1066        | 1066        | 1681        | 2460        | 1251        |
| MT2                    | (Kg-m)        | 858         | 66          | 124         | 264         | 487         | 149         |
| MV1                    | (Kg-m)        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| MV2                    | (Kg-m)        | 27          | 27          | 27          | 90          | 52          | 78          |
| MVR                    | (Kg-m)        | 309         | 309         | 190         | 631         | 445         | 901         |
| MVder                  | (Kg-m)        | 309         | 309         | 309         | 631         | 445         | 901         |
| Mvizq                  | (Kg-m)        | -309        | -309        | -309        | -631        | -445        | -901        |
| <b>S M total</b>       | <b>(Kg-m)</b> | <b>6911</b> | <b>2301</b> | <b>2168</b> | <b>4292</b> | <b>6003</b> | <b>3545</b> |

#### ANÁLISIS ESTÁTICO EN EL PLANO LONGITUDINAL

Momento aplicado por las fuerzas longitudinales :

| MOMENTOS EN ESTRUCTURA |               | HIPÓTESIS A | HIPÓTESIS B | HIPÓTESIS C | HIPÓTESIS D | HIPÓTESIS E | HIPÓTESIS F |
|------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ML1                    | (kg-m)        | 0           | 5333        | 0           | 1242        | 702         | 270         |
| ML2                    | (kg-m)        | 0           | 0           | 0           | 759         | 429         |             |
| MLR                    | (kg-m)        | 0           | 0           | 4872        | 1578        | 847         | 406         |
| MLder                  | (kg-m)        | 0           | 0           | 0           | 1394        | 748         | 359         |
| Mliz                   | (kg-m)        | 0           | 0           | 0           | 1394        | 748         | 359         |
| <b>S M total</b>       | <b>(kg-m)</b> | <b>0</b>    | <b>5333</b> | <b>4872</b> | <b>6367</b> | <b>3474</b> | <b>1476</b> |

#### **REACCIÓN VERTICAL**

Rv (Kg)                                      1101                      1062                      1031                      1908                      1433                      2441

**CÁLCULO DE REACCIONES DE ESTRUCTURA TIPO AIM - 15,0**

| CARGAS EN LA ESTRUCTURA EN Kg | CABLES DE GUARDA    | HIPÓTESIS A | HIPÓTESIS B | HIPÓTESIS C | HIPÓTESIS D |
|-------------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                               | TI                  | 106         | 297         | 291         | 12          |
|                               | V1                  | 101         | 215         | 144         | 295         |
|                               | L1                  | 0           | 89          | 52          | 20          |
|                               | T2                  | 271         | 189         | 196         | 6           |
|                               | V2                  | 54          | 180         | 103         | 156         |
|                               | L2                  | 0           | 81          | 65          | 10          |
|                               | CONDUCTORES DE FASE |             |             |             |             |
|                               | TR                  | 643         | 487         | 480         | 36          |
|                               | VR                  | 182         | 371         | 262         | 530         |
| LR                            | 0                   | 125         | 73          | 35          |             |
| T                             | 643                 | 487         | 480         | 36          |             |
| v                             | 182                 | 371         | 262         | 530         |             |
| L                             | 0                   | 125         | 73          | 35          |             |
| T                             | 643                 | 487         | 480         | 36          |             |
| v                             | 182                 | 371         | 262         | 530         |             |
| L                             | 0                   | 125         | 73          | 35          |             |
| PRES. VIENTO                  | TRANSV              |             | TRANSV.     |             |             |

| DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA AIM - 15,0 |         |
|---|---------|
| Hcg                                     | 1,20    |
| Hc                                      | 1,35    |
| Hcfo                                    | 2,00    |
| Hs                                      | 7,60    |
| Cr1                                     | 0,00    |
| Cr2                                     | 0,00    |
| Cr3                                     | 0,00    |
| E                                       | 1,00    |
| b                                       | ,0 °    |
| Aa                                      | 1,00    |
| PRESIÓN DEL VIENTO                      |         |
| Máximo                                  | 51,5 5° |
| Reducido                                | 12,89   |
| Peso Torre                              | 450,00  |

**CÁLCULO DE MOMENTOS Y REACCIÓN VERTICAL DE ACUERDO A CADA HIPÓTESIS****ANÁLISIS ESTÁTICO EN EL PLANO TRANSVERSAL****CÁLCULO DEL ÁREA DE INCIDENCIA DE LA PRESIÓN DEL VIENTO (PV)**

La superficie lateral de la torre se divide en dos zonas de incidencia de PV

|                  |                      |                         |                     |
|------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| Área superior A1 | 0.50 m <sup>2</sup>  | Área real sup.<br>(20%) | 0.10 M <sup>2</sup> |
| Área inferior A2 | 12.50 m <sup>2</sup> | Área real inf.<br>(20%) | 2.50 M <sup>2</sup> |

Los puntos de aplicación debido a Presión de viento serán los C.G de áreas Sup. e Inf.

|    |        |
|----|--------|
| Y1 | 0.63 M |
| y2 | 5.8 M  |

La Fuerza máxima será:

|          |           |
|----------|-----------|
| F(inf) = | 5,16 Kg   |
| F(sup) = | 128,88 Kg |

El momento máximo será:

|             |
|-------------|
| 2,06 Kg-m   |
| 705,59 Kg-m |

El momento reducido será:

|             |
|-------------|
| 0,52 Kg-m   |
| 176,43 Kg-m |

Fuerza reducida aplicada:

|               |       |
|---------------|-------|
| F(inf) (kg) = | 1,29  |
| F(sup) (kg) = | 32,23 |

Momento aplicado por las fuerzas transversales :

| MOMENTOS EN ESTRUCTURA |               | HIPÓTESIS A  | HIPÓTESIS B  | HIPÓTESIS C  | HIPÓTESIS D |
|------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| MT1                    | (Kg-m)        | 1431         | 4010         | 3929         | 162         |
| MTR                    | (Kg-m)        | 7909         | 5990         | 5904         | 443         |
| MTmedio                | (Kg-m)        | 7041         | 4359         | 4296         | 322         |
| MTinferior             | (Kg-m)        | 6173         | 3701         | 3648         | 274         |
| MT2                    | (Kg-m)        | 2060         | 1436         | 1490         | 46          |
| MV1                    | (Kg-m)        | 0            | 0            | 0            | 0           |
| MV2                    | (Kg-m)        | 27           | 90           | 52           | 78          |
| MVR                    | (Kg-m)        | 91           | 186          | 131          | 265         |
| MVmedio                | (Kg-m)        | 91           | 186          | 131          | 265         |
| MVinferior             | (Kg-m)        | -91          | -186         | -131         | -265        |
| <b>S M total</b>       | <b>(Kg-m)</b> | <b>25439</b> | <b>19771</b> | <b>19626</b> | <b>1589</b> |

**ANÁLISIS ESTÁTICO EN EL PLANO LONGITUDINAL**

Momento aplicado por las fuerzas longitudinales :

| MOMENTOS EN ESTRUCTURA |               | HIPÓTESIS A | HIPÓTESIS B | HIPÓTESIS C | HIPÓTESIS D |
|------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ML1                    | (kg-m)        | 0           | 1081        | 632         | 243         |
| ML2                    | (kg-m)        | 0           | 616         | 494         | 76          |
| MLR                    | (kg-m)        | 0           | 1369        | 799         | 383         |
| MLmedio                | (kg-m)        | 0           | 1200        | 701         | 336         |
| MLinferior             | (kg-m)        | 0           | 1200        | 701         | 336         |
| <b>S M total</b>       | <b>(kg-m)</b> | <b>0</b>    | <b>5466</b> | <b>3327</b> | <b>1374</b> |

**REACCIÓN VERTICAL**

Rv (Kg)                                      1151                                      1958                                      1483                                      2491

## ANEXO 8.2

## CÁLCULO DE CIMENTACIONES – MÉTODO SULZBERGER

| <b>Torre Metálica Autosoportada SM – 15.0</b> |                 |                      |                       |                      |                   |
|---|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| <b>Datos</b>                                  | a (m)           | b (m)                | h (m)                 | t (m)                | <b>C (t / m3)</b> |
|   | 1.3             | 1.3                  | 0                     | 1.1                  | <b>20000</b>      |
|   | Ct (t/m3)       | Cb (t/m3)            | Pt (t/m3)             | Pc (t/m3)            |                   |
|   | 11000           | 12100                | 1.6                   | 2.3                  |                   |
|   | Momento (t-m)   | Corte (t)            | Carga Vertical (t)    | Qadmisterreno (t/m2) |                   |
|   | 7.00            | 0.55                 | 1.10                  | 200                  |                   |
| <b>Cálculos</b>                               | Mom 2/3 t (t-m) | Carga Total Ver. (t) | Momsuelolateral (t-m) | Momsuelobase (t-m)   |                   |
|   | 7.399           | 5.376                | 5.329                 | 3.087                |                   |
|   | Ms/Mb           | Factor Seguridad     | Momadmisible (t-m)    | Conformidad          |                   |
|   | 1.726           | 1.000                | 8.417                 | si                   |                   |
|   | Reacc. E1 (t)   | Reacc. E2 (t)        | Reacc. E3 (t)         |                      |                   |
|   | 9.290           | 8.740                | 5.376                 |                      |                   |
|   | Pres p1 (t/m2)  | Pres p2 (t/m2)       | Pres p3 (t/m2)        |                      |                   |
|   | 14.618          | 27.505               | 14.314                |                      |                   |
|   | Conformidad     | Conformidad          | Conformidad           |                      |                   |
|   | Si              | Si                   | Si                    |                      |                   |
| <b>Datos</b>                                  | a (m)           | B (m)                | h (m)                 | t (m)                | <b>C (t / m3)</b> |
|   | 1.3             | 1.3                  | 0                     | 1.4                  | <b>8000</b>       |
|   | Ct (t/m3)       | Cb (t-m3)            | Pt (t-m3)             | Pc (t-m3)            |                   |
|   | 5600            | 6160                 | 1.6                   | 2.3                  |                   |
|   | Momento (t-m)   | Corte (t)            | Carga Vertical (t)    | Qadmisterreno (t/m2) |                   |
|   | 7.00            | 0.55                 | 1.10                  | 50                   |                   |
| <b>Cálculos</b>                               | Mom 2/3 t (t-m) | Carga Total Ver. (t) | Momsuelolateral (t-m) | Momsuelobase (t-m)   |                   |
|   | 7.508           | 6.542                | 5.593                 | 3.487                |                   |
|   | Ms/Mb           | Factor Seguridad     | Momadmisible (t-m)    | Conformidad          |                   |
|   | 1.604           | 1.000                | 9.080                 | si                   |                   |
|   | Reacc. E1 (t)   | Reacc. E2 (t)        | Reacc. E3 (t)         |                      |                   |
|   | 7.697           | 7.147                | 6.542                 |                      |                   |
|   | Pres p1 (t/m2)  | Pres p2 (t/m2)       | Pres p3 (t/m2)        |                      |                   |
|   | 9.516           | 17.672               | 17.419                |                      |                   |
|   | conformidad     | Conformidad          | Conformidad           |                      |                   |
|   | Si              | Si                   | Si                    |                      |                   |
| <b>Datos</b>                                  | a (m)           | B (m)                | h (m)                 | t (m)                | <b>C (t / m3)</b> |
|   | 1.3             | 1.3                  | 0                     | 1.6                  | <b>4000</b>       |
|   | Ct (t/m3)       | Cb (t-m3)            | Pt (t-m3)             | Pc (t-m3)            |                   |
|   | 3200            | 3520                 | 1.6                   | 2.3                  |                   |
|   | Momento (t-m)   | Corte (t)            | Carga Vertical (t)    | Qadmisterreno (t/m2) |                   |
|   | 7.00            | 0.55                 | 1.10                  | 25                   |                   |
| <b>Cálculos</b>                               | Mom 2/3 t (t-m) | Carga Total Ver. (t) | Momsuelolateral(t-m)  | Momsuelobase (t-m)   |                   |
|   | 7.581           | 7.319                | 4.771                 | 3.559                |                   |
|   | Ms/Mb           | Factor Seguridad     | Momadmisible          | Conformidad          |                   |
|   | 1.340           | 1.000                | 8.330                 | si                   |                   |
|   | Reacc. E1 (t)   | Reacc. E2 (t)        | Reacc. E3 (t)         |                      |                   |
|   | 5.797           | 5.247                | 7.319                 |                      |                   |
|   | Pres p1 (t/m2)  | Pres p2 (t/m2)       | Pres p3 (t/m2)        |                      |                   |
|   | 6.271           | 11.352               | 19.489                |                      |                   |
|   | Conformidad     | Conformidad          | Conformidad           |                      |                   |
|   | Si              | Si                   | Si                    |                      |                   |

### Torre Metálica Autoportada AIM – 15.0

|  |                           |                                |                                 |                             |                             |
|--|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Torre Metálica Autoportada AIM – 15.0</b> |                           |                                |                                 |                             |                             |
| <b>Datos</b>                                 | a (m)<br>1.3              | b (m)<br>1.3                   | h (m)<br>0                      | t (m)<br>1.4                | <b>C (t / m3)<br/>20000</b> |
|  | Ct (t/m3)<br>14000        | Cb (t/m3)<br>15400             | Pt (t/m3)<br>1.6                | Pc (t/m3)<br>2.3            |                             |
|  | Momento (t-m)<br>14.769   | Corte (t)<br>1.279             | Carga Vertical (t)<br>1.347     | Qadmisterreno (t/m2)<br>200 |                             |
| <b>Cálculos</b>                              | Mom 2/3 t (t-m)<br>15.951 | Carga Total Ver. (t)<br>6.789  | Momsuelolateral (t-m)<br>13.983 | Momsuelobase (t-m)<br>3.901 |                             |
|  | Ms/Mb<br>3.585            | Factor Seguridad<br>1.000      | Momadmisible (t-m)<br>17.884    | Conformidad<br>si           |                             |
|  | Reacc. E1 (t)<br>19.207   | Reacc. E2 (t)<br>17.928        | Reacc. E3 (t)<br>6.789          |                             |                             |
|  | Pres p1 (t/m2)<br>23.745  | Pres p2 (t/m2)<br>44.329       | Pres p3 (t/m2)<br>18.077        |                             |                             |
|  | Conformidad<br>si         | Conformidad<br>Si              | Conformidad<br>Si               |                             |                             |
| <b>Datos</b>                                 | a (m)<br>1.3              | B (m)<br>1.3                   | h (m)<br>0                      | t (m)<br>1.7                | <b>C (t / m3)<br/>8000</b>  |
|  | Ct (t/m3)<br>6800         | Cb (t-m3)<br>7480              | Pt (t-m3)<br>1.6                | Pc (t-m3)<br>2.3            |                             |
|  | Momento (t-m)<br>14.769   | Corte (t)<br>1.279             | Carga Vertical (t)<br>1.347     | Qadmisterreno (t/m2)<br>50  |                             |
| <b>Cálculos</b>                              | Mom 2/3 t (t-m)<br>16.204 | Carga Total Ver. (t)<br>7.955  | Momsuelolateral (t-m)<br>12.161 | Momsuelobase (t-m)<br>4.239 |                             |
|  | Ms/Mb<br>2.868            | Factor Seguridad<br>1.000      | Momadmisible (t-m)<br>16.400    | Conformidad<br>si           |                             |
|  | Reacc. E1 (t)<br>13.892   | Reacc. E2 (t)<br>12.613        | Reacc. E3 (t)<br>7.955          |                             |                             |
|  | Pres p1 (t/m2)<br>14.144  | Pres p2 (t/m2)<br>25.683       | Pres p3 (t/m2)<br>21.182        |                             |                             |
|  | conformidad<br>si         | Conformidad<br>Si              | Conformidad<br>Si               |                             |                             |
| <b>Datos</b>                                 | a (m)<br>1.4              | B (m)<br>1.4                   | h (m)<br>0                      | t (m)<br>2.0                | <b>C (t / m3)<br/>4000</b>  |
|  | Ct (t/m3)<br>4000         | Cb (t-m3)<br>4400              | Pt (t-m3)<br>1.6                | Pc (t-m3)<br>2.3            |                             |
|  | Momento (t-m)<br>14.769   | Corte (t)<br>1.279             | Carga Vertical (t)<br>1.347     | Qadmisterreno (t/m2)<br>25  |                             |
| <b>Cálculos</b>                              | Mom 2/3 t (t-m)<br>16.457 | Carga Total Ver. (t)<br>10.363 | Momsuelolateral(t-m)<br>12.544  | Momsuelobase (t-m)<br>5.578 |                             |
|  | Ms/Mb<br>2.249            | Factor Seguridad<br>1.000      | Momadmisible<br>18.122          | Conformidad<br>Si           |                             |
|  | Reacc. E1 (t)<br>12.240   | Reacc. E2 (t)<br>10.961        | Reacc. E3 (t)<br>10.363         |                             |                             |
|  | Pres p1 (t/m2)<br>9.835   | Pres p2 (t/m2)<br>17.615       | Pres p3 (t/m2)<br>23.793        |                             |                             |
|  | Conformidad<br>si         | Conformidad<br>Si              | Conformidad<br>Si               |                             |                             |

| <b>Torre Metálica Autoportada AIM – 18.0</b> |                 |                      |                       |                    |                   |
|--|-----------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| <b>Datos</b>                                 | a (m)           | b (m)                | h (m)                 | t (m)              | <b>C (t / m3)</b> |
|  | 1.3             | 1.3                  | 0                     | 1.5                | <b>20000</b>      |
|  | Ct (t/m3)       | Cb (t/m3)            | Pt (t/m3)             | Pc (t/m3)          |                   |
|  | 15000           | 16500                | 1.6                   | 2.3                |                   |
|  |                 |                      |                       | Qadmisterreno      |                   |
|  | Momento (t-m)   | Corte (t)            | Carga Vertical (t)    | (t/m2)             |                   |
|  | 19.015          | 1.279                | 1.397                 | 200                |                   |
| <b>Cálculos</b>                              | Mom 2/3 t (t-m) | Carga Total Ver. (t) | Momsuelolateral (t-m) | Momsuelobase (t-m) |                   |
|  | 20.281          | 7.228                | 18.428                | 4.155              |                   |
|  | Ms/Mb           | Factor Seguridad     | Momadmisible (t-m)    | Conformidad        |                   |
|  | 4.435           | 1.000                | 18.428                | si                 |                   |
|  | Reacc. E1 (t)   | Reacc. E2 (t)        | Reacc. E3 (t)         |                    |                   |
|  | 23.514          | 22.235               | 7.228                 |                    |                   |
|  | Pres p1 (t/m2)  | Pres p2 (t/m2)       | Pres p3 (t/m2)        |                    |                   |
|  | 27.132          | 51.312               | 19.245                |                    |                   |
|  | Conformidad     | Conformidad          | Conformidad           |                    |                   |
|  | si              | Si                   | Si                    |                    |                   |
| <b>Datos</b>                                 | a (m)           | b (m)                | h (m)                 | t (m)              | <b>C (t / m3)</b> |
|  | 1.4             | 1.4                  | 0                     | 1.8                | <b>8000</b>       |
|  | Ct (t/m3)       | Cb (t-m3)            | Pt (t-m3)             | Pc (t-m3)          |                   |
|  | 7200            | 7920                 | 1.6                   | 2.3                |                   |
|  |                 |                      |                       | Qadmisterreno      |                   |
|  | Momento (t-m)   | Corte (t)            | Carga Vertical (t)    | (t/m2)             |                   |
|  | 19.015          | 1.279                | 1.397                 | 50                 |                   |
| <b>Cálculos</b>                              | Mom 2/3 t (t-m) | Carga Total Ver. (t) | Momsuelolateral (t-m) | Momsuelobase (t-m) |                   |
|  | 20.534          | 9.511                | 16.460                | 5.559              |                   |
|  | Ms/Mb           | Factor Seguridad     | Momadmisible (t-m)    | Conformidad        |                   |
|  | 2.961           | 1.000                | 22.019                | si                 |                   |
|  | Reacc. E1 (t)   | Reacc. E2 (t)        | Reacc. E3 (t)         |                    |                   |
|  | 17.626          | 16.347               | 9.511                 |                    |                   |
|  | Pres p1 (t/m2)  | Pres p2 (t/m2)       | Pres p3 (t/m2)        |                    |                   |
|  | 15.737          | 29.191               | 21.837                |                    |                   |
|  | conformidad     | Conformidad          | Conformidad           |                    |                   |
|  | si              | Si                   | Si                    |                    |                   |
| <b>Datos</b>                                 | a (m)           | b (m)                | h (m)                 | t (m)              | <b>C (t / m3)</b> |
|  | 1.6             | 1.6                  | 0                     | 2.0                | <b>4000</b>       |
|  | Ct (t/m3)       | Cb (t-m3)            | Pt (t-m3)             | Pc (t-m3)          |                   |
|  | 4000            | 4400                 | 1.6                   | 2.3                |                   |
|  |                 |                      |                       | Qadmisterreno      |                   |
|  | Momento (t-m)   | Corte (t)            | Carga Vertical (t)    | (t/m2)             |                   |
|  | 19.015          | 1.279                | 1.397                 | 25                 |                   |
| <b>Cálculos</b>                              | Mom 2/3 t (t-m) | Carga Total Ver. (t) | Momsuelolateral(t-m)  | Momsuelobase (t-m) |                   |
|  | 20.703          | 13.173               | 14.336                | 8.436              |                   |
|  | Ms/Mb           | Factor Seguridad     | Momadmisible          | Conformidad        |                   |
|  | 1.699           | 1.000                | 22.772                | si                 |                   |
|  | Reacc. E1 (t)   | Reacc. E2 (t)        | Reacc. E3 (t)         |                    |                   |
|  | 13.920          | 12.641               | 13.173                |                    |                   |
|  | Pres p1 (t/m2)  | Pres p2 (t/m2)       | Pres p3 (t/m2)        |                    |                   |
|  | 9.787           | 17.776               | 23.156                |                    |                   |
|  | Conformidad     | Conformidad          | Conformidad           |                    |                   |
|  | si              | Si                   | Si                    |                    |                   |

| <b>Torre Metálica Autoportada AIM – 18.0</b> |                           |                                |                                 |                             |                             |
|--|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Datos</b>                                 | a (m)<br>1.3              | b (m)<br>1.3                   | h (m)<br>0                      | t (m)<br>1.5                | <b>C (t / m3)<br/>20000</b> |
|  | Ct (t/m3)<br>15000        | Cb (t/m3)<br>16500             | Pt (t/m3)<br>1.6                | Pc (t/m3)<br>2.3            |                             |
|  | Momento (t-m)<br>19.015   | Corte (t)<br>1.279             | Carga Vertical (t)<br>1.397     | Qadmisterreno (t/m2)<br>200 |                             |
| <b>Cálculos</b>                              | Mom 2/3 t (t-m)<br>20.281 | Carga Total Ver. (t)<br>7.228  | Momsuelolateral (t-m)<br>18.428 | Momsuelobase (t-m)<br>4.155 |                             |
|  | Ms/Mb<br>4.435            | Factor Seguridad<br>1.000      | Momadmisible (t-m)<br>18.428    | Conformidad<br>si           |                             |
|  | Reacc. E1 (t)<br>23.514   | Reacc. E2 (t)<br>22.235        | Reacc. E3 (t)<br>7.228          |                             |                             |
|  | Pres p1 (t/m2)<br>27.132  | Pres p2 (t/m2)<br>51.312       | Pres p3 (t/m2)<br>19.245        |                             |                             |
|  | Conformidad<br>si         | Conformidad<br>Si              | Conformidad<br>Si               |                             |                             |
| <b>Datos</b>                                 | a (m)<br>1.4              | b (m)<br>1.4                   | h (m)<br>0                      | t (m)<br>1.8                | <b>C (t / m3)<br/>8000</b>  |
|  | Ct (t/m3)<br>7200         | Cb (t-m3)<br>7920              | Pt (t-m3)<br>1.6                | Pc (t-m3)<br>2.3            |                             |
|  | Momento (t-m)<br>19.015   | Corte (t)<br>1.279             | Carga Vertical (t)<br>1.397     | Qadmisterreno (t/m2)<br>50  |                             |
| <b>Cálculos</b>                              | Mom 2/3 t (t-m)<br>20.534 | Carga Total Ver. (t)<br>9.511  | Momsuelolateral (t-m)<br>16.460 | Momsuelobase (t-m)<br>5.559 |                             |
|  | Ms/Mb<br>2.961            | Factor Seguridad<br>1.000      | Momadmisible (t-m)<br>22.019    | Conformidad<br>si           |                             |
|  | Reacc. E1 (t)<br>17.626   | Reacc. E2 (t)<br>16.347        | Reacc. E3 (t)<br>9.511          |                             |                             |
|  | Pres p1 (t/m2)<br>15.737  | Pres p2 (t/m2)<br>29.191       | Pres p3 (t/m2)<br>21.837        |                             |                             |
|  | conformidad<br>si         | Conformidad<br>Si              | Conformidad<br>Si               |                             |                             |
| <b>Datos</b>                                 | a (m)<br>1.6              | b (m)<br>1.6                   | h (m)<br>0                      | t (m)<br>2.0                | <b>C (t / m3)<br/>4000</b>  |
|  | Ct (t/m3)<br>4000         | Cb (t-m3)<br>4400              | Pt (t-m3)<br>1.6                | Pc (t-m3)<br>2.3            |                             |
|  | Momento (t-m)<br>19.015   | Corte (t)<br>1.279             | Carga Vertical (t)<br>1.397     | Qadmisterreno (t/m2)<br>25  |                             |
| <b>Cálculos</b>                              | Mom 2/3 t (t-m)<br>20.703 | Carga Total Ver. (t)<br>13.173 | Momsuelolateral(t-m)<br>14.336  | Momsuelobase (t-m)<br>8.436 |                             |
|  | Ms/Mb<br>1.699            | Factor Seguridad<br>1.000      | Momadmisible<br>22.772          | Conformidad<br>si           |                             |
|  | Reacc. E1 (t)<br>13.920   | Reacc. E2 (t)<br>12.641        | Reacc. E3 (t)<br>13.173         |                             |                             |
|  | Pres p1 (t/m2)<br>9.787   | Pres p2 (t/m2)<br>17.776       | Pres p3 (t/m2)<br>23.156        |                             |                             |
|  | Conformidad<br>si         | Conformidad<br>Si              | Conformidad<br>Si               |                             |                             |

| <b>Poste de Concreto Armado de 13.0 m – 400 kg</b> |                 |                      |                       |                      |                   |
|--|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| <b>Datos</b>                                       | a (m)           | b (m)                | h (m)                 | T (m)                | <b>C (t / m3)</b> |
|  | 0.7             | 0.7                  | 0                     | 1.4                  | <b>20000</b>      |
|  | Ct (t/m3)       | Cb (t/m3)            | Pt (t/m3)             | Pc (t/m3)            |                   |
|  | 14000           | 15400                | 1.6                   | 2.3                  |                   |
|  | Momento (t-m)   | Corte (t)            | Carga Vertical (t)    | Qadmisterreno (t/m2) |                   |
|  | 4.64            | 0.40                 | 1.85                  | 200                  |                   |
| <b>Cálculos</b>                                    | Mom 2/3 t (t-m) | Carga Total Ver. (t) | Momsuelolateral (t-m) | Momsuelobase (t-m)   |                   |
|  | 5.010           | 3.428                | 7.530                 | 0.859                |                   |
|  | Ms/Mb           | Factor Seguridad     | Momadmisible (t-m)    | Conformidad          |                   |
|  | 8.768           | 1.000                | 8.388                 | si                   |                   |
|  | Reacc. E1 (t)   | Reacc. E2 (t)        | Reacc. E3 (t)         |                      |                   |
|  | 10.234          | 9.834                | 3.428                 |                      |                   |
|  | Pres p1 (t/m2)  | Pres p2 (t/m2)       | Pres p3 (t/m2)        |                      |                   |
|  | 23.497          | 45.157               | 31.480                |                      |                   |
|  | Conformidad     | Conformidad          | Conformidad           |                      |                   |
|  | si              | Si                   | Si                    |                      |                   |
| <b>Datos</b>                                       | a (m)           | b (m)                | h (m)                 | t (m)                | <b>C (t / m3)</b> |
|  | 0.9             | 0.9                  | 0                     | 1.4                  | <b>8000</b>       |
|  | Ct (t/m3)       | Cb (t-m3)            | Pt (t-m3)             | Pc (t-m3)            |                   |
|  | 5600            | 6160                 | 1.6                   | 2.3                  |                   |
|  | Momento (t-m)   | Corte (t)            | Carga Vertical (t)    | Qadmisterreno (t/m2) |                   |
|  | 4.64            | 0.40                 | 1.85                  | 50                   |                   |
| <b>Cálculos</b>                                    | Mom 2/3 t (t-m) | Carga Total Ver. (t) | Momsuelolateral (t-m) | Momsuelobase (t-m)   |                   |
|  | 5.010           | 4.458                | 3.872                 | 1.384                |                   |
|  | Ms/Mb           | Factor Seguridad     | Momadmisible (t-m)    | Conformidad          |                   |
|  | 2.797           | 1.000                | 5.257                 | si                   |                   |
|  | Reacc. E1 (t)   | Reacc. E2 (t)        | Reacc. E3 (t)         |                      |                   |
|  | 5.336           | 4.936                | 4.458                 |                      |                   |
|  | Pres p1 (t/m2)  | Pres p2 (t/m2)       | Pres p3 (t/m2)        |                      |                   |
|  | 9.529           | 17.629               | 24.768                |                      |                   |
|  | conformidad     | Conformidad          | Conformidad           |                      |                   |
|  | si              | Si                   | Si                    |                      |                   |
| <b>Datos</b>                                       | a (m)           | b (m)                | h (m)                 | t (m)                | <b>C (t / m3)</b> |
|  | 1.2             | 1.2                  | 0                     | 1.5                  | <b>4000</b>       |
|  | Ct (t/m3)       | Cb (t-m3)            | Pt (t-m3)             | Pc (t-m3)            |                   |
|  | 3000            | 3300                 | 1.6                   | 2.3                  |                   |
|  | Momento (t-m)   | Corte (t)            | Carga Vertical (t)    | Qadmisterreno (t/m2) |                   |
|  | 4.64            | 0.40                 | 1.85                  | 25                   |                   |
| <b>Cálculos</b>                                    | Mom 2/3 t (t-m) | Carga Total Ver. (t) | Momsuelolateral(t-m)  | Momsuelobase (t-m)   |                   |
|  | 5.036           | 6.818                | 3.402                 | 2.886                |                   |
|  | Ms/Mb           | Factor Seguridad     | Momadmisible          | Conformidad          |                   |
|  | 1.179           | 1.000                | 6.288                 | Si                   |                   |
|  | Reacc. E1 (t)   | Reacc. E2 (t)        | Reacc. E3 (t)         |                      |                   |
|  | 4.403           | 4.003                | 6.818                 |                      |                   |
|  | Pres p1 (t/m2)  | Pres p2 (t/m2)       | Pres p3 (t/m2)        |                      |                   |
|  | 5.503           | 10.006               | 21.306                |                      |                   |
|  | Conformidad     | Conformidad          | Conformidad           |                      |                   |
|  | si              | Si                   | Si                    |                      |                   |

**ANEXO 8.3****CÁLCULO DE LOS BLOQUES DE ANCLAJE DE LAS RETENIDAS**

| <b>REDUCCIÓN DEL CORTANTE TRANSVERSAL DEBIDO AL BLOQUE DE FUNDACIÓN</b> |                 |                  |                 |               |                        |               |                            |                            |
|---|-----------------|------------------|-----------------|---------------|------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>TIPO TORRE</b>   | <b>M (kg-m)</b> | <b>Mo (kg-m)</b> | <b>Relación</b> | <b>H (kg)</b> | <b>H (bloque) (kg)</b> | <b>T (kg)</b> | <b>TV (H/Tg 37°) (Ton)</b> | <b>TV (H/Tg 45°) (Ton)</b> |
| A1M-15  | 25439           | 6995             | 0.7250          | 2306          | 1671.9                 | 1671.9        | 2.219                      | 1.672                      |
| A2M-15  | 50741           | 6995             | 0.8621          | 4633          | 3994.3                 | 3481.9        | 4.621                      | 3.482                      |
| A3M-15  | 66338           | 6995             | 0.8946          | 5979          | 5348.5                 | 3782.0        | 5.019                      | 3.782                      |
| TBM-15  | 20605           | 6995             | 0.6605          | 1819          | 1201.5                 | 1201.5        | 1.594                      | 1.201                      |
| DM-15   | 18587           | 6995             | 0.6237          | 1628          | 1015.3                 | 1015.3        | 1.347                      | 1.015                      |
| A1M-18  | 32766           | 8631             | 0.7366          | 2306          | 1698.6                 | 1698.6        | 2.254                      | 1.699                      |
| A2M-18  | 65049           | 8631             | 0.8673          | 4633          | 4018.3                 | 3502.8        | 4.648                      | 3.503                      |
| A3M-18  | 84684           | 8631             | 0.8981          | 5979          | 5369.6                 | 3796.9        | 5.039                      | 3.797                      |
| TBM-18  | 26471           | 8631             | 0.6739          | 1819          | 1225.9                 | 1225.9        | 1.627                      | 1.226                      |
| DM-18   | 23880           | 8631             | 0.6386          | 1628          | 1039.6                 | 1039.6        | 1.380                      | 1.040                      |
| AIEM-21   | 32904           | 8631             | 0.7377          | 1420          | 1047.5                 | 1047.5        | 1.390                      | 1.048                      |

## REACCIÓN VERTICAL PARA EL CÁLCULO POR ARRANCAMIENTO

| TIPO DE ESTRUCTURA | Ct | Ángulo Arranque $\beta$ (°) | Factor Seguridad FS = 1.5 |                  |                 |                  |
|--------------------|----|-----------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|------------------|
|                    |    |                             | Sin FS TV (37°)           | Con FS TVS (37°) | Sin FS TV (45°) | Con FS TVS (45°) |
| A1M-15             | 4  | 7                           | 2.219                     | 3.328            | 1.672           | 2.508            |
|                    | 8  | 10                          | 2.219                     | 3.328            | 1.672           | 2.508            |
|                    | 20 | 20                          | 2.219                     | 3.328            | 1.672           | 2.508            |
| A2M-15             | 4  | 7                           | 4.621                     | 6.931            | 3.482           | 5.223            |
|                    | 8  | 10                          | 4.621                     | 6.931            | 3.482           | 5.223            |
|                    | 20 | 20                          | 4.621                     | 6.931            | 3.482           | 5.223            |
| A3M-15             | 4  | 7                           | 5.019                     | 7.528            | 3.782           | 5.673            |
|                    | 8  | 10                          | 5.019                     | 7.528            | 3.782           | 5.673            |
|                    | 20 | 20                          | 5.019                     | 7.528            | 3.782           | 5.673            |
| TBM-15             | 4  | 7                           | 1.594                     | 2.392            | 1.201           | 1.802            |
|                    | 8  | 10                          | 1.594                     | 2.392            | 1.201           | 1.802            |
|                    | 20 | 20                          | 1.594                     | 2.392            | 1.201           | 1.802            |
| TDM-15             | 4  | 7                           | 1.347                     | 2.021            | 1.015           | 1.523            |
|                    | 8  | 10                          | 1.347                     | 2.021            | 1.015           | 1.523            |
|                    | 20 | 20                          | 1.347                     | 2.021            | 1.015           | 1.523            |
| A1M-18             | 4  | 7                           | 2.254                     | 3.381            | 1.699           | 2.548            |
|                    | 8  | 10                          | 2.254                     | 3.381            | 1.699           | 2.548            |
|                    | 20 | 20                          | 2.254                     | 3.381            | 1.699           | 2.548            |
| A2M-18             | 4  | 7                           | 4.648                     | 6.973            | 3.503           | 5.254            |
|                    | 8  | 10                          | 4.648                     | 6.973            | 3.503           | 5.254            |
|                    | 20 | 20                          | 4.648                     | 6.973            | 3.503           | 5.254            |
| A3M-18             | 4  | 7                           | 5.039                     | 7.558            | 3.797           | 5.695            |
|                    | 8  | 10                          | 5.039                     | 7.558            | 3.797           | 5.695            |
|                    | 20 | 20                          | 5.039                     | 7.558            | 3.797           | 5.695            |
| TBM-18             | 4  | 7                           | 1.627                     | 2.440            | 1.226           | 1.839            |
|                    | 8  | 10                          | 1.627                     | 2.440            | 1.226           | 1.839            |
|                    | 20 | 20                          | 1.627                     | 2.440            | 1.226           | 1.839            |
| DM-18              | 4  | 7                           | 1.380                     | 2.069            | 1.040           | 1.559            |
|                    | 8  | 10                          | 1.380                     | 2.069            | 1.040           | 1.559            |
|                    | 20 | 20                          | 1.380                     | 2.069            | 1.040           | 1.559            |
| AIEM-21            | 4  | 7                           | 1.390                     | 2.085            | 1.048           | 1.571            |
|                    | 8  | 10                          | 1.390                     | 2.085            | 1.048           | 1.571            |
|                    | 20 | 20                          | 1.390                     | 2.085            | 1.048           | 1.571            |

**TVS = Valores de la cortante incluyendo el factor de seguridad FS**

**Ct = Coeficiente del terreno**



|                               |    |     |     |      |                   |                   |                   |      |     |     |      |                   |                   |                   |       |                  |
|-------------------------------|----|-----|-----|------|-------------------|-------------------|-------------------|------|-----|-----|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|------------------|
| Dos planos de 3 retenidas c/u |    | (m) | (m) | (m)  | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) | (t)  | (m) | (m) | (m)  | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) | (Ton) | t/m <sup>3</sup> |
| TV (37°) = 5.019 t            | 7  | 1.2 | 0.6 | 2.90 | 0.72              | 2.51              | 4.421             | 7.52 | 1.2 | 0.6 | 2.45 | 0.72              | 2.16              | 3.376             | 5.74  | 1.7              |
| TV (45°) = 3.782 t            | 10 | 1.2 | 0.6 | 2.45 | 0.72              | 3.02              | 4.260             | 7.67 | 1.2 | 0.6 | 2.05 | 0.72              | 2.54              | 3.155             | 5.68  | 1.8              |
|                               | 20 | 1.2 | 0.6 | 1.70 | 0.72              | 4.48              | 3.964             | 7.93 | 1.2 | 0.6 | 1.45 | 0.72              | 3.73              | 2.945             | 5.89  | 2.0              |

**TIPO DE ESTRUCTURA TBM**

| Características         | B (°) | TVS (37°) = 2.392 t  |          |          |                         |                         |                        |                   | TVS (45°) = 1.802 t  |          |          |                         |                         |                        |                     | Peso Espec.<br>t/m <sup>3</sup> |
|-------------------------|-------|----------------------|----------|----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|----------------------|----------|----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|
|                         |       | a' = 3<br>x a<br>(m) | B<br>(m) | h<br>(m) | A1<br>(m <sup>2</sup> ) | A2<br>(m <sup>2</sup> ) | V<br>(m <sup>3</sup> ) | TV terreno<br>(t) | a' = 3<br>x a<br>(m) | b<br>(m) | h<br>(m) | A1<br>(m <sup>2</sup> ) | A2<br>(m <sup>2</sup> ) | V<br>(m <sup>3</sup> ) | TV terreno<br>(Ton) |                                 |
| Un plano de 3 retenidas |       |                      |          |          |                         |                         |                        |                   |                      |          |          |                         |                         |                        |                     |                                 |
| TV (37°) = 1.594 t      | 7     | 1.2                  | 0.4      | 1.70     | 0.48                    | 1.32                    | 1.473                  | 2.50              | 1.2                  | 0.4      | 1.40     | 0.48                    | 1.15                    | 1.106                  | 1.88                | 1.7                             |
| TV (45°) = 1.201 t      | 10    | 1.2                  | 0.4      | 1.50     | 0.48                    | 1.61                    | 1.482                  | 2.67              | 1.2                  | 0.4      | 1.20     | 0.48                    | 1.34                    | 1.047                  | 1.88                | 1.8                             |
|                         | 20    | 1.2                  | 0.4      | 1.20     | 0.48                    | 2.64                    | 1.699                  | 3.40              | 1.2                  | 0.4      | 0.90     | 0.48                    | 1.96                    | 1.022                  | 2.04                | 2.0                             |

**TIPO DE ESTRUCTURA DM**

| Características         | B (°) | TVS (37°) = 2.021 t  |          |          |                         |                         |                        |                   | TVS (45°) = 1.523 t  |          |          |                         |                         |                        |                     | Peso Espec.<br>t/m <sup>3</sup> |
|-------------------------|-------|----------------------|----------|----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|----------------------|----------|----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|
|                         |       | a' = 3<br>x a<br>(m) | B<br>(m) | h<br>(m) | A1<br>(m <sup>2</sup> ) | A2<br>(m <sup>2</sup> ) | V<br>(m <sup>3</sup> ) | TV terreno<br>(t) | a' = 3<br>x a<br>(m) | b<br>(m) | h<br>(m) | A1<br>(m <sup>2</sup> ) | A2<br>(m <sup>2</sup> ) | V<br>(m <sup>3</sup> ) | TV terreno<br>(Ton) |                                 |
| Un plano de 3 retenidas |       |                      |          |          |                         |                         |                        |                   |                      |          |          |                         |                         |                        |                     |                                 |
| TV (37°) = 1.347 t      | 7     | 1.2                  | 0.4      | 1.50     | 0.48                    | 1.21                    | 1.223                  | 2.08              | 1.2                  | 0.4      | 1.30     | 0.48                    | 1.09                    | 0.995                  | 1.69                | 1.7                             |
| TV (45°) = 1.015 t      | 10    | 1.2                  | 0.4      | 1.30     | 0.48                    | 1.42                    | 1.183                  | 2.13              | 1.2                  | 0.4      | 1.10     | 0.48                    | 1.25                    | 0.919                  | 1.65                | 1.8                             |
|                         | 20    | 1.2                  | 0.4      | 0.90     | 0.48                    | 1.96                    | 1.022                  | 2.04              | 1.2                  | 0.4      | 0.80     | 0.48                    | 1.75                    | 0.839                  | 1.68                | 2.0                             |



|                               |    | a   |     |      |      |      |       | terreno | x a |     |      |      |      |       | terreno |      |
|-------------------------------|----|-----|-----|------|------|------|-------|---------|-----|-----|------|------|------|-------|---------|------|
| Dos planos de 3 retenidas c/u |    | (m) | (m) | (m)  | (m2) | (m2) | (m3)  | (t)     | (m) | (m) | (m)  | (m2) | (m2) | (m3)  | (t)     | t/m3 |
| TV (37°) = 5.039 Ton          | 7  | 1,2 | 0,6 | 2,95 | 0,72 | 2,55 | 4,546 | 7,73    | 1,2 | 0,6 | 2,45 | 0,72 | 2,16 | 3,376 | 5,74    | 1,7  |
| TV (45°) = 3.797 Ton          | 10 | 1,2 | 0,6 | 2,45 | 0,72 | 3,02 | 4,260 | 7,67    | 1,2 | 0,6 | 2,10 | 0,72 | 2,60 | 3,283 | 5,91    | 1,8  |
|                               | 20 | 1,2 | 0,6 | 1,65 | 0,72 | 4,32 | 3,745 | 7,49    | 1,2 | 0,6 | 1,45 | 0,72 | 3,73 | 2,945 | 5,89    | 2,0  |

**TIPO DE ESTRUCTURA TBM**

| Características         | $\beta$ (°) | TVS (37°) = 2.440 Ton |     |      |      |      |       |            | TVS (45°) = 1.839 Ton |     |      |      |      |       |            | Peso        |
|-------------------------|-------------|-----------------------|-----|------|------|------|-------|------------|-----------------------|-----|------|------|------|-------|------------|-------------|
|                         |             | A' = 3 x a            | b   | h    | A1   | A2   | V     | TV terreno | a' = 3 x a            | b   | h    | A1   | A2   | V     | TV terreno | Espec. t/m3 |
| Un plano de 3 retenidas |             | (m)                   | (m) | (m)  | (m2) | (m2) | (m3)  | (t)        | (m)                   | (m) | (m)  | (m2) | (m2) | (m3)  | (t)        |             |
| TV (37°) = 1.627 Ton    | 7           | 1,2                   | 0,4 | 1,70 | 0,48 | 1,32 | 1,473 | 2,50       | 1,2                   | 0,4 | 1,40 | 0,48 | 1,15 | 1,106 | 1,88       | 1,7         |
| TV (45°) = 1.226 Ton    | 10          | 1,2                   | 0,4 | 1,40 | 0,48 | 1,51 | 1,328 | 2,39       | 1,2                   | 0,4 | 1,20 | 0,48 | 1,34 | 1,047 | 1,88       | 1,8         |
|                         | 20          | 1,2                   | 0,4 | 1,00 | 0,48 | 2,17 | 1,225 | 2,45       | 1,2                   | 0,4 | 0,90 | 0,48 | 1,96 | 1,022 | 2,04       | 2,0         |

**TIPO DE ESTRUCTURA DM**

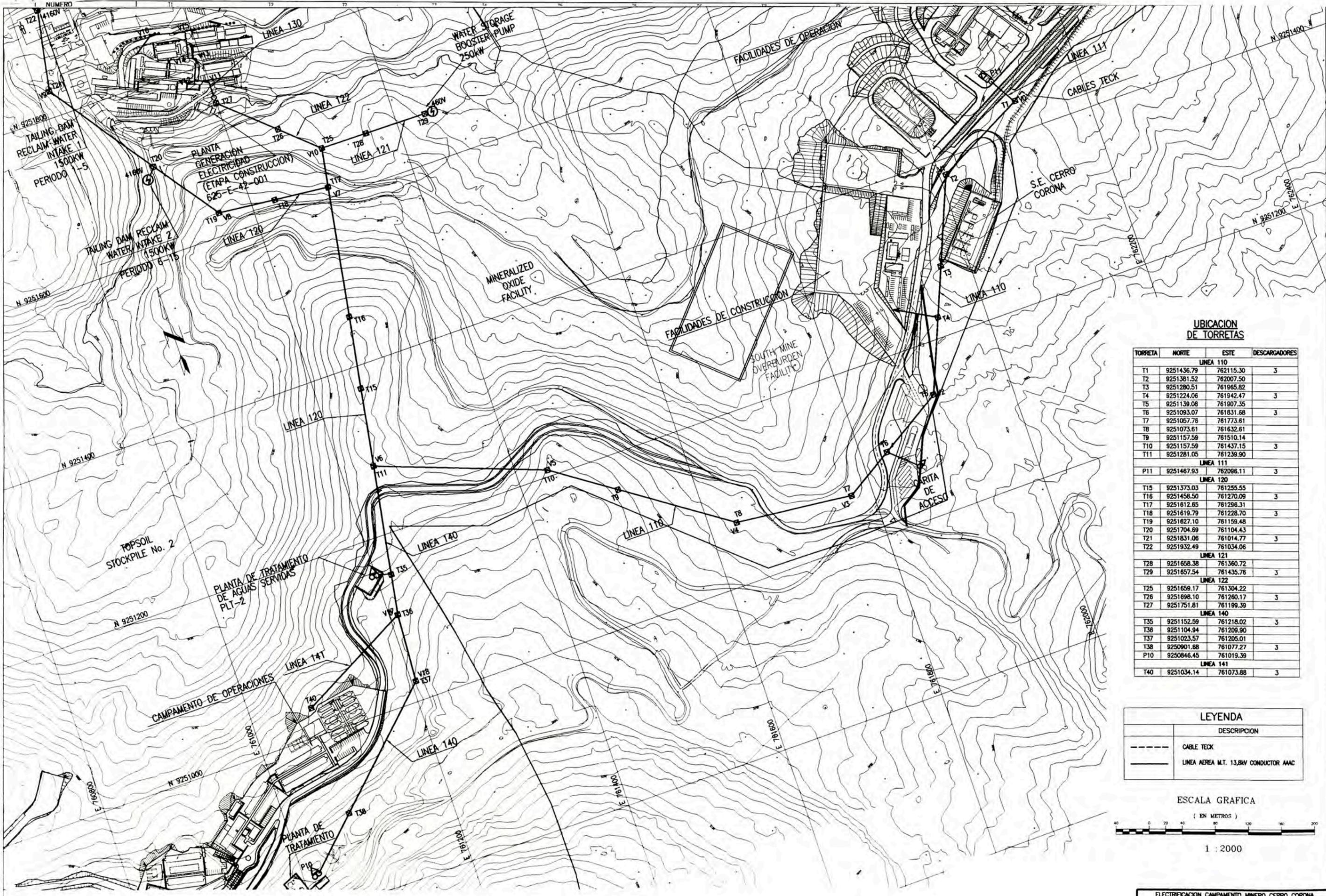
| Características         | $\beta$ (°) | TVS (37°) = 2.069 Ton |     |      |      |      |       |            | TVS (45°) = 1.559 Ton |     |      |      |      |       |            | Peso        |
|-------------------------|-------------|-----------------------|-----|------|------|------|-------|------------|-----------------------|-----|------|------|------|-------|------------|-------------|
|                         |             | A' = 2 x a            | b   | h    | A1   | A2   | V     | TV terreno | a' = 2 x a            | b   | h    | A1   | A2   | V     | TV terreno | Espec. t/m3 |
| Un plano de 3 retenidas |             | (m)                   | (m) | (m)  | (m2) | (m2) | (m3)  | (t)        | (m)                   | (m) | (m)  | (m2) | (m2) | (m3)  | (t)        |             |
| TV (37°) = 1.380 Ton    | 7           | 1,2                   | 0,4 | 1,50 | 0,48 | 1,21 | 1,223 | 2,08       | 1,2                   | 0,4 | 1,30 | 0,48 | 1,09 | 0,995 | 1,69       | 1,7         |
| TV (45°) = 1.040 Ton    | 10          | 1,2                   | 0,4 | 1,30 | 0,48 | 1,42 | 1,183 | 2,13       | 1,2                   | 0,4 | 1,10 | 0,48 | 1,25 | 0,919 | 1,65       | 1,8         |
|                         | 20          | 1,2                   | 0,4 | 0,95 | 0,48 | 2,06 | 1,121 | 2,24       | 1,2                   | 0,4 | 0,80 | 0,48 | 1,75 | 0,839 | 1,68       | 2,0         |

**TIPO DE ESTRUCTURA**

**AIEM**

| Características         | $\beta$ (°) | TVS (37°) = 2.085 Ton |          |          |            |            |           |                   | TVS (45°) = 1.571 Ton |          |          |            |            |           |                   | Peso           |
|-------------------------|-------------|-----------------------|----------|----------|------------|------------|-----------|-------------------|-----------------------|----------|----------|------------|------------|-----------|-------------------|----------------|
|                         |             | A' = 2 x a<br>(m)     | b<br>(m) | h<br>(m) | A1<br>(m2) | A2<br>(m2) | V<br>(m3) | TV terreno<br>(t) | a' = 2 x a<br>(m)     | b<br>(m) | h<br>(m) | A1<br>(m2) | A2<br>(m2) | V<br>(m3) | TV terreno<br>(t) | Espec.<br>t/m3 |
| Un plano de 2 retenidas |             |                       |          |          |            |            |           |                   |                       |          |          |            |            |           |                   |                |
| TV (37°) = 1.390 Ton    | 7           | 0,8                   | 0,4      | 1,90     | 0,32       | 1,10       | 1,273     | 2,16              | 0,8                   | 0,4      | 1,60     | 0,32       | 0,95       | 0,969     | 1,65              | 1,7            |
| TV (45°) = 1.048 Ton    | 10          | 0,8                   | 0,4      | 1,60     | 0,32       | 1,32       | 1,218     | 2,19              | 0,8                   | 0,4      | 1,35     | 0,32       | 1,12       | 0,916     | 1,65              | 1,8            |
|                         | 20          | 0,8                   | 0,4      | 1,10     | 0,32       | 1,92       | 1,110     | 2,22              | 0,8                   | 0,4      | 0,95     | 0,32       | 1,63       | 0,845     | 1,69              | 2,0            |

## **PLANOS**



**UBICACION DE TORRETAS**

| TORRETA          | NORTE      | ESTE      | DESCARGADORES |
|------------------|------------|-----------|---------------|
| <b>LINEA 110</b> |            |           |               |
| T1               | 9251436.79 | 762115.30 | 3             |
| T2               | 9251381.52 | 762007.50 |               |
| T3               | 9251280.51 | 761965.82 |               |
| T4               | 9251224.06 | 761942.47 | 3             |
| T5               | 9251139.08 | 761907.35 |               |
| T6               | 9251093.07 | 761831.68 | 3             |
| T7               | 9251067.78 | 761773.61 |               |
| T8               | 9251073.61 | 761632.61 |               |
| T9               | 9251157.59 | 761510.14 |               |
| T10              | 9251157.59 | 761437.15 | 3             |
| T11              | 9251281.05 | 761239.90 |               |
| <b>LINEA 111</b> |            |           |               |
| P11              | 9251467.93 | 762096.11 | 3             |
| <b>LINEA 120</b> |            |           |               |
| T15              | 9251373.03 | 761255.55 |               |
| T16              | 9251456.50 | 761270.09 | 3             |
| T17              | 9251612.65 | 761296.31 |               |
| T18              | 9251619.79 | 761228.70 | 3             |
| T19              | 9251627.10 | 761159.48 |               |
| T20              | 9251704.69 | 761104.43 |               |
| T21              | 9251831.06 | 761014.77 | 3             |
| T22              | 9251932.49 | 761034.06 |               |
| <b>LINEA 121</b> |            |           |               |
| T28              | 9251666.38 | 761360.72 |               |
| T29              | 9251857.54 | 761435.76 | 3             |
| <b>LINEA 122</b> |            |           |               |
| T25              | 9251659.17 | 761304.22 |               |
| T26              | 9251696.10 | 761260.17 | 3             |
| T27              | 9251751.81 | 761199.39 |               |
| <b>LINEA 140</b> |            |           |               |
| T35              | 9251152.59 | 761218.02 | 3             |
| T36              | 9251104.94 | 761209.90 |               |
| T37              | 9251023.57 | 761205.01 |               |
| T38              | 9250901.68 | 761077.27 | 3             |
| P10              | 9250846.45 | 761019.39 |               |
| <b>LINEA 141</b> |            |           |               |
| T40              | 9251034.14 | 761073.88 | 3             |

**LEYENDA**

| DESCRIPCION |                                       |
|-------------|---------------------------------------|
| ---         | CABLE TECK                            |
| —           | LINEA AEREA M.T. 13.8kV CONDUCTOR AAC |

**ESCALA GRAFICA**



1 : 2000

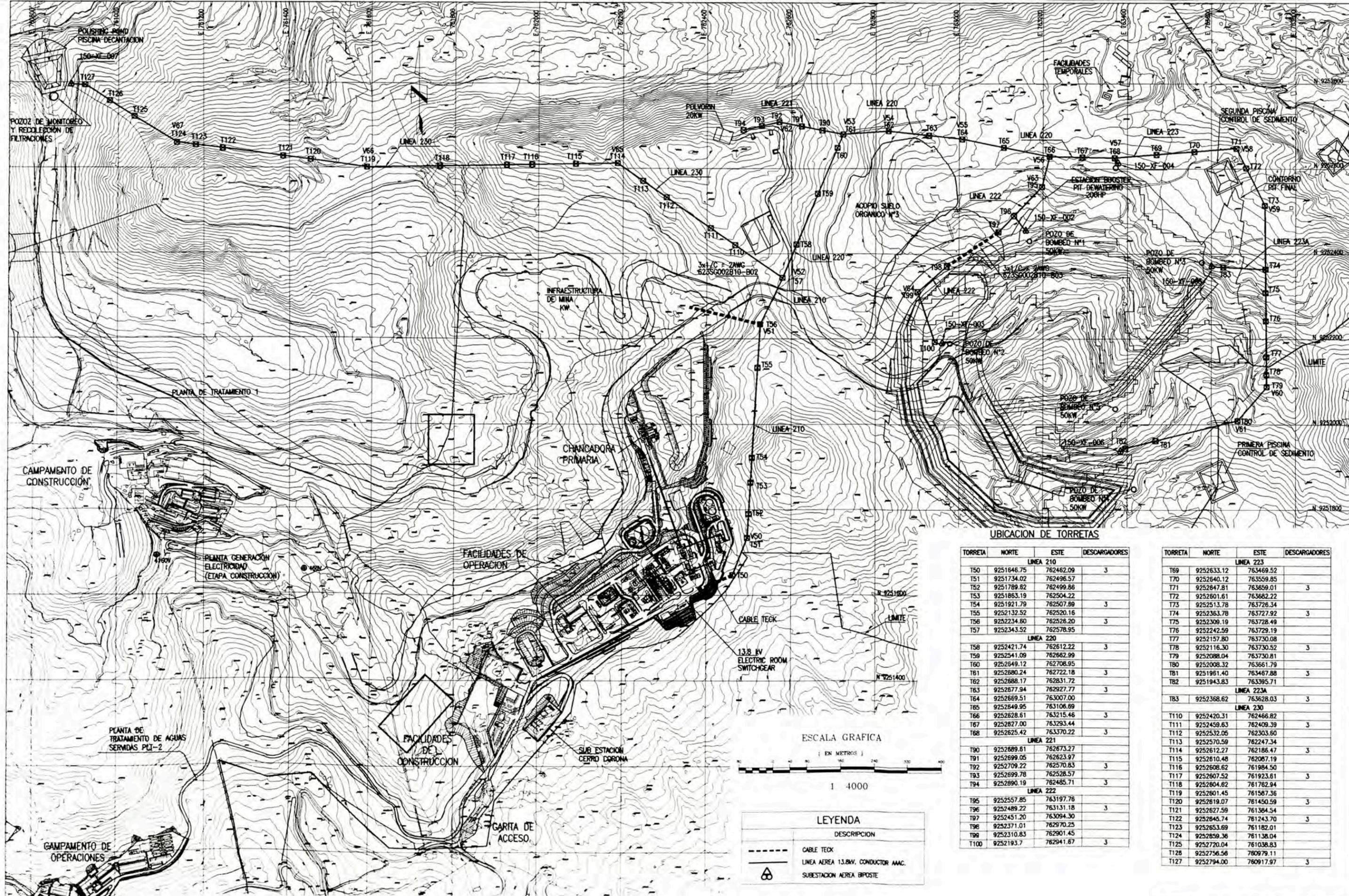
ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CERRO CORONA

**LINEAS AERAS M.T. 13.8kV**

**DISPOSICION GENERAL**

**1 DE 2**

| ESCALA   | NUMERO PROYECTO | NUMERO DIBUJO | REV. |
|----------|-----------------|---------------|------|
| INDICADA |                 | 01            |      |



UBICACION DE TORRETAS

| TORRETA   | NORTE      | ESTE      | DESCARGADORES |
|-----------|------------|-----------|---------------|
| LINEA 210 |            |           |               |
| T50       | 9251846.75 | 762462.09 | 3             |
| T51       | 9251734.02 | 762496.57 |               |
| T52       | 9251789.82 | 762499.86 |               |
| T53       | 9251863.19 | 762504.22 |               |
| T54       | 9251921.79 | 762507.89 | 3             |
| T55       | 9252132.52 | 762520.16 |               |
| T56       | 9252234.80 | 762528.20 | 3             |
| T57       | 9252343.52 | 762578.95 |               |
| LINEA 220 |            |           |               |
| T58       | 9252421.74 | 762612.22 | 3             |
| T59       | 9252541.09 | 762662.99 |               |
| T60       | 9252649.12 | 762708.95 |               |
| T61       | 9252680.24 | 762722.18 | 3             |
| T62       | 9252688.17 | 762831.72 |               |
| T63       | 9252677.94 | 762927.77 | 3             |
| T64       | 9252669.51 | 763007.00 |               |
| T65       | 9252649.95 | 763106.89 |               |
| T66       | 9252628.61 | 763215.46 | 3             |
| T67       | 9252827.00 | 763293.44 |               |
| T68       | 9252625.42 | 763370.22 | 3             |
| LINEA 221 |            |           |               |
| T90       | 9252689.61 | 762673.27 |               |
| T91       | 9252699.05 | 762623.97 |               |
| T92       | 9252709.22 | 762570.83 | 3             |
| T93       | 9252699.78 | 762528.57 |               |
| T94       | 9252890.19 | 762485.71 | 3             |
| LINEA 222 |            |           |               |
| T95       | 9252557.85 | 763197.76 |               |
| T96       | 9252489.22 | 763131.18 | 3             |
| T97       | 9252451.20 | 763094.30 |               |
| T98       | 9252371.01 | 762970.25 |               |
| T99       | 9252310.83 | 762901.45 |               |
| T100      | 9252193.7  | 762841.87 | 3             |

| TORRETA    | NORTE      | ESTE      | DESCARGADORES |
|------------|------------|-----------|---------------|
| LINEA 223  |            |           |               |
| T69        | 9252633.12 | 763469.52 |               |
| T70        | 9252640.12 | 763559.85 |               |
| T71        | 9252647.81 | 763659.01 | 3             |
| T72        | 9252601.61 | 763682.22 |               |
| T73        | 9252513.78 | 763726.34 |               |
| T74        | 9252363.78 | 763727.92 | 3             |
| T75        | 9252309.19 | 763728.49 |               |
| T76        | 9252242.59 | 763729.19 |               |
| T77        | 9252157.80 | 763730.08 |               |
| T78        | 9252116.30 | 763730.52 | 3             |
| T79        | 9252088.04 | 763730.81 |               |
| T80        | 9252008.32 | 763661.79 |               |
| T81        | 9251961.40 | 763467.88 | 3             |
| T82        | 9251943.83 | 763395.71 |               |
| LINEA 223A |            |           |               |
| T83        | 9252368.62 | 763628.03 | 3             |
| LINEA 230  |            |           |               |
| T110       | 9252420.31 | 762466.82 |               |
| T111       | 9252459.63 | 762409.39 | 3             |
| T112       | 9252532.05 | 762303.60 |               |
| T113       | 9252570.59 | 762247.34 |               |
| T114       | 9252612.27 | 762186.47 | 3             |
| T115       | 9252610.48 | 762067.19 |               |
| T116       | 9252608.62 | 761984.50 |               |
| T117       | 9252607.52 | 761923.61 | 3             |
| T118       | 9252604.62 | 761782.94 |               |
| T119       | 9252601.45 | 761587.36 |               |
| T120       | 9252619.07 | 761450.59 | 3             |
| T121       | 9252627.59 | 761384.54 |               |
| T122       | 9252645.74 | 761243.70 | 3             |
| T123       | 9252653.69 | 761182.01 |               |
| T124       | 9252659.36 | 761138.04 |               |
| T125       | 9252720.04 | 761038.83 |               |
| T126       | 9252756.56 | 760979.11 |               |
| T127       | 9252794.00 | 760917.97 | 3             |

ESCALA GRAFICA

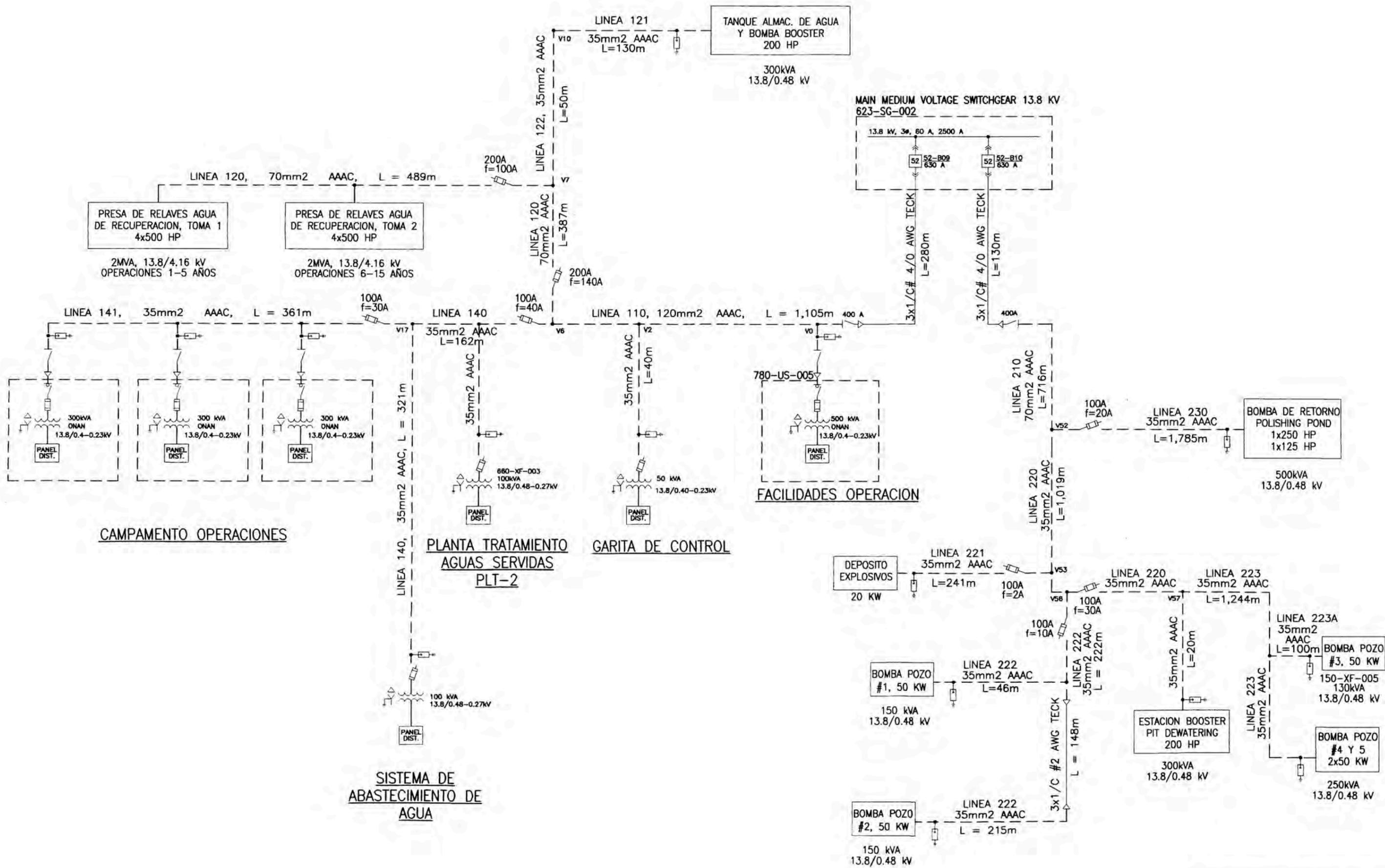


LEYENDA

| DESCRIPCION                        |
|------------------------------------|
| -----                              |
| CABLE TECK                         |
| —                                  |
| LINEA AEREA 13.8KV. CONDUCTOR AAC. |
| ⊕                                  |
| SUBESTACION AEREA BIPOSTE          |

ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CERRO CORONA  
**DISPOSICION GENERAL**  
**LINEAS AERAS M.T. 13.8KV**  
**2 DE 2**

| ESCALA   | NUMERO PROYECTO | NUMERO DIBUJO | REV. |
|----------|-----------------|---------------|------|
| INDICADA |                 | 02            |      |



CAMPAMENTO OPERACIONES

PLANTA TRATAMIENTO AGUAS SERVIDAS PLT-2

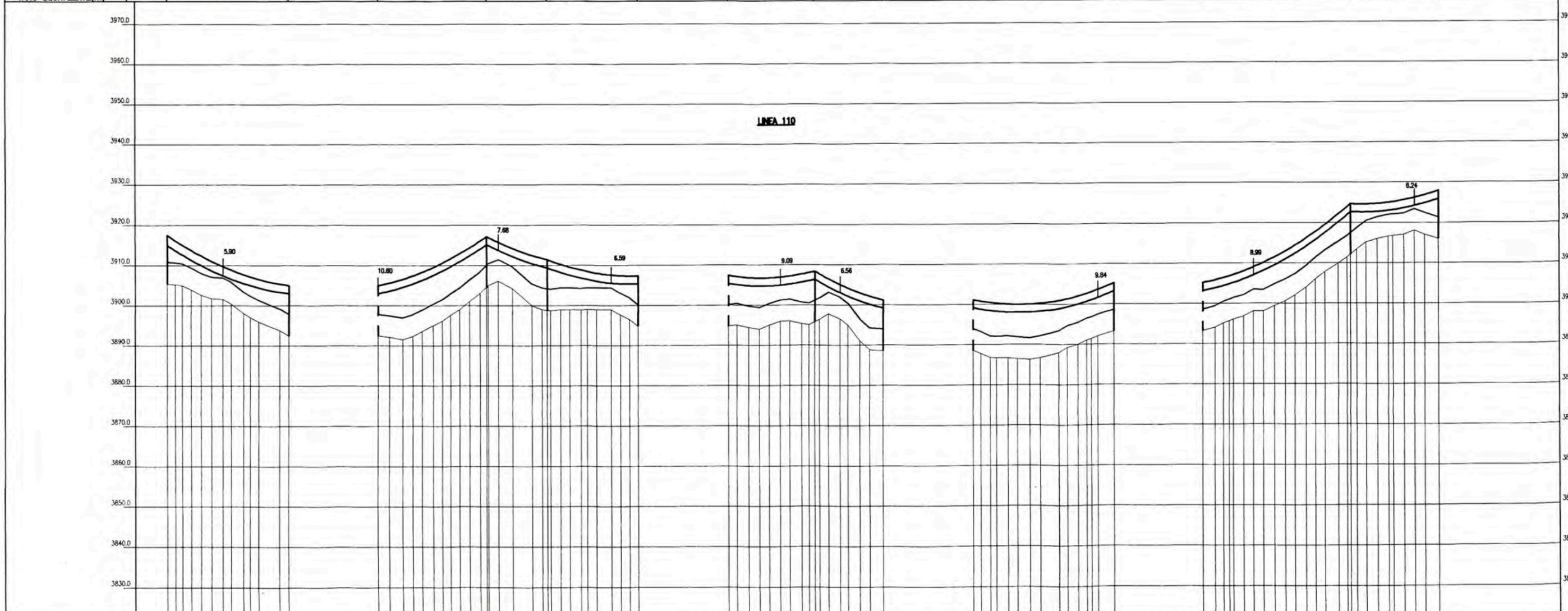
GARITA DE CONTROL

FACILIDADES OPERACION

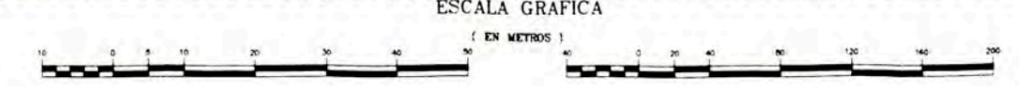
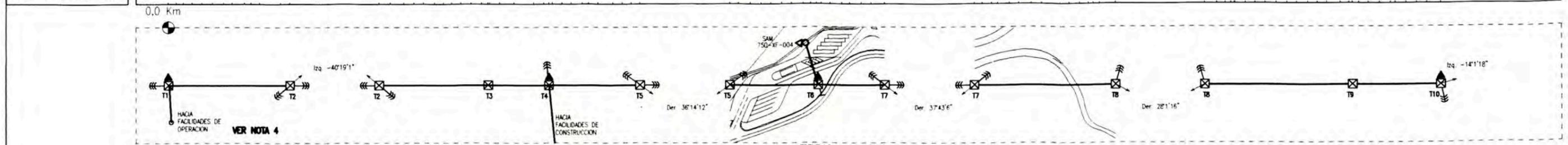
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

|  |                 |               |      |
|--|-----------------|---------------|------|
| ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CERRO CORONA |                 |               |      |
| REDES DE MEDIA TENSION                         |                 |               |      |
| DIAGRAMA UNIFILAR                              |                 |               |      |
| ETAPA OPERACION                                |                 |               |      |
| ESCALA   | NUMERO PROYECTO | NUMERO DIBUJO | REV. |
| INDICADA                                       |                 | 03            |      |

| NUMERO                 | T1    | T2    | T2    | T3    | T4    | T5    | T5    | T6    | T7    | T7    | T8    | T8    | T9    | T10   |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TIPO                   | TM+3* | A2M+3 | A2M+3 | SM+3  | DM+3  | A2M+3 | A2M+3 | DM+3  | A2M+3 | A2M+3 | ATM+3 | ATM+3 | SM+3  | ATM+3 |
| VANO REAL(m)           |       | 121.9 |       | 109.8 | 61.3  | 92.1  |       | 87.0  |       | 141.9 |       | 149.9 | 88.5  |       |
| PROGRESIVA(m)          | 0.0   | 121.2 | 121.2 | 109.8 | 61.3  | 92.1  |       | 87.0  |       | 141.9 |       | 149.9 | 88.5  |       |
| VANO VIENTO(m)         | 61.0  | 115.9 | 115.9 | 85.6  | 76.7  | 89.6  |       | 89.6  |       | 106.0 |       | 146.1 | 119.3 |       |
| VANO PESO(m)           | 152.4 | -74.4 | -74.4 | 267.9 | 32.2  | 40.7  |       | 40.7  |       | -11.3 |       | -11.3 | 54.8  |       |
| PARAMETRO CATENARIA(m) |       | 887.1 |       | 887.1 | 887.1 | 887.1 |       | 887.1 |       | 887.1 |       | 887.1 | 887.1 |       |
| VANO EQUIVALENTE(m)    |       | 137.1 |       | 137.1 | 137.1 | 137.1 |       | 137.1 |       | 137.1 |       | 137.1 | 137.1 |       |



| ESTACION               | V0      | V1      | V1      | V2      | V2      | V3      | V3      | V4      | V4      | V5      |         |         |         |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| DISTANCIA (m)          |         | 121.2   |         | 109.1   | 61.1    | 92.0    |         | 87.0    | 69.5    | 141.9   | 148.6   | 88.4    |         |
| DISTANCIA ACUMULADA(m) | 0.00    | 121.2   | 230.3   | 339.4   | 400.5   | 492.5   | 584.5   | 726.4   | 868.3   | 1010.2  | 1158.8  | 1247.2  | 1335.6  |
| TIPO DE TERRENO        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| COTA DE TERRENO(m)     | 3905.39 | 3905.23 | 3905.12 | 3904.80 | 3904.60 | 3904.74 | 3904.56 | 3904.42 | 3904.00 | 3903.88 | 3903.78 | 3903.42 | 3903.19 |
| COTA DE ESTRUCTURAS(m) | 3905.39 | 3905.23 | 3905.12 | 3904.80 | 3904.60 | 3904.74 | 3904.56 | 3904.42 | 3904.00 | 3903.88 | 3903.78 | 3903.42 | 3903.19 |



ESTRUCTURA METALICA CON DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES

CC-04

ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CERRO CORONA

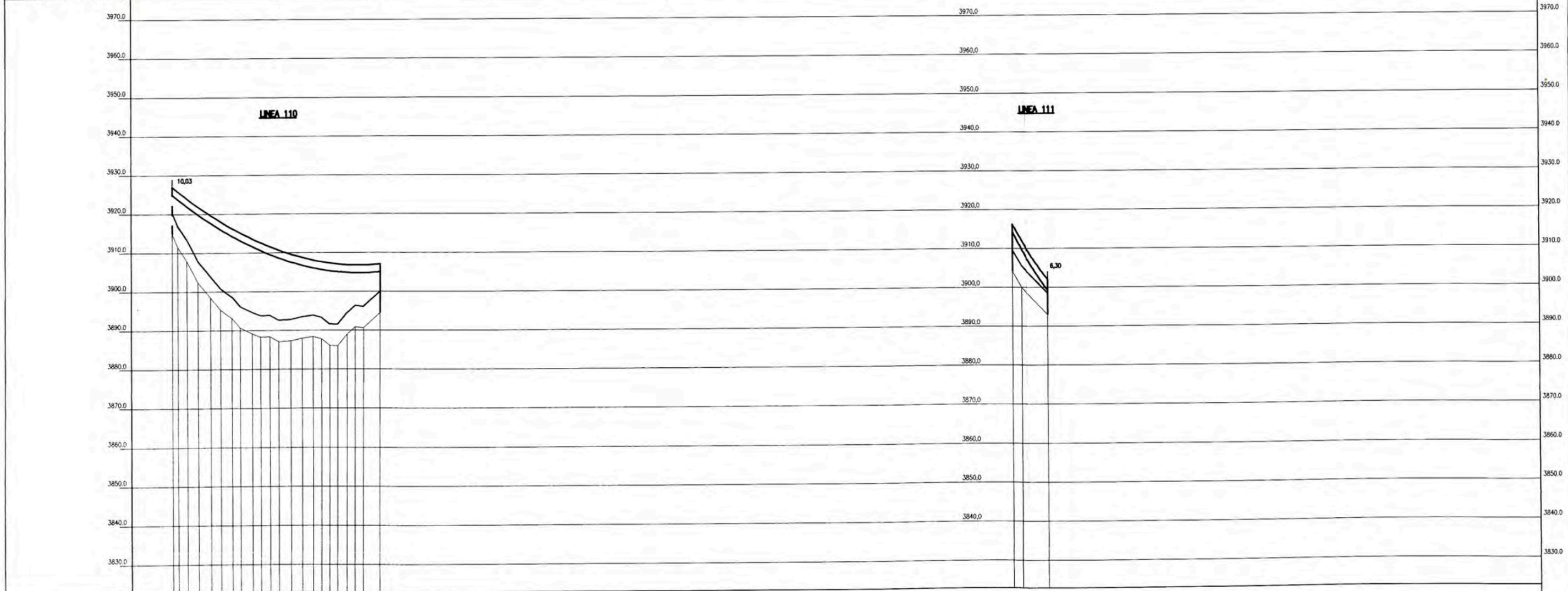
**LINEAS DISTRIBUCION MT**

**LINEA 110/111**

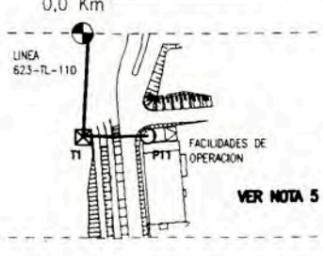
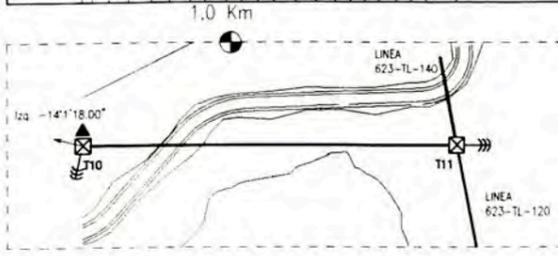
**PERFIL 1 DE 2**

|          |                 |               |      |
|----------|-----------------|---------------|------|
| ESCALA   | NUMERO PROYECTO | NUMERO DIBUJO | REV. |
| INDICADA |                 | 04            |      |

|                        |       |        |       |       |
|------------------------|-------|--------|-------|-------|
| NUMERO                 | T10   | T11    | T1    | P11   |
| TIPO                   | ATM+3 | DM1+3  | TBM+3 | TF    |
| VANO REAL(m)           | 211,4 |        | 39,2  | 36,5  |
| PROGRESIVA(m)          | 918,6 | 1129,2 | 0,0   | 19,5  |
| VANO VIENTO(m)         | 150,2 | 105,9  | 137,6 | -98,4 |
| VANO PESO(m)           | 254,4 | 21,8   |       |       |
| PARAMETRO CATENARIA(m) | 886,7 |        | 302,3 |       |
| VANO EQUIVALENTE(m)    | 137,0 |        | 36,5  |       |



|                        |         |         |         |         |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| ESTACION               | V5      | V6      |         |         |
| DISTANCIA (m)          | 210,5   |         | 36,5    |         |
| DISTANCIA ACUMULADA(m) | 918,6   | 1129,2  | 0,0     | 36,5    |
| TIPO DE TERRENO        |         |         |         |         |
| COTA DE TERRENO(m)     | 3894,50 | 3894,50 | 3894,19 | 3892,35 |
| COTA DE ESTRUCTURAS(m) | 3894,50 | 3894,50 | 3900,00 | 3892,35 |

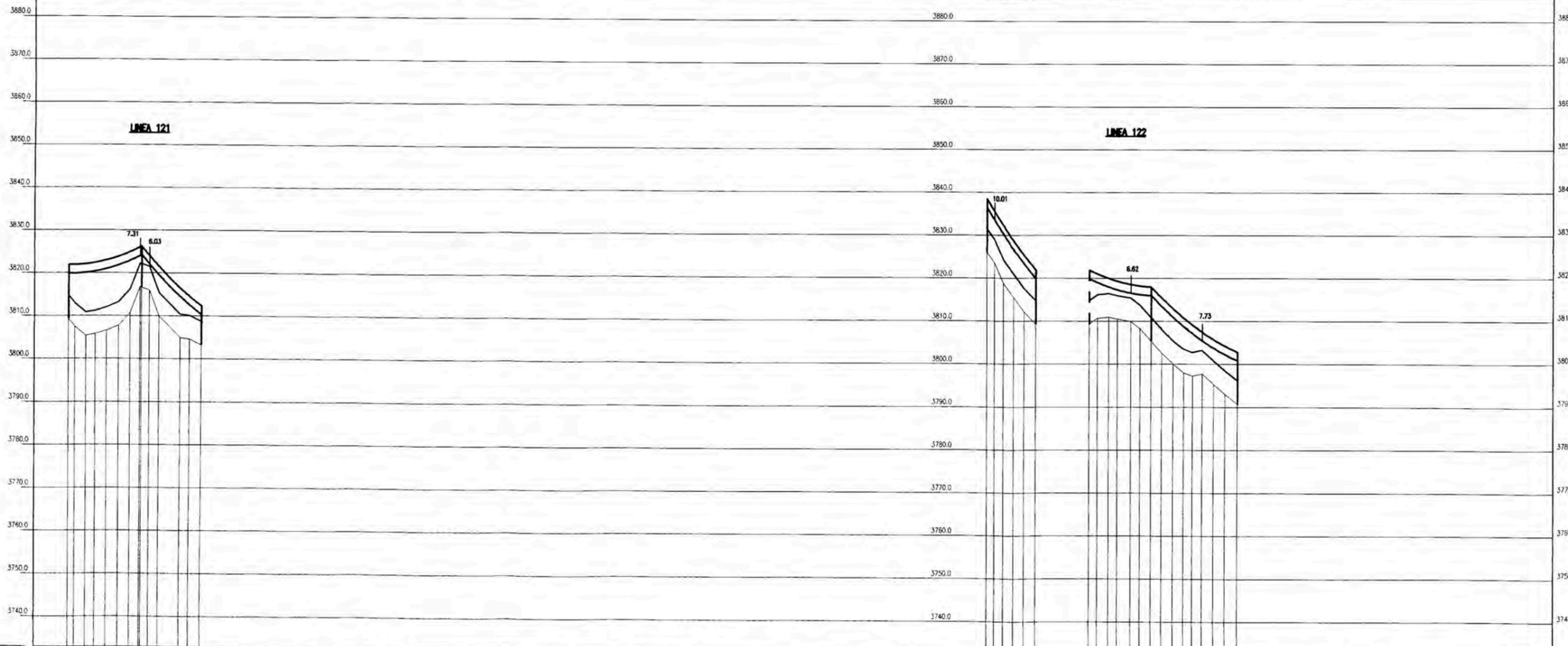


⊠ ESTRUCTURA METALICA CON DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES

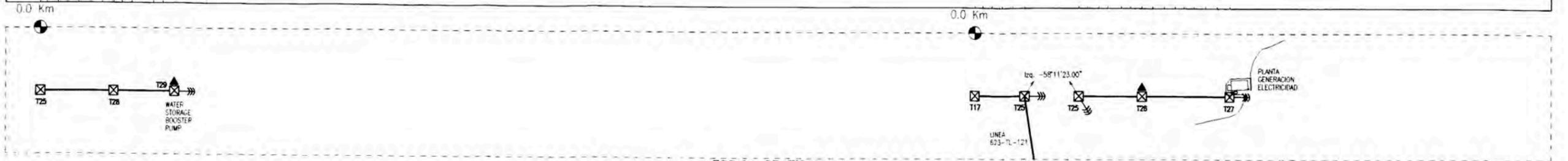
|  |                 |               |      |
|--|-----------------|---------------|------|
| ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CERRO CORONA |                 |               |      |
| LINEAS DISTRIBUCION MT                         |                 |               |      |
| LINEA 110/111                                  |                 |               |      |
| PERFIL 2 DE 2                                  |                 |               |      |
| ESCALA   | NUMERO PROYECTO | NUMERO DIBUJO | REV. |
| INDICADA                                       |                 | 05            |      |



|                        |      |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| NUMERO                 | 125  | 128   | 129   | 117   | 125   | 125   | 126   | 127   |
| TIPO                   | DM+3 | SM+0  | 19M+0 | DM+3  | DM+3  | DM+3  | SM+3  | 19M+3 |
| VANO REAL(m)           |      | 68.8  | 58.2  | 50.0  | 47.2  | 58.9  | 83.6  | 188.1 |
| PROGRESIVA(m)          | 0.0  | 68.8  | 125.2 | 0.0   | 47.2  | 106.0 | 189.6 | 377.7 |
| VANO VIENTO(m)         | 34.4 | 63.5  | 29.1  | 25.0  | 54.5  | 54.5  | 71.3  | 41.8  |
| VANO PESO(m)           | 2.7  | 220.1 | -95.3 | 213.0 | -98.0 | -98.0 | 134.2 | -56.6 |
| PARAMETRO CATENARIA(m) |      | 505.3 | 505.3 |       | 532.3 | 532.3 | 532.3 | 532.3 |
| VANO EQUIVALENTE(m)    |      | 63.5  | 63.5  |       | 67.8  | 67.8  | 67.8  | 67.8  |



|                        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| ESTACION               | V18     |         |         | V7      |         |         |         | V10     |         | V10     |  |
| DISTANCIA (m)          | 68.8    | 58.2    |         | 47.2    |         | 58.9    |         | 83.6    |         |         |  |
| DISTANCIA ACUMULADA(m) | 0.00    | 68.80   | 127.00  | 0.00    | 47.20   | 106.10  | 189.70  | 379.30  | 568.00  | 756.60  |  |
| TIPO DE TERRENO        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
| COTA DE TERRENO(m)     | 3809.35 | 3807.50 | 3805.40 | 3809.00 | 3823.61 | 3818.85 | 3815.50 | 3812.13 | 3809.35 | 3809.35 |  |
| COTA DE ESTRUCTURAS(m) | 3809.35 | 3807.50 | 3805.40 | 3809.00 | 3823.61 | 3818.85 | 3815.50 | 3812.13 | 3809.35 | 3809.35 |  |



ESTRUCTURA METALICA CON DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES



CC-01

ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CERRO CORONA

**LINEAS DISTRIBUCION MT**

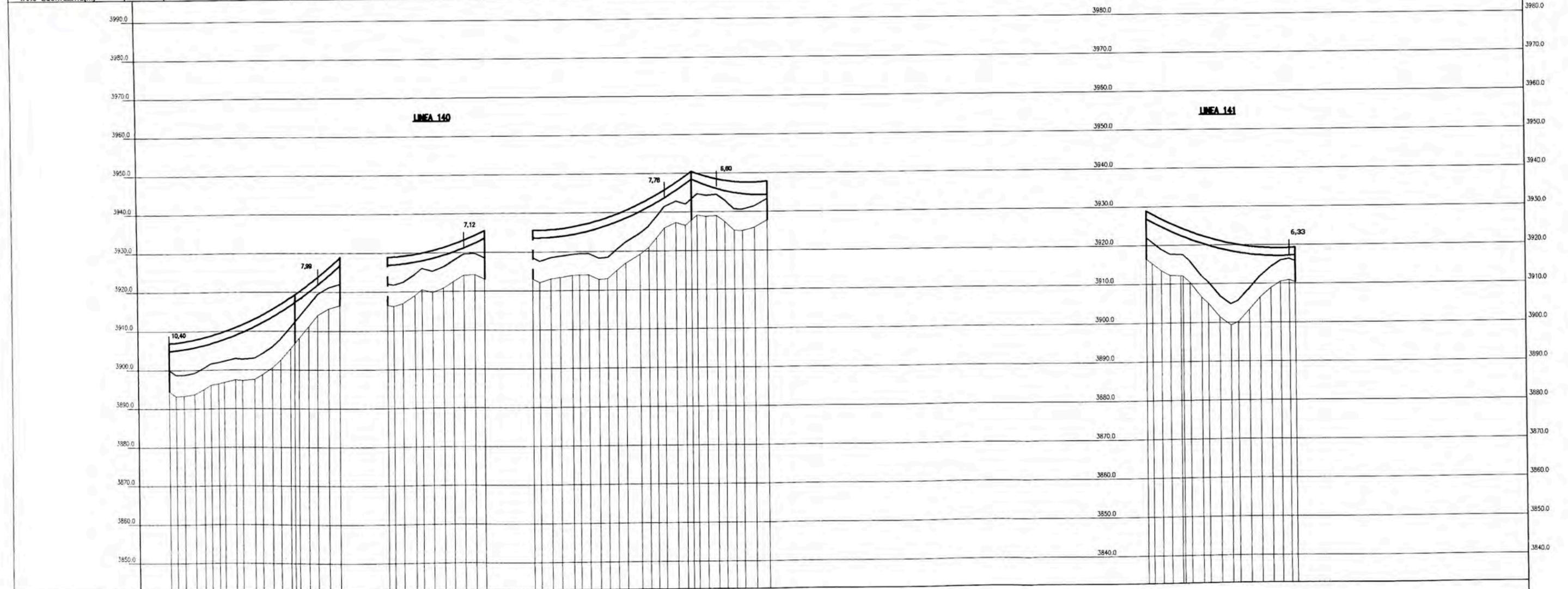
**LINEAS 121/122**

**PERFIL 1 DE 2**

|          |                 |               |     |
|----------|-----------------|---------------|-----|
| ESCALA   | NUMERO PROYECTO | NUMERO DIBUJO | REV |
| INDICADA |                 | 07            |     |

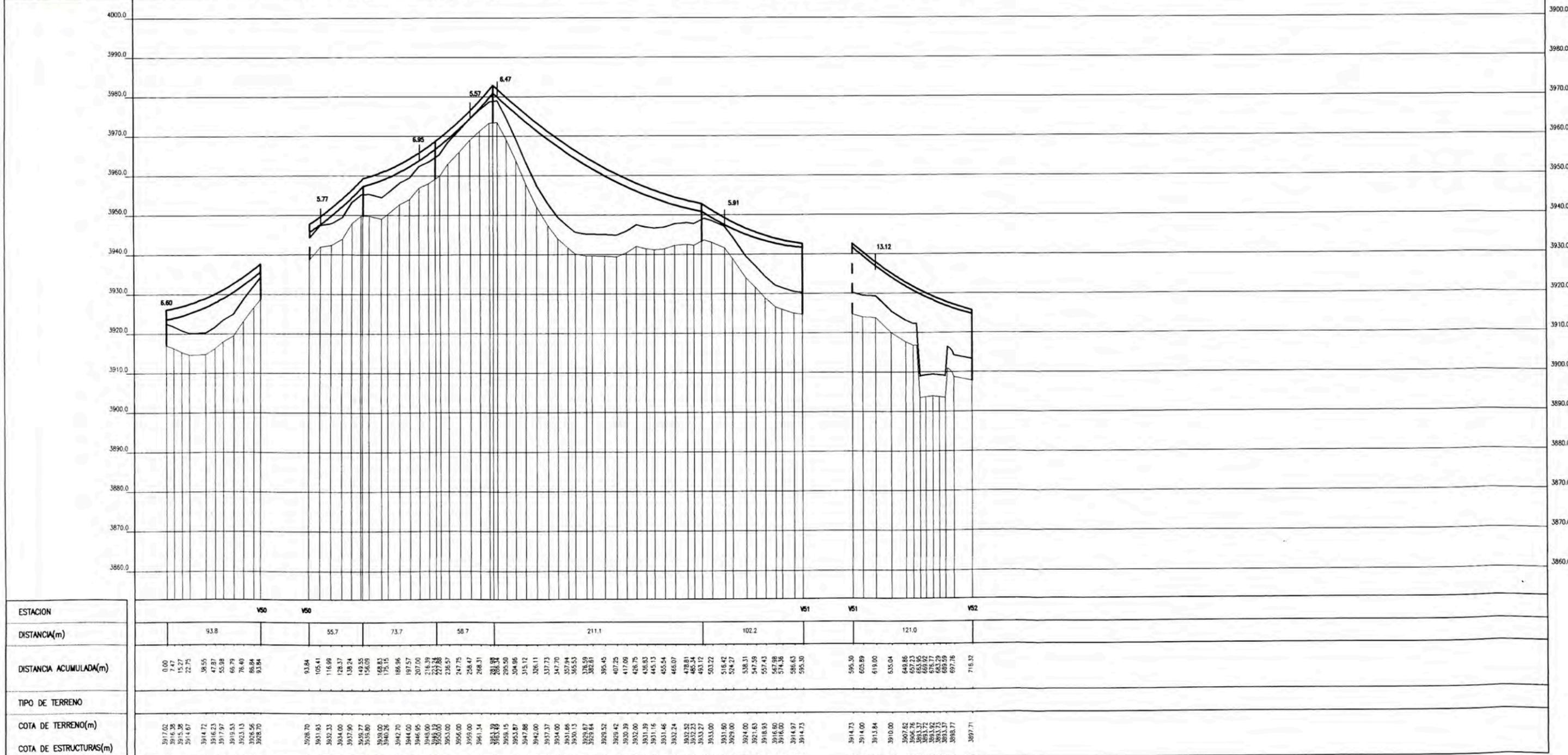


| NUMERO                 | T11   | T35   | T36   | T36   | T37   | T37   | T38   | P10   | T36   | T40   |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TIPO                   | DM1+3 | DM+3  | DM2+3 | DM2+3 | A2M+3 | A2M+3 | AM+3  | SAB   | DM2+3 | ATM+0 |
| VANO REAL(m)           |       | 130,9 | 49,3  |       | 99,6  |       | 165,1 | 77,6  | 153,6 | 153,3 |
| PROGRESIVA(m)          | 0,0   | 130,3 | 178,7 | 178,7 | 278,0 | 278,0 | 442,4 | 519,9 | 76,9  | 76,9  |
| VANO VIENTO(m)         | 65,5  | 90,2  | 74,5  | 74,5  | 132,5 | 132,5 | 121,5 | 38,8  | 136,3 | 17,5  |
| VANO PESO(m)           | -18,3 | 3,6   | 186,0 | 186,0 | 113,1 | 113,1 | 219,1 | 19,3  |       |       |
| PARAMETRO CATENARIA(m) |       | 866,8 | 866,8 |       | 866,8 |       | 866,8 | 590,6 |       | 951,6 |
| VANO EQUIVALENTE(m)    |       | 132,4 | 132,4 |       | 132,4 |       | 132,4 | 77,5  |       | 153,3 |

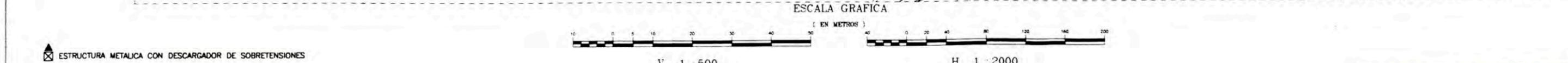
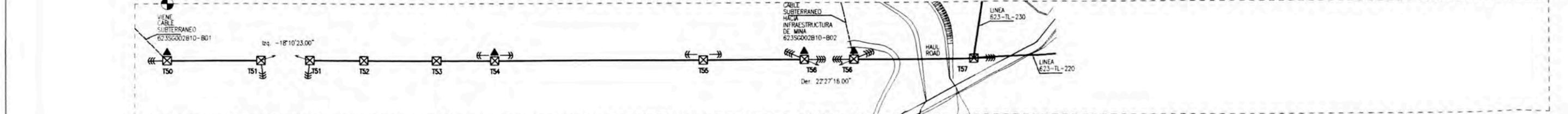


| ESTACION               | V6    |      |       |       |       |       |       |       |       |       | V17    |        | V18    |        | V17    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| DISTANCIA (m)          | 130,3 |      |       |       |       |       |       |       |       |       | 48,4   |        | 99,4   |        | 164,4  |        | 77,5   |        | 153,3  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| DISTANCIA ACUMULADA(m) | 0,00  | 7,16 | 15,32 | 26,17 | 35,25 | 43,33 | 51,41 | 61,43 | 74,44 | 87,41 | 106,47 | 115,37 | 132,90 | 145,32 | 155,03 | 166,58 | 178,66 | 178,66 | 184,96 | 194,39 | 206,44 | 213,45 | 224,48 | 235,76 | 245,49 | 256,08 | 267,65 | 278,02 | 285,23 | 296,70 | 306,58 | 319,29 | 326,00 | 336,29 | 346,71 | 355,99 | 365,57 | 374,65 | 383,27 | 393,00 | 406,37 | 414,59 | 426,26 | 436,40 | 442,42 | 448,23 | 457,23 | 467,95 | 476,38 | 485,88 | 494,53 | 506,63 | 519,95 | 519,95 | 526,35 | 535,55 | 543,52 | 551,24 | 557,90 | 564,67 | 571,44 | 578,21 | 585,00 | 591,78 | 598,56 | 605,34 | 612,12 | 618,90 | 625,68 | 632,46 | 639,24 | 646,02 | 652,80 | 659,58 | 666,36 | 673,14 | 679,92 | 686,70 | 693,48 | 700,26 | 707,04 | 713,82 | 720,60 | 727,38 | 734,16 | 740,94 | 747,72 | 754,50 | 761,28 | 768,06 | 774,84 | 781,62 | 788,40 | 795,18 | 801,96 | 808,74 | 815,52 | 822,30 | 829,08 | 835,86 | 842,64 | 849,42 | 856,20 | 862,98 | 869,76 | 876,54 | 883,32 | 890,10 | 896,88 | 903,66 | 910,44 | 917,22 | 924,00 | 930,78 | 937,56 | 944,34 | 951,12 | 957,90 | 964,68 | 971,46 | 978,24 | 985,02 | 991,80 | 998,58 | 1005,36 | 1012,14 | 1018,92 | 1025,70 | 1032,48 | 1039,26 | 1046,04 | 1052,82 | 1059,60 | 1066,38 | 1073,16 | 1079,94 | 1086,72 | 1093,50 | 1100,28 | 1107,06 | 1113,84 | 1120,62 | 1127,40 | 1134,18 | 1140,96 | 1147,74 | 1154,52 | 1161,30 | 1168,08 | 1174,86 | 1181,64 | 1188,42 | 1195,20 | 1201,98 | 1208,76 | 1215,54 | 1222,32 | 1229,10 | 1235,88 | 1242,66 | 1249,44 | 1256,22 | 1263,00 | 1269,78 | 1276,56 | 1283,34 | 1290,12 | 1296,90 | 1303,68 | 1310,46 | 1317,24 | 1324,02 | 1330,80 | 1337,58 | 1344,36 | 1351,14 | 1357,92 | 1364,70 | 1371,48 | 1378,26 | 1385,04 | 1391,82 | 1398,60 | 1405,38 | 1412,16 | 1418,94 | 1425,72 | 1432,50 | 1439,28 | 1446,06 | 1452,84 | 1459,62 | 1466,40 | 1473,18 | 1479,96 | 1486,74 | 1493,52 | 1500,30 | 1507,08 | 1513,86 | 1520,64 | 1527,42 | 1534,20 | 1540,98 | 1547,76 | 1554,54 | 1561,32 | 1568,10 | 1574,88 | 1581,66 | 1588,44 | 1595,22 | 1602,00 | 1608,78 | 1615,56 | 1622,34 | 1629,12 | 1635,90 | 1642,68 | 1649,46 | 1656,24 | 1663,02 | 1669,80 | 1676,58 | 1683,36 | 1690,14 | 1696,92 | 1703,70 | 1710,48 | 1717,26 | 1724,04 | 1730,82 | 1737,60 | 1744,38 | 1751,16 | 1757,94 | 1764,72 | 1771,50 | 1778,28 | 1785,06 | 1791,84 | 1798,62 | 1805,40 | 1812,18 | 1818,96 | 1825,74 | 1832,52 | 1839,30 | 1846,08 | 1852,86 | 1859,64 | 1866,42 | 1873,20 | 1879,98 | 1886,76 | 1893,54 | 1900,32 | 1907,10 | 1913,88 | 1920,66 | 1927,44 | 1934,22 | 1941,00 | 1947,78 | 1954,56 | 1961,34 | 1968,12 | 1974,90 | 1981,68 | 1988,46 | 1995,24 | 2002,02 | 2008,80 | 2015,58 | 2022,36 | 2029,14 | 2035,92 | 2042,70 | 2049,48 | 2056,26 | 2063,04 | 2069,82 | 2076,60 | 2083,38 | 2090,16 | 2096,94 | 2103,72 | 2110,50 | 2117,28 | 2124,06 | 2130,84 | 2137,62 | 2144,40 | 2151,18 | 2157,96 | 2164,74 | 2171,52 | 2178,30 | 2185,08 | 2191,86 | 2198,64 | 2205,42 | 2212,20 | 2218,98 | 2225,76 | 2232,54 | 2239,32 | 2246,10 | 2252,88 | 2259,66 | 2266,44 | 2273,22 | 2280,00 | 2286,78 | 2293,56 | 2300,34 | 2307,12 | 2313,90 | 2320,68 | 2327,46 | 2334,24 | 2341,02 | 2347,80 | 2354,58 | 2361,36 | 2368,14 | 2374,92 | 2381,70 | 2388,48 | 2395,26 | 2402,04 | 2408,82 | 2415,60 | 2422,38 | 2429,16 | 2435,94 | 2442,72 | 2449,50 | 2456,28 | 2463,06 | 2469,84 | 2476,62 | 2483,40 | 2490,18 | 2496,96 | 2503,74 | 2510,52 | 2517,30 | 2524,08 | 2530,86 | 2537,64 | 2544,42 | 2551,20 | 2557,98 | 2564,76 | 2571,54 | 2578,32 | 2585,10 | 2591,88 | 2598,66 | 2605,44 | 2612,22 | 2619,00 | 2625,78 | 2632,56 | 2639,34 | 2646,12 | 2652,90 | 2659,68 | 2666,46 | 2673,24 | 2680,02 | 2686,80 | 2693,58 | 2700,36 | 2707,14 | 2713,92 | 2720,70 | 2727,48 | 2734,26 | 2741,04 | 2747,82 | 2754,60 | 2761,38 | 2768,16 | 2774,94 | 2781,72 | 2788,50 | 2795,28 | 2802,06 | 2808,84 | 2815,62 | 2822,40 | 2829,18 | 2835,96 | 2842,74 | 2849,52 | 2856,30 | 2863,08 | 2869,86 | 2876,64 | 2883,42 | 2890,20 | 2896,98 | 2903,76 | 2910,54 | 2917,32 | 2924,10 | 2930,88 | 2937,66 | 2944,44 | 2951,22 | 2958,00 | 2964,78 | 2971,56 | 2978,34 | 2985,12 | 2991,90 | 2998,68 | 3005,46 | 3012,24 | 3019,02 | 3025,80 | 3032,58 | 3039,36 | 3046,14 | 3052,92 | 3059,70 | 3066,48 | 3073,26 | 3080,04 | 3086,82 | 3093,60 | 3100,38 | 3107,16 | 3113,94 | 3120,72 | 3127,50 | 3134,28 | 3141,06 | 3147,84 | 3154,62 | 3161,40 | 3168,18 | 3174,96 | 3181,74 | 3188,52 | 3195,30 | 3202,08 | 3208,86 | 3215,64 | 3222,42 | 3229,20 | 3235,98 | 3242,76 | 3249,54 | 3256,32 | 3263,10 | 3269,88 | 3276,66 | 3283,44 | 3290,22 | 3297,00 | 3303,78 | 3310,56 | 3317,34 | 3324,12 | 3330,90 | 3337,68 | 3344,46 | 3351,24 | 3358,02 | 3364,80 | 3371,58 | 3378,36 | 3385,14 | 3391,92 | 3398,70 | 3405,48 | 3412,26 | 3419,04 | 3425,82 | 3432,60 | 3439,38 | 3446,16 | 3452,94 | 3459,72 | 3466,50 | 3473,28 | 3480,06 | 3486,84 | 3493,62 | 3500,40 | 3507,18 | 3513,96 | 3520,74 | 3527,52 | 3534,30 | 3541,08 | 3547,86 | 3554,64 | 3561,42 | 3568,20 | 3574,98 | 3581,76 | 3588,54 | 3595,32 | 3602,10 | 3608,88 | 3615,66 | 3622,44 | 3629,22 | 3636,00 | 3642,78 | 3649,56 | 3656,34 | 3663,12 | 3669,90 | 3676,68 | 3683,46 | 3690,24 | 3697,02 | 3703,80 | 3710,58 | 3717,36 | 3724,14 | 3730,92 | 3737,70 | 3744,48 | 3751,26 | 3758,04 | 3764,82 | 3771,60 | 3778,38 | 3785,16 | 3791,94 | 3798,72 | 3805,50 | 3812,28 | 3819,06 | 3825,84 | 3832,62 | 3839,40 | 3846,18 | 3852,96 | 3859,74 | 3866,52 | 3873,30 | 3880,08 | 3886,86 | 3893,64 | 3900,42 | 3907,20 | 3913,98 | 3920,76 | 3927,54 | 3934,32 | 3941,10 | 3947,88 | 3954,66 | 3961,44 | 3968,22 | 3975,00 | 3981,78 | 3988,56 | 3995,34 | 4002,12 | 4008,90 | 4015,68 | 4022,46 | 4029,24 | 4036,02 | 4042,80 | 4049,58 | 4056,36 | 4063,14 | 4069,92 | 4076,70 | 4083,48 | 4090,26 | 4097,04 | 4103,82 | 4110,60 | 4117,38 | 4124,16 | 4130,94 | 4137,72 | 4144,50 | 4151,28 | 4158,06 | 4164,84 | 4171,62 | 4178,40 | 4185,18 | 4191,96 | 4198,74 | 4205,52 | 4212,30 | 4219,08 | 4225,86 | 4232,64 | 4239,42 | 4246,20 | 4252,98 | 4259,76 | 4266,54 | 4273,32 | 4280,10 | 4286,88 | 4293,66 | 4300,44 | 4307,22 | 4314,00 | 4320,78 | 4327,56 | 4334,34 | 4341,12 | 4347,90 | 4354,68 | 4361,46 | 4368,24 | 4375,02 | 4381,80 | 4388,58 | 4395,36 | 4402,14 | 4408,92 | 4415,70 | 4422,48 | 4429,26 | 4436,04 | 4442,82 | 4449,60 | 4456,38 | 4463,16 | 4469,94 | 4476,72 | 4483,50 | 4490,28 | 4497,06 | 4503,84 | 4510,62 | 4517,40 | 4524,18 | 4530,96 | 4537,74 | 4544,52 | 4551,30 | 4558,08 | 4564,86 | 4571,64 | 4578,42 | 4585,20 | 4591,98 | 4598,76 | 4605,54 | 4612,32 | 4619,10 | 4625,88 | 4632,66 | 4639,44 | 4646,22 | 4653,00 | 4659,78 | 4666,56 | 4673,34 | 4680,12 | 4686,90 | 4693,68 | 4700,46 | 4707,24 | 4714,02 | 4720,80 | 4727,58 | 4734,36 | 4741,14 | 4747,92 | 4754,70 | 4761,48 | 4768,26 | 4775,04 | 4781,82 | 4788,60 | 4795,38 | 4802,16 | 4808,94 | 4815,72 | 4822,50 | 4829,28 | 4836,06 | 4842,84 | 4849,62 | 4856,40 | 4863,18 | 4869,96 | 4876,74 | 4883,52 | 4890,30 | 4897,08 | 4903,86 | 4910,64 | 4917,42 | 4924,20 | 4930,98 | 4937,76 | 4944,54 | 4951,32 | 4958,10 | 4964,88 | 4971,66 | 4978,44 | 4985,22 | 4992,00 | 4998,78 | 5005,56 | 5012,34 | 5019,12 | 5025,90 | 5032,68 | 5039,46 | 5046,24 | 5053,02 | 5059,80 | 5066,58 | 5073,36 | 5080,14 | 5086,92 | 5093,70 | 5100,48 | 5107,26 | 5114,04 | 5120,82 | 5127,60 | 5134,38 | 5141,16 | 5147,94 | 5154,72 | 5161,50 | 5168,28 | 5175,06 | 5181,84 | 5188,62 | 5195,40 | 5202,18 | 5208,96 | 5215,74 | 5222,52 | 5229,30 | 5236,08 | 5242,86 | 5249,64 | 5256,42 | 5263,20 | 5270,00 | 5276,80 | 5283,60 | 5290,40 | 5297,20 | 5304,00 | 5310,80 | 5317,60 | 5324,40 | 5331,20 | 5338,00 | 5344,80 | 5351,60 | 5358,40 | 5365,20 | 5372,00 | 5378,80 | 5385,60 | 5392,40 | 5399,20 | 5406,00 | 5412,80 | 5419,60 | 5426,40 | 5433,20 | 5440,00 | 5446,80 | 5453,60 | 5460,40 | 5467,20 | 5474,00 | 5480,80 | 5487,60 | 5494,40 | 5501,20 | 5508,00 | 5514,80 | 5521,60 | 5528,40 | 5535,20 | 5542,00 | 5548,80 | 5555,60 | 5562,40 | 5569,20 | 5576,00 | 5582,80 | 5589,60 | 5596,40 | 5603,20 | 5610,00 | 5616,80 | 5623,60 | 5630,40 | 5637,20 | 5644,00 | 5650,80 | 5657,60 | 5664,40 | 5671,20 | 5678,00 | 5684,80 | 5691,60 | 5698,40 | 5705,20 | 5712,00 | 5718,80 | 5725,60 | 5732,40 | 5739,20 | 5746,00 | 5752,80 | 5759,60 | 5766,40 | 5773,20 | 5780,00 | 5786,80 | 5793,60 | 5800,40 | 5807,20 | 5814,00 | 5820,80 | 5827,60 | 5834,40 | 5841,20 | 5848,00 | 5854,80 | 5861,60 | 5868,40 | 5875,20 | 5882,00 | 5888,80 | 5895,60 | 5902,40 | 5909,20 | 5916,00 | 5922,80 | 5929,60 | 5936,40 | 5943,20 | 5950,00 | 5956,80 | 5963,60 | 5970,40 | 5977,20 | 5984,00 | 5990,80 |

|                        |       |       |       |       |       |        |       |        |        |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|
| NUMERO                 | T50   | T51   | T51   | T52   | T53   | T54    | T55   | T56    | T56    | T57   |
| TIPO                   | TBM±0 | ATM±0 | ATM±0 | SM±0  | SM±0  | AM±0   | AM±0  | ABEM+6 | ABEM+6 | AEM+6 |
| VANO REAL(m)           | 94.6  |       | 56.9  | 74.3  | 60.4  | 213.3  | 102.7 |        | 122.2  |       |
| PROGRESIVA(m)          | 0.0   | 93.8  | 93.8  | 149.6 | 223.2 | 282.0  | 483.1 | 595.3  | 595.3  | 716.3 |
| VANO VENTIL(m)         | 47.3  | 75.8  | 75.8  | 85.6  | 67.4  | 137.0  | 158.2 | 112.5  | 112.5  | 81.2  |
| VANO PESO(m)           | -24.4 | 26.6  | 26.6  | 112.2 | 1.8   | 440.1  | 66.8  | 155.0  | 155.0  | -53.1 |
| PARAMETRO CATEDRATA(m) | 578.2 |       | 578.2 | 580.2 | 578.2 | 1141.0 | 722.6 |        | 810.8  |       |
| VANO EQUIVALENTE(m)    | 75.4  |       | 75.4  | 75.4  | 75.4  | 211.1  | 102.2 |        | 121.0  |       |



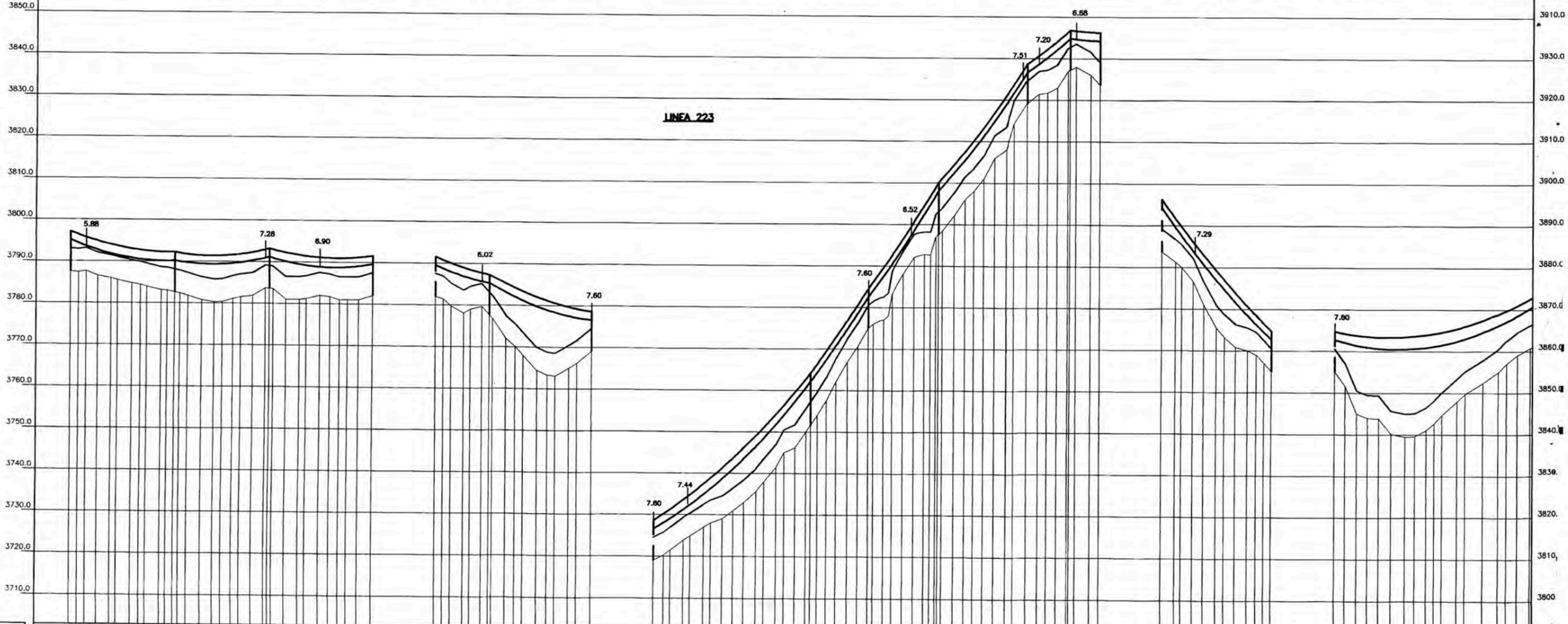
|                        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| ESTACION               | V50     |         | V50     | V51     |         | V51     | V52     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |
| DISTANCIA(m)           | 93.8    |         | 55.7    | 73.7    | 58.7    | 211.1   | 102.2   | 121.0   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |
| DISTANCIA ACUMULADA(m) | 0.00    | 7.47    | 15.27   | 22.75   | 38.55   | 47.87   | 55.98   | 66.79   | 76.40   | 86.84   | 93.84   | 93.84   | 105.41  | 116.89  | 128.37  | 138.24  | 149.55  | 156.09  | 168.83  | 175.15  | 186.96  | 197.57  | 207.00  | 216.39  | 223.74  | 227.88  | 247.75  | 258.47  | 268.31  | 281.99  | 295.80  | 304.96  | 315.12  | 326.11  | 337.73  | 347.70  | 357.84  | 365.53  | 372.59  | 382.81  | 395.45  | 407.25  | 417.09  | 426.75  | 436.83  | 445.13  | 453.54  | 466.07  | 478.81  | 485.34  | 493.12  | 503.22  | 516.42  | 524.27  | 538.31  | 547.59  | 557.43  | 567.98  | 574.36  | 586.63  | 595.30  | 595.30  | 605.89  | 619.00  | 635.04  | 649.86  | 657.23  | 663.95  | 669.92  | 675.72  | 683.29  | 689.59  | 697.76  | 716.32 |
| TIPO DE TERRENO        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |
| COTA DE TERRENO(m)     | 3917.02 | 3916.38 | 3915.38 | 3914.67 | 3914.72 | 3916.23 | 3917.97 | 3919.53 | 3923.13 | 3926.56 | 3928.70 | 3928.70 | 3931.83 | 3932.33 | 3934.00 | 3937.90 | 3939.00 | 3939.00 | 3940.26 | 3942.70 | 3944.00 | 3946.95 | 3948.00 | 3948.13 | 3950.00 | 3953.00 | 3956.00 | 3959.00 | 3961.34 | 3963.33 | 3965.15 | 3965.87 | 3967.88 | 3942.00 | 3937.37 | 3934.00 | 3931.86 | 3930.15 | 3928.59 | 3925.84 | 3925.52 | 3923.42 | 3920.39 | 3932.00 | 3931.39 | 3931.16 | 3931.46 | 3932.24 | 3932.52 | 3932.23 | 3933.27 | 3933.00 | 3931.60 | 3925.00 | 3924.00 | 3921.63 | 3918.93 | 3916.50 | 3916.00 | 3914.97 | 3914.73 | 3914.73 | 3914.00 | 3913.84 | 3910.00 | 3907.62 | 3906.76 | 3903.37 | 3903.72 | 3903.75 | 3903.75 | 3893.37 | 3897.71 |        |
| COTA DE ESTRUCTURAS(m) | 3917.02 | 3916.38 | 3915.38 | 3914.67 | 3914.72 | 3916.23 | 3917.97 | 3919.53 | 3923.13 | 3926.56 | 3928.70 | 3928.70 | 3931.83 | 3932.33 | 3934.00 | 3937.90 | 3939.00 | 3939.00 | 3940.26 | 3942.70 | 3944.00 | 3946.95 | 3948.00 | 3948.13 | 3950.00 | 3953.00 | 3956.00 | 3959.00 | 3961.34 | 3963.33 | 3965.15 | 3965.87 | 3967.88 | 3942.00 | 3937.37 | 3934.00 | 3931.86 | 3930.15 | 3928.59 | 3925.84 | 3925.52 | 3923.42 | 3920.39 | 3932.00 | 3931.39 | 3931.16 | 3931.46 | 3932.24 | 3932.52 | 3932.23 | 3933.27 | 3933.00 | 3931.60 | 3925.00 | 3924.00 | 3921.63 | 3918.93 | 3916.50 | 3916.00 | 3914.97 | 3914.73 | 3914.73 | 3914.00 | 3913.84 | 3910.00 | 3907.62 | 3906.76 | 3903.37 | 3903.72 | 3903.75 | 3903.75 | 3893.37 | 3897.71 |        |



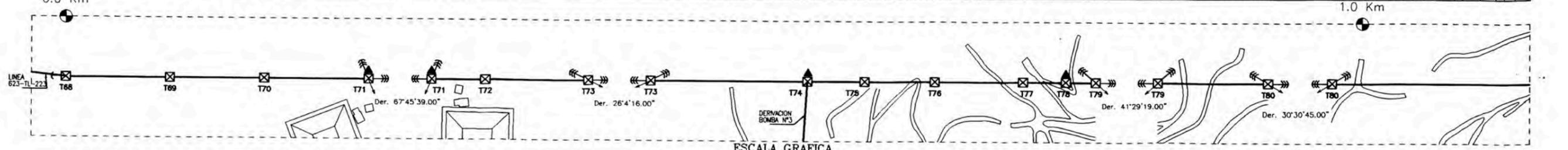




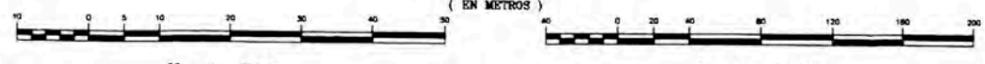
| NUMERO                 | T68  |       | T69   |       | T70   |       | T71   |        | T72   |       | T73   |       | T74   |       | T75   |       | T76   |       | T77   |       | T78   |       | T79   |       | T80   |       | T80   |       |
|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TIPO                   | DM±0 | SM±0  | SM±0  | SM±0  | A2M±0 | A2M±0 | A2M±0 | A2M±0  | SM±0  | SM±0  | A2M±0 | A2M±0 | DM+3  | SM±0  | SM+3  | SM±0  | SM±0  | A2M+3 | A2M+3 | A2M+3 | A2M+3 | SM±0  | SM±0  | A2M+3 | A2M+3 | A2M±0 | A2M±0 |       |
| VANO REAL(m)           |      |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PROGRESIVA(m)          | 0.0  | 99.8  | 99.6  | 90.6  | 99.4  | 51.8  | 98.7  | 154.2  | 58.3  | 644.2 | 71.4  | 89.5  | 42.3  | 28.3  | 110.1 | 199.7 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| VANO VIENTO(m)         | 49.9 | 95.2  | 95.1  | 190.2 | 75.7  | 75.7  | 75.3  | 126.5  | 106.3 | 84.8  | 80.3  | 710.9 | 795.7 | 837.2 | 865.4 | 865.4 | 865.4 | 865.4 | 865.4 | 865.4 | 865.4 | 865.4 | 865.4 | 865.4 | 865.4 | 865.4 | 865.4 | 865.4 |
| VANO PESO(m)           | 98.2 | 38.1  | 119.7 | 88.2  | 141.2 | 141.2 | 80.8  | -194.1 | -25.7 | 53.1  | 184.8 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 | 811.1 |       |
| PARAMETRO CATENARIA(m) |      | 982.2 |       | 811.1 |       | 982.2 |       | 982.2  |       | 982.2 |       | 982.2 |       | 982.2 |       | 982.2 |       | 982.2 |       | 982.2 |       | 982.2 |       | 982.2 |       | 982.2 |       | 982.2 |
| VANO EQUIVALENTE(m)    |      | 119.9 |       | 119.9 |       | 119.9 |       | 119.9  |       | 119.9 |       | 119.9 |       | 119.9 |       | 119.9 |       | 119.9 |       | 119.9 |       | 119.9 |       | 119.9 |       | 119.9 |       | 119.9 |



| ESTACION               | V67     |         | V68     |         | V68     |         | V69     |         | V69     |         | V70     |         | V70     |         | V71     |         | V71     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| DISTANCIA (m)          |         | 99.6    |         | 90.6    |         | 99.4    |         | 51.7    |         | 98.3    |         | 150.0   |         | 54.6    |         | 66.6    |         | 84.8    |         | 41.5    |         | 28.3    |         | 105.4   |         | 199.5   |         |         |
| DISTANCIA ACUMULADA(m) | 0.00    | 7.58    | 15.16   | 25.99   | 33.72   | 44.76   | 58.45   | 75.46   | 86.32   | 104.52  | 112.32  | 125.53  | 137.88  | 145.92  | 155.36  | 163.16  | 174.64  | 186.74  | 194.67  | 205.83  | 215.69  | 225.09  | 238.55  | 248.07  | 257.44  | 265.24  | 273.87  | 289.66  |
| TIPO DE TERRENO        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| COTA DE TERRENO(m)     | 3787.52 | 3787.32 | 3787.63 | 3786.54 | 3785.88 | 3785.47 | 3784.75 | 3783.98 | 3783.15 | 3782.32 | 3781.52 | 3780.78 | 3780.26 | 3780.36 | 3781.07 | 3781.55 | 3781.81 | 3782.00 | 3782.00 | 3781.00 | 3781.00 | 3781.18 | 3782.00 | 3782.00 | 3781.66 | 3781.01 | 3781.00 | 3782.00 |
| COTA DE ESTRUCTURAS(m) | 3787.52 | 3787.32 | 3787.63 | 3786.54 | 3785.88 | 3785.47 | 3784.75 | 3783.98 | 3783.15 | 3782.32 | 3781.52 | 3780.78 | 3780.26 | 3780.36 | 3781.07 | 3781.55 | 3781.81 | 3782.00 | 3782.00 | 3781.00 | 3781.00 | 3781.18 | 3782.00 | 3782.00 | 3781.66 | 3781.01 | 3781.00 | 3782.00 |



ESTRUCTURA METALICA CON DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES



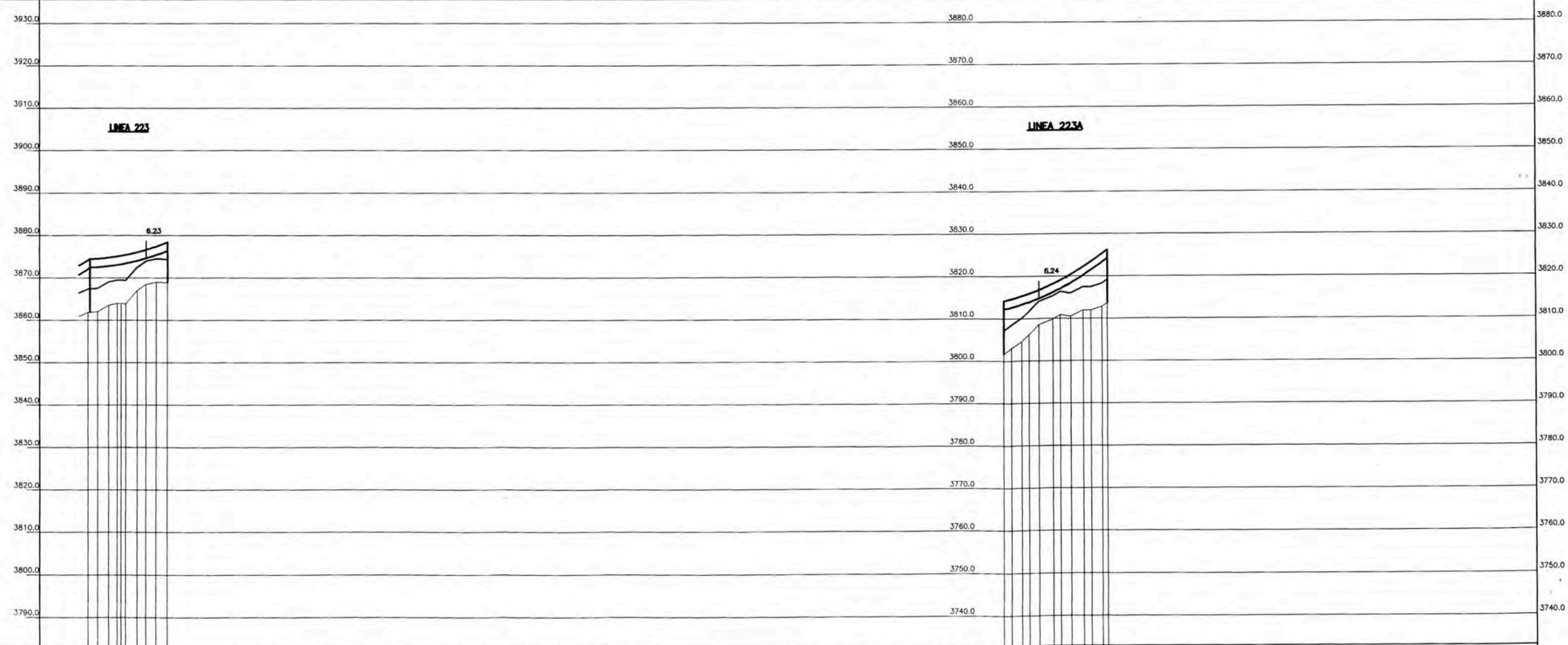
V 1 : 500 H 1 : 2000

ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CERRO CORONADO

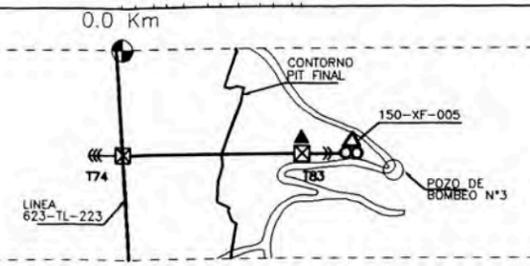
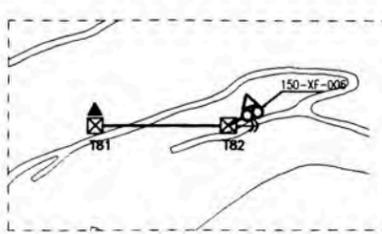
**LINEAS DISTRIBUCION MT**  
**LINEAS 223/223A**  
**PERFIL 1 DE 2**

|                 |                 |               |
|-----------------|-----------------|---------------|
| ESCALA INDICADA | NUMERO PROYECTO | NUMERO DIBUJO |
|                 |                 | 13            |

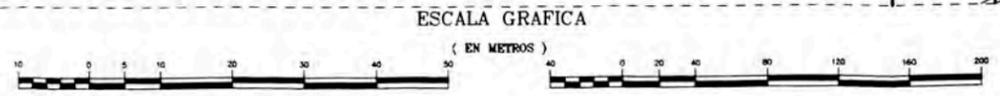
|                        |        |        |       |       |
|------------------------|--------|--------|-------|-------|
| NUMERO                 | T81    | T82    | T74   | T83   |
| TIPO                   | SM+3   | AIM±0  | DM+3  | AIM+3 |
| VANO REAL(m)           |        | 74.5   |       | 100.7 |
| PROGRESIVA(m)          | 1170.3 | 1244.7 | 0.0   | 100.0 |
| VANO VIENTO(m)         | 137.3  | 37.2   | 50.4  | 50.4  |
| VANO PESO(m)           | 142.2  | 80.6   | -35.1 | 135.9 |
| PARAMETRO CATENARIA(m) |        | 811.1  |       | 710.4 |
| VANO EQUIVALENTE(m)    |        | 119.9  |       | 100.0 |



|                        |   |   |
|------------------------|---|---|
| ESTACION               |   |   |
| DISTANCIA (m)          | 74.4  | 100.0   |
| DISTANCIA ACUMULADA(m) | 1170.35<br>1177.85<br>1188.01<br>1204.42<br>1215.63<br>1224.08<br>1233.94<br>1244.71            | 0.00<br>7.74<br>17.80<br>24.87<br>34.50<br>47.95<br>55.12<br>65.30<br>77.18<br>84.98<br>100.00                        |
| TIPO DE TERRENO        |   |   |
| COTA DE TERRENO(m)     | 3861.88<br>3862.06<br>3863.54<br>3865.97<br>3868.86<br>3867.00<br>3866.43<br>3866.00<br>3866.85 | 3801.65<br>3803.00<br>3804.55<br>3806.22<br>3808.55<br>3809.81<br>3810.80<br>3810.47<br>3811.04<br>3811.97<br>3813.86 |
| COTA DE ESTRUCTURAS(m) |   |   |



ESTRUCTURA METALICA CON DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES

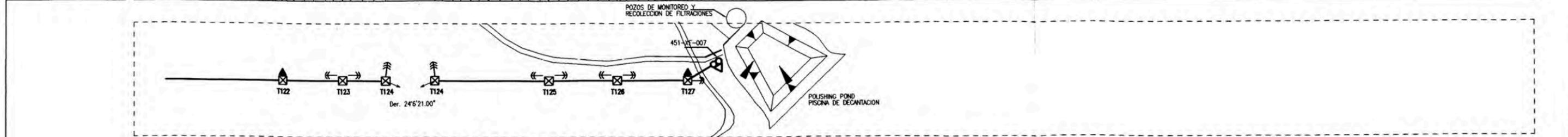




|                        |        |        |        |        |        |        |        |      |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| NUMERO                 | 1122   | 1123   | 1124   | 1124   | 1120   | 1120   | 1120   | 1127 |
| TIPO                   | SW+3   | AME0   | ATM+0  | ATM+0  | AM+3   | AME0   | AME0   | AME0 |
| VANO REAL(m)           | 142.0  | 82.6   | 50.0   | 132.2  | 75.8   | 78.5   | 1785.9 |      |
| PROGRESIVA(m)          | 1421.3 | 1483.6 | 1527.9 | 1527.9 | 1644.2 | 1714.2 | 1785.9 |      |
| VANO VIENTO(m)         | 102.4  | 56.3   | 91.2   | 91.2   | 104.0  | 77.1   | 39.3   |      |
| VANO PESO(m)           | 173.6  | 342.1  | 104.8  | 104.8  | -78.1  | 99.4   | -192.1 |      |
| PARAMETRO CATENARIA(m) | 888.9  | 888.9  | 722.5  | 722.5  | 514.3  | 517.9  |        |      |
| VANO EQUIVALENTE(m)    | 139.9  | 139.9  | 101.7  | 101.7  | 70.0   | 71.7   |        |      |



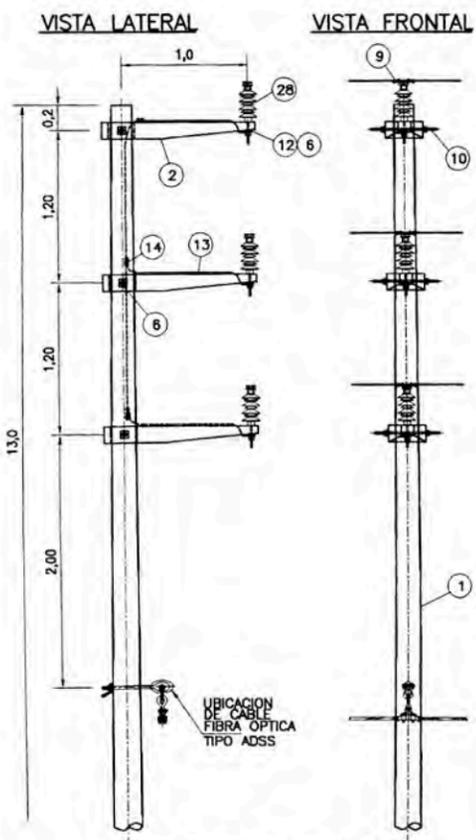
|                        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ESTACION               | V67     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | V67     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| DISTANCIA (m)          | 142.0   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 82.2    | 44.3    | 116.3   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 70.0    | 71.7    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| DISTANCIA ACUMULADA(m) | 1300.00 | 1306.43 | 1327.83 | 1335.60 | 1342.88 | 1353.66 | 1364.90 | 1374.55 | 1387.80 | 1406.13 | 1414.06 | 1428.00 | 1433.52 | 1444.17 | 1453.73 | 1466.23 | 1474.58 | 1483.75 | 1492.53 | 1504.54 | 1515.97 | 1527.92 | 1527.92 | 1535.85 | 1546.64 | 1554.89 | 1564.86 | 1573.16 | 1582.87 | 1594.54 | 1608.44 | 1614.73 | 1623.24 | 1630.30 | 1644.22 | 1654.53 | 1663.73 | 1674.88 | 1684.96 | 1695.08 | 1706.13 | 1714.22 | 1714.22 | 1723.77 | 1736.03 | 1745.13 | 1752.83 | 1763.40 | 1770.06 | 1785.92 |
| TIPO DE TERRENO        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| COTA DE TERRENO(m)     | 3797.10 | 3796.09 | 3795.35 | 3795.45 | 3794.00 | 3792.00 | 3792.18 | 3792.07 | 3792.80 | 3794.27 | 3794.85 | 3794.73 | 3795.70 | 3796.84 | 3796.04 | 3793.76 | 3790.65 | 3791.37 | 3792.00 | 3776.00 | 3771.88 | 3768.77 | 3768.77 | 3762.00 | 3752.00 | 3746.00 | 3740.00 | 3733.00 | 3728.87 | 3728.00 | 3716.00 | 3710.00 | 3708.29 | 3705.63 | 3703.14 | 3702.39 | 3698.00 | 3694.00 | 3686.37 | 3684.56 | 3681.42 | 3680.00 | 3678.87 | 3672.80 | 3667.00 | 3663.00 | 3660.00 | 3654.36 | 3645.00 |         |
| COTA DE ESTRUCTURAS(m) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |



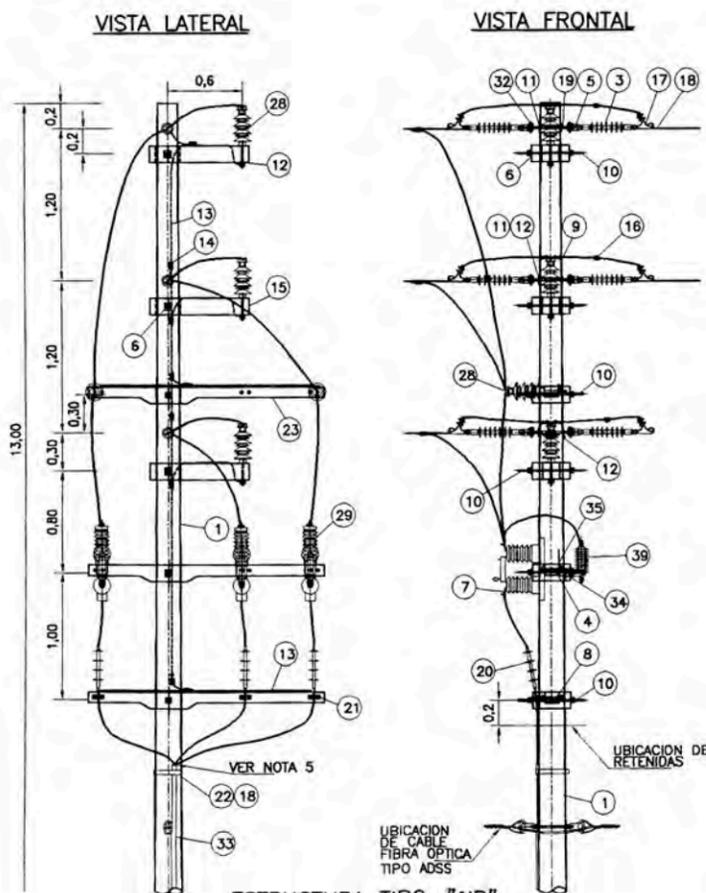
ESTRUCTURA METALICA CON DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES

ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CERRO CORONA  
**LINEAS DISTRIBUCION MT**  
**LINEA 230**  
**PERFIL 2 DE 2**

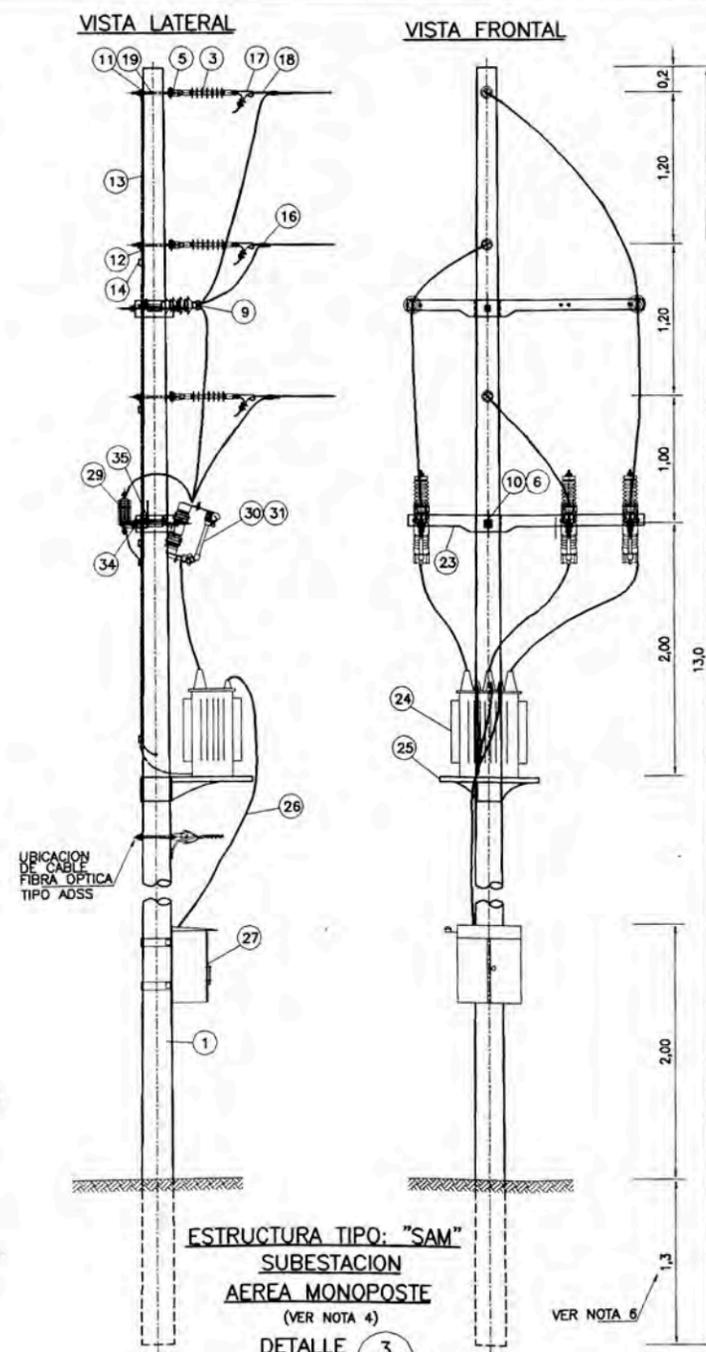
|          |                 |               |      |
|----------|-----------------|---------------|------|
| ESCALA   | NUMERO PROYECTO | NUMERO DIBUJO | REV. |
| INDICADA |                 | 16            |      |



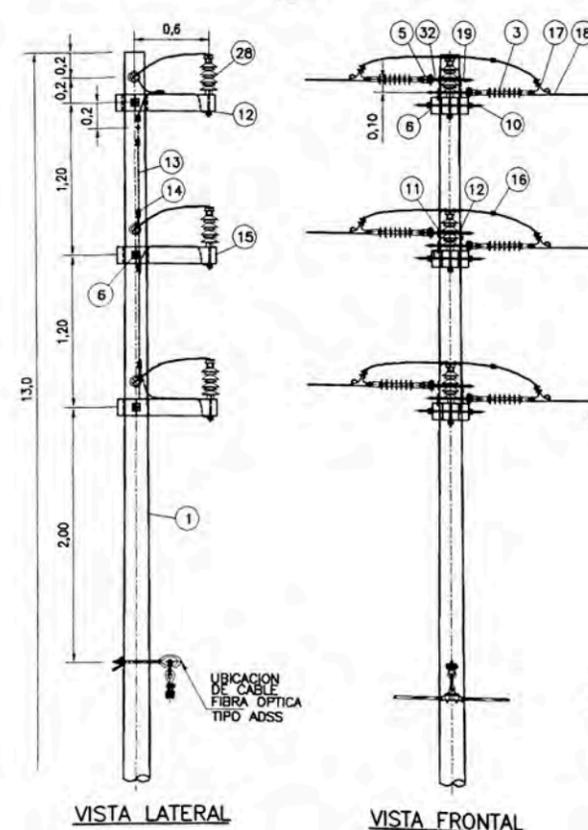
**ESTRUCTURA TIPO: "S"**  
SUSPENSION VERTICAL  
0°-5°. TRIFASICO  
DETALLE 1



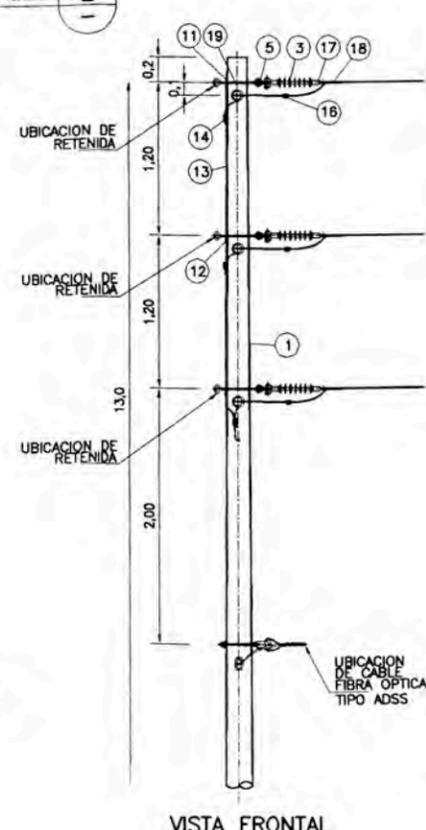
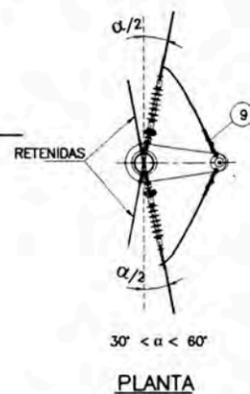
**ESTRUCTURA TIPO: "AIB"**  
ANCLAJE INTERMEDIO CON BAJADA  
DE CABLE. TRIFASICO  
DETALLE 2



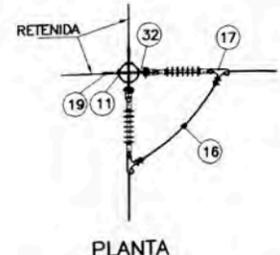
**ESTRUCTURA TIPO: "SAM"**  
SUBESTACION  
AEREA MONOPOSTE  
(VER NOTA 4)  
DETALLE 3



**ESTRUCTURA TIPO: "A2"**  
ANGULO VERTICAL,  
30°-60°. TRIFASICO  
DETALLE 4



**ESTRUCTURA TIPO: "A3"**  
ANGULO VERTICAL,  
60°-90°. TRIFASICO  
DETALLE 5

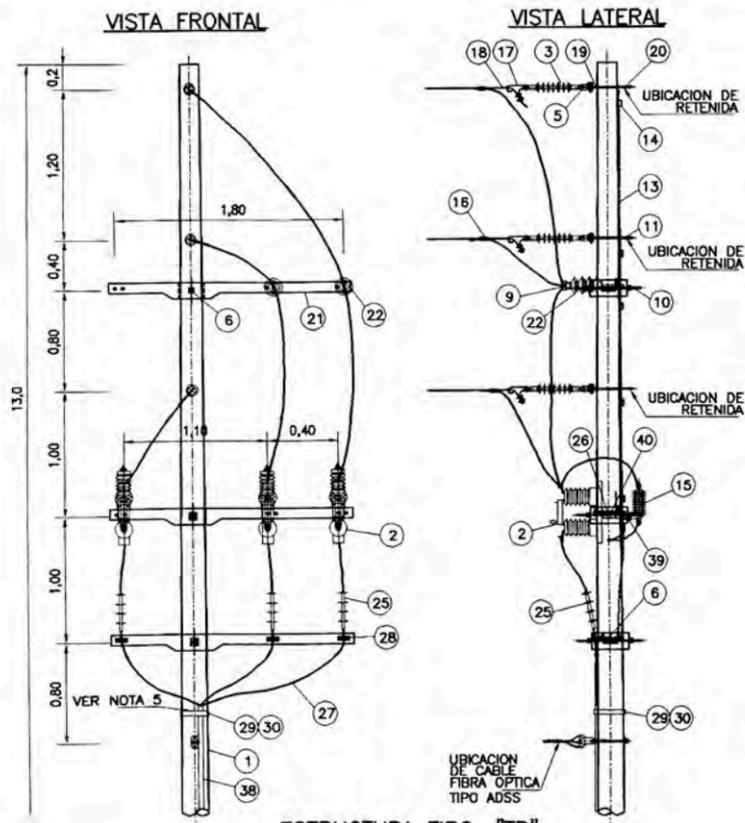


**LEYENDA**

| N° | DESCRIPCION   | CANTIDADES      |     |    |      |     |
|----|---|-----------------|-----|----|------|-----|
|    |   | TIPO ESTRUCTURA |     |    |      |     |
|    |   | S               | A2  | A3 | AIB  | SAM |
| 1  | POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO 13m/400kg   | 1               | 1   | 1  | 1    | 1   |
| 2  | MENSULA DE CONCRETO DE M/1.0/250  | 3               | -   | -  | -    | -   |
| 3  | AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION (HORQUILLA-OJO) 36kV, DISTANCIA DE FUGA 650mm, LONGITUD TOTAL APROX. 635mm CFO NEGATIVO 360kV, CFO POSITIVO 325kV | -               | 8   | 6  | 6    | 3   |
| 4  | PERNO MAQUINADO DE A'G', 18mmx150mm CON TUERCA Y CONTRATUERCA   | -               | -   | -  | 3    | 3   |
| 5  | ADAPTADOR HORQUILLA OJAL 90°-CLASE IEC 210  | -               | 6   | 6  | 6    | 3   |
| 6  | ARANDELA CUADRADA PLANA DE A'G', 57x57x5mm, 18mm# DE AGUJERO  | 9               | 9   | -  | 26   | 9   |
| 7  | SECCIONADOR UNIPOLAR AEREO 24kV   | -               | -   | -  | 3    | -   |
| 8  | PERNO MAQUINADO DE A'G', 16mmx150mm CON TUERCA Y CONTRATUERCA   | -               | -   | -  | 6    | -   |
| 9  | ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 16mm <sup>2</sup>  | 7,5             | 7,5 | -  | 12,5 | 5   |
| 10 | PERNO DOBLE ARMADO DE A'G', 16mm# x 508mm LONGITUD, 4 TUERCAS   | 3               | 3   | -  | 7    | 2   |
| 11 | ARANDELA CUADRADA CURVA DE A'G', 57x57x5mm, 18mm# DE AGUJERO  | -               | 6   | 12 | 3    | 6   |
| 12 | PLANCHA DE COBRE TIPO "J" PARA PERNO DE 16mm#   | 3               | 6   | 6  | 11   | 6   |
| 13 | CONDUCTOR DE Cu, DESNUDO, 7 HILOS, TEMPLE BLANDO CABLEADO DE 35 mm <sup>2</sup> PARA PUESTA A TIERRA  | 16              | 15  | 13 | 18   | 24  |
| 14 | CONECTOR DE VIAS PARALELAS PARA CONDUCTOR DE Cu 35mm <sup>2</sup>   | 2               | 3   | 3  | 8    | 6   |
| 15 | MENSULA DE CONCRETO DE M/0.6/150  | -               | 3   | -  | 3    | -   |
| 16 | CONECTOR TIPO CUÑA DE ALUMINIO PARA CONDUCTOR AAC35mm <sup>2</sup>  | -               | 3   | 3  | 3    | 3   |
| 17 | GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA PARA CONDUCTOR AAC 35mm <sup>2</sup>  | -               | 6   | 6  | 6    | 3   |
| 18 | GRAPA (HEBILLA) ACERO INOXIDABLE PARA FLEJE 19mm ANCHO  | -               | -   | -  | 3    | -   |
| 19 | PERNO OJO DE A'G', 18mmx300mm LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA   | -               | 6   | 6  | 3    | 3   |
| 20 | TERMINAL TIPO EXTERIOR 24kV TERMOCONTRABLE  | -               | -   | -  | 3    | -   |
| 21 | ABRAZADERA METALICA EN "J"  | -               | -   | -  | 3    | -   |
| 22 | FLEJE ACERO INOXIDABLE ANCHO 19mmx4 (CINTA BAND IT)   | -               | -   | -  | 3,75 | -   |
| 23 | CRUCETA ASIMETRICA C.A.V. ZA /1.8/1.2/250   | -               | -   | -  | 3    | 2   |
| 24 | TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION DE 13,8/0,40-0,23 kV HASTA 50kVA  | -               | -   | -  | -    | 1   |
| 25 | PLATAFORMA TIPO MEDIA LOZA C.A.V. 1100x600mm / 750 kg   | -               | -   | -  | -    | 1   |
| 26 | CABLE UNIPOLAR N2XY PARA FASES 3-1x...mm <sup>2</sup>   | -               | -   | -  | -    | 5   |
| 27 | TABLERO DE DISTRIBUCION DE FUERZA   | -               | -   | -  | -    | 1   |
| 28 | AISLADOR POLIMERICO TIPO LINE POST ESPARRAGO LARGO 36kV, DISTANCIA DE FUGA 650mm, DISTANCIA TOTAL APROX. 485mm  | 3               | 3   | -  | 5    | 2   |
| 29 | DESCARGADOR DE SOBRETENSION OXIDO DE ZINC 17kV MCOV, BIL 150kV, 10kA  | -               | -   | -  | 3    | 3   |
| 30 | SECCIONADOR TIPO EXPULSION CUT OUT 24kV, 150kV BIL, 100A, 10kA  | -               | -   | -  | 3    | 3   |
| 31 | FUSIBLE DE EXPULSION TIPO K   | -               | -   | -  | 3    | 3   |
| 32 | TUERCA OJO DE A'G', PARA PERNO DE 16mm#   | -               | 6   | 6  | 3    | 3   |
| 33 | TUBO DE PVC-Sch.80 4"   | -               | -   | -  | 1    | -   |
| 34 | BASE MATERIAL AISLANTE (NOTA 7)   | -               | -   | -  | 1    | 1   |
| 35 | SUJETADOR PARA DESCARGADOR DE A'G' (NOTA 7)   | -               | -   | -  | 1    | 1   |

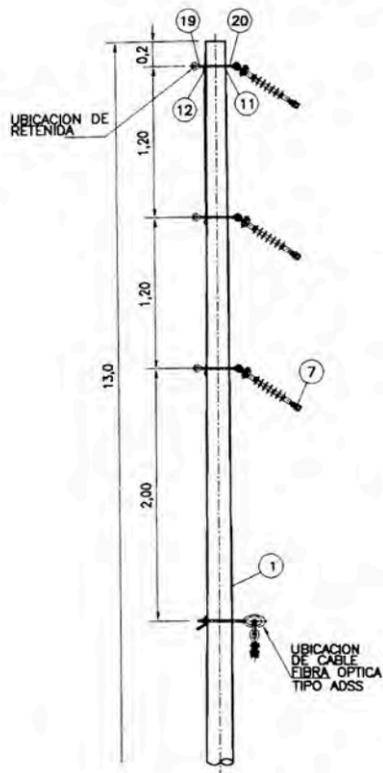
**NOTAS:**

- LA PUESTA A TIERRA DE LA SAM REQUERIRA UNA RESISTENCIA DE 10 OHMIOS Y SE PODRA UTILIZAR LA DISPOSICION PT-2-200
- LAS MEDIDAS ESTAN EN METROS
- MATERIALES: VER ESPECIFICACIONES TECNICAS
- ESTRUCTURA A USARSE HASTA UNA POTENCIA DE 50kVA
- TUBO SERA SELLADO CON SILICONA PARA EVITAR FILTRACION DE AGUA
- EL CALCULO DE FUNDACIONES SE MUESTRAN EN EL PLANO 23
- DISPOSITIVOS QUE DEBEN SER SUMINISTRADOS EN FORMA CONJUNTA CON EL DESCARGADOR PARA SU INSTALACION EN POSTE DE CONCRETO



**ESTRUCTURA TIPO: "TB"**  
**TERMINAL CON SUBIDA/BAJADA DE CABLE**  
**CON SECCIONAMIENTO, TRIFASICO**

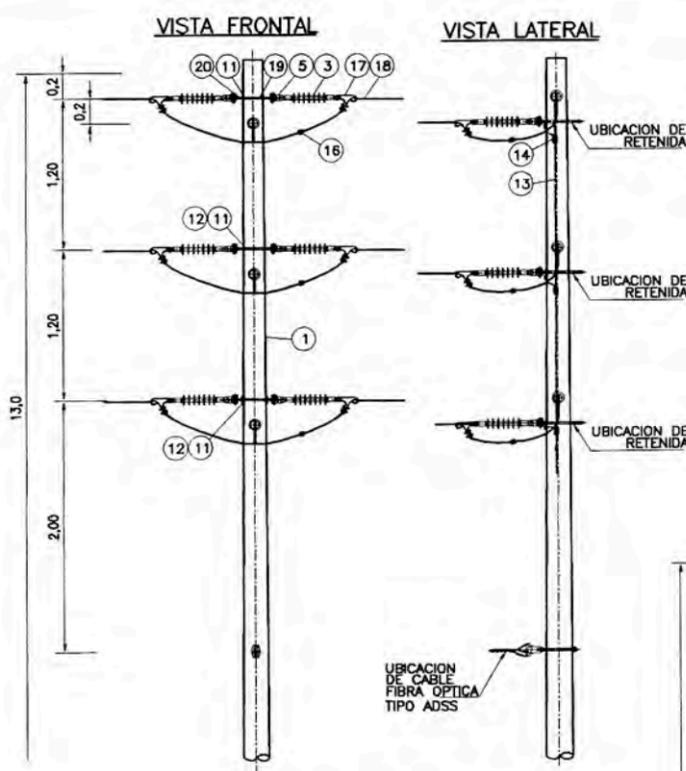
DETALLE 6



**VISTA LATERAL**

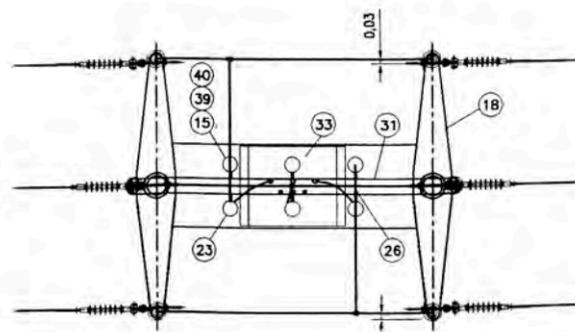
**ESTRUCTURA TIPO: "A1"**  
**SUSPENSION VERTICAL**  
**5°-30°, TRIFASICO**

DETALLE 8



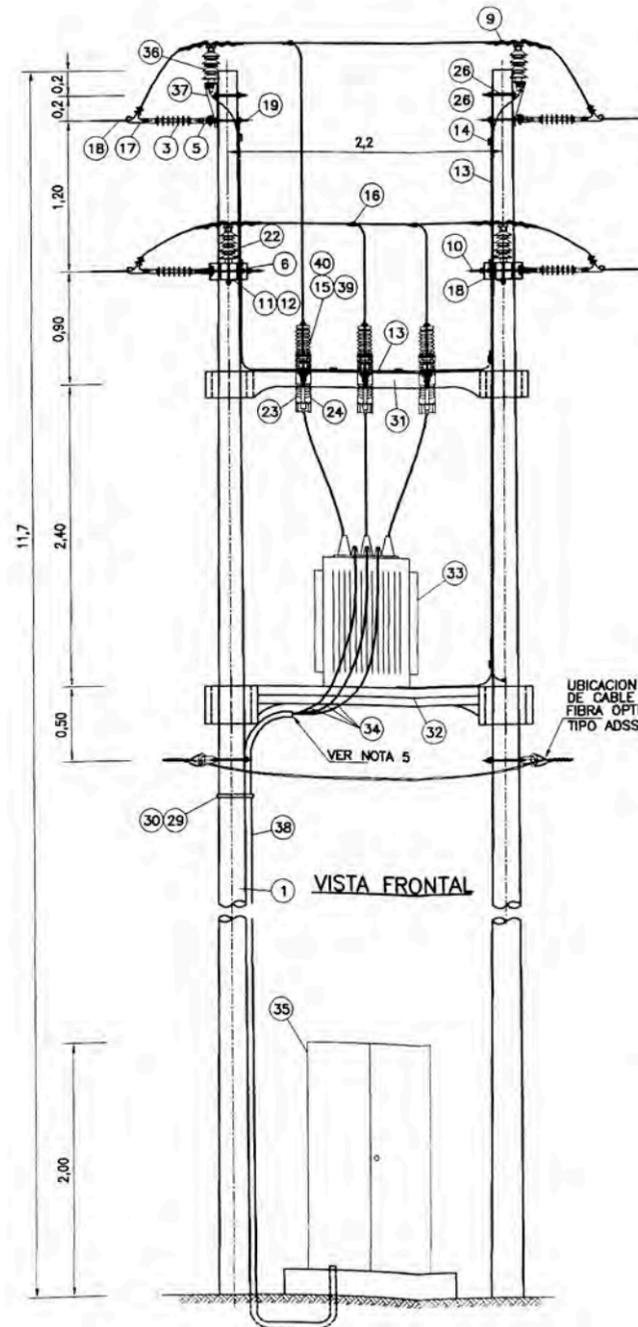
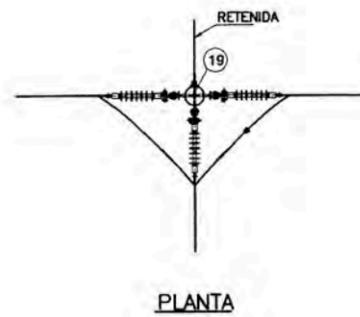
**ESTRUCTURA TIPO: "D"**  
**DERIVACION VERTICAL, TRIFASICO**

DETALLE 7



**ESTRUCTURA TIPO: "SAB"**  
**SUBESTACION**  
**AEREA BIPOSTE**  
**(VER NOTA 4)**

DETALLE 9

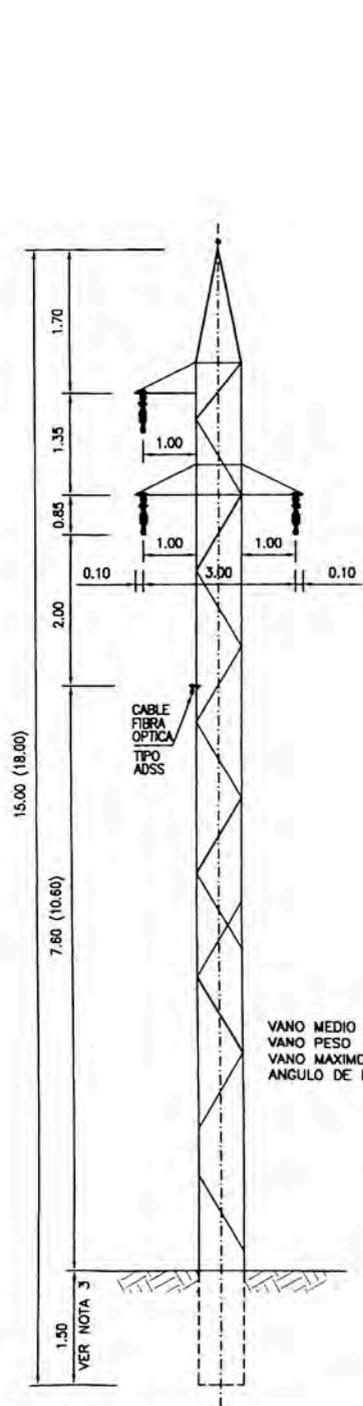


**LEYENDA**

| N° | DESCRIPCION  | CANTIDADES |    |      |      |
|----|--|------------|----|------|------|
|    |  | A1         | D  | TB   | SAB  |
| 1  | POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO 13m/400kg  | 1          | 1  | 1    | 2    |
| 2  | SECCIONADOR UNIPOLAR AEREO 24kV  | -          | -  | 3    | -    |
| 3  | AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION (HORQUILLA-OJO) 36kV DISTANCIA DE FUGA 650mm, LONGITUD TOTAL APROX. 635mm CFO NEGATIVO 360kV, CFO POSITIVO 325kV | 3          | -  | 3    | 6    |
| 4  | PERNO MAQUINADO DE A'G', 16mmx150mm LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA  | -          | -  | 6    | -    |
| 5  | ADAPTADOR HORQUILLA OJAL 90°-CLASE IEC 120   | 3          | 9  | 3    | 6    |
| 6  | ARANDELA CUADRADA PLANA DE A'G', 57x57x5mm, 18mm# DE AGUJERO   | -          | -  | 17   | 15   |
| 7  | GRAPA DE SUSPENSION PARA CONDUCTOR AAAC 35mm2  | 3          | -  | -    | -    |
| 8  | VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE PARA CONDUCTOR 35mm2  | 3          | -  | -    | -    |
| 9  | ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO 16mm2  | 7,5        | -  | 5    | 15   |
| 10 | PERNO DOBLE ARMADO DE A'G', 16mm# x 508mm LONGITUD, 4 TUERCAS  | -          | -  | 3    | 2    |
| 11 | ARANDELA CUADRADA CURVA DE A'G', 57x57x5mm, 18mm# DE AGUJERO   | 6          | 9  | 6    | 8    |
| 12 | PLANCHA DE COBRE TIPO "J" PARA PERNO DE 16mm#  | 3          | 6  | 11   | 16   |
| 13 | CONDUCTOR DE Cu, DESNUDO, 7 HILOS, TEMPLE BLANDO CABLEADO DE 35 mm2 PARA PUESTA A TIERRA   | 13         | 13 | 28   | 27   |
| 14 | CONECTOR DE VIAS PARALELAS PARA CONDUCTOR DE Cu 35mm2  | -          | 3  | 6    | 8    |
| 15 | DESCARGADOR DE SOBRETENSION OXIDO DE ZINC 17kV MCOV, BIL 150kV, 10kA   | -          | 3  | 3    | -    |
| 16 | CONECTOR TIPO CUÑA DE ALUMINIO PARA CONDUCTOR AAAC 35mm2   | -          | 3  | 3    | 3    |
| 17 | GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA PARA CONDUCTOR AAAC 35mm2  | -          | 9  | 3    | 6    |
| 18 | CRUCETA DE CONCRETO C.A.V. Z/2,0/500   | -          | -  | -    | 2    |
| 19 | PERNO OJO DE A'G', 16mm#x250mm LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA   | 3          | 6  | 3    | 6    |
| 20 | TUERCA OJO DE A'G' PARA PERNO DE 16mm#   | 3          | 6  | 3    | -    |
| 21 | CRUCETA ASIMETRICA C.A.V. ZA /1,8/1,2/250  | -          | -  | 3    | -    |
| 22 | AISLADOR POLIMERICO TIPO LINE POST ESPARRAGO LARGO 36kV, DISTANCIA DE FUGA 650mm, DISTANCIA TOTAL APROX. 485mm                                       | -          | -  | 2    | 4    |
| 23 | SECCIONADOR TIPO EXPULSION CUT OUT 24kV, 150kV BIL, 100A, 10kA   | -          | -  | -    | 3    |
| 24 | FUSIBLE DE EXPULSION TIPO K  | -          | -  | -    | 3    |
| 25 | TERMINAL TIPO EXTERIOR 24kV TERMOCONTRAIBLE  | -          | -  | 3    | -    |
| 26 | PERNO MAQUINADO DE A'G' 16mm#x250mm CON TUERCA Y CONTRATUERCA  | -          | -  | 3    | 7    |
| 27 | CABLE UNIPOLAR N2XY 12/20kV  | -          | -  | 10   | -    |
| 28 | ABRAZADERA METALICA EN "U"   | -          | -  | 3    | -    |
| 29 | FLEJE ACERO INOXIDABLE ANCHO 19mmx4 (CINTA BAND IT)  | -          | -  | 3,75 | 3,75 |
| 30 | GRAPA (HEBILLA) ACERO INOXIDABLE PARA FLEJE 19mm ANCHO   | -          | -  | 3    | 3    |
| 31 | PALOMILLA DE CONCRETO 60kg - 2,2mm ENTRE FASES   | -          | -  | -    | 1    |
| 32 | PLATAFORMA SOPORTE C.A.V. 1100x800mm / 750kg   | -          | -  | -    | 2    |
| 33 | TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION DE 13,8/0,40-0,23 kV DESDE 75kVA HASTA 300kVA.   | -          | -  | -    | 1    |
| 34 | CABLE UNIPOLAR N2XY PARA FASES B.T. 3-1x...mm2   | -          | -  | -    | 11   |
| 35 | TABLERO DE DISTRIBUCION DE FUERZA  | -          | -  | -    | 1    |
| 36 | AISLADOR POLIMERICO TIPO LINE POST ESPARRAGO CORTO 36kV, DISTANCIA DE FUGA 650mm, DISTANCIA TOTAL APROX. 375mm                                       | -          | -  | -    | 2    |
| 37 | BRAQUETE DE ACERO PARA CABEZA DE POSTE   | -          | -  | -    | 2    |
| 38 | TUBO DE PVC-Sch.80 4"φ   | -          | -  | 1    | 1    |
| 39 | BASE MATERIAL AISLANTE (NOTA 6)  | -          | -  | 1    | 1    |
| 40 | SUJETADOR PARA DESCARGADOR DE A'G' (NOTA 6)  | -          | -  | 1    | 1    |

**NOTAS:**

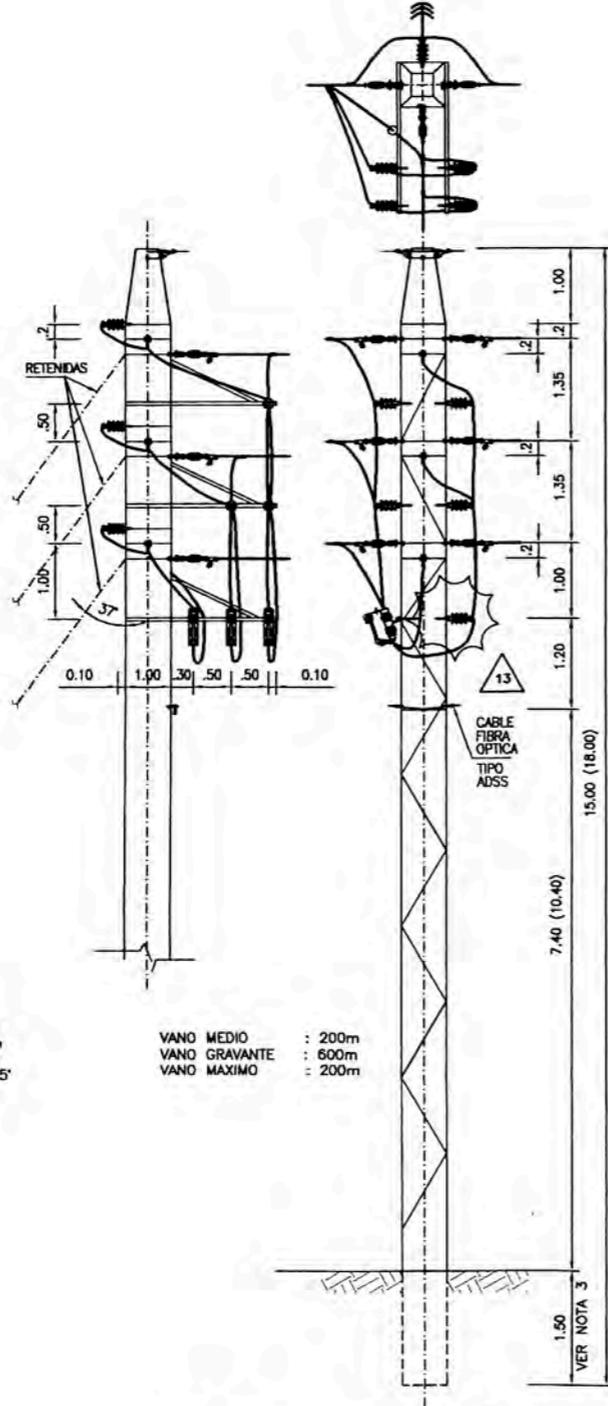
- LA PUESTA A TIERRA DE LA SAB REQUERIRA UNA RESISTENCIA DE 10 OHMIOS Y SE PODRA UTILIZAR LA DISPOSICION PT-2-200 (PLANO 22)
- LAS MEDIDAS ESTAN EN METROS
- MATERIALES: VER ESPECIFICACIONES TECNICAS
- ESTRUCTURA A USARSE PARA POTENCIAS DESDE 75kVA HASTA 300kVA
- TUBO SERA SELLADO CON SILICONA PARA EVITAR FILTRACION DE AGUA
- DISPOSITIVOS QUE DEBEN SER SUMINISTRADOS EN FORMA CONJUNTA CON EL DESCARGADOR PARA SU INSTALACION EN POSTE DE CONCRETO



VANO MEDIO : 180m  
 VANO PESO : 540m  
 VANO MAXIMO : 200m  
 ANGULO DE DESVIO : >0°-5°

**ESTRUCTURA TIPO "SM"**  
**SUSPENSION**

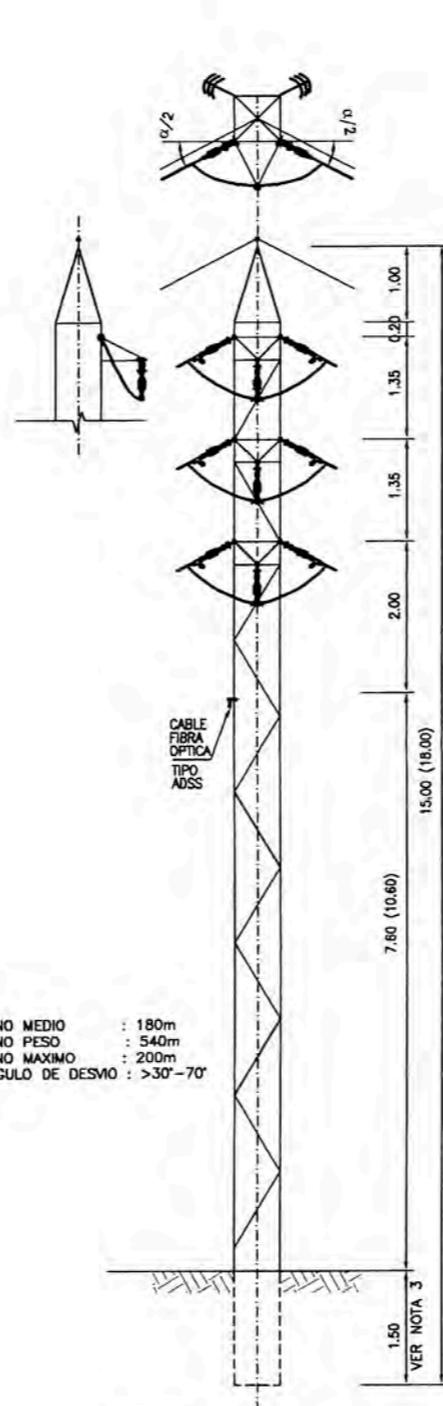
ESCALA: 1/50



VANO MEDIO : 200m  
 VANO GRAVANTE : 600m  
 VANO MAXIMO : 200m

**ESTRUCTURA TIPO "DM2"**  
**DERIVACION SECCIONAMIENTO**

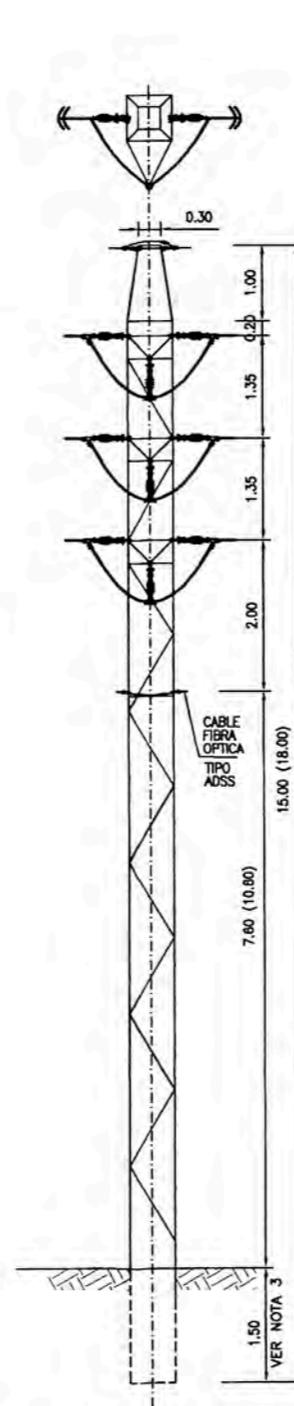
ESCALA: 1/50



VANO MEDIO : 180m  
 VANO PESO : 540m  
 VANO MAXIMO : 200m  
 ANGULO DE DESVIO : >30°-70°

**ESTRUCTURA TIPO "A2M"**  
**ANGULO MEDIO 30° <math>\alpha</math> <math><70^\circ</math>**

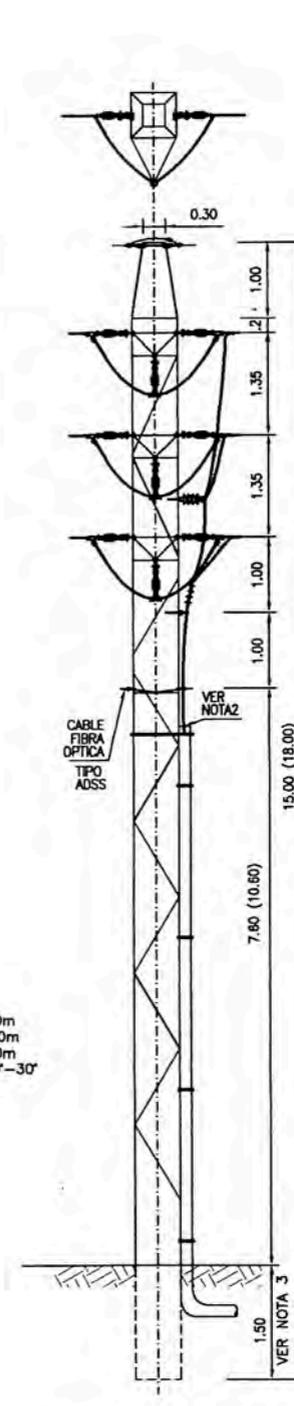
ESCALA: 1/50



VANO MEDIO : 200m  
 VANO PESO : 600m  
 VANO MAXIMO : 220m  
 ANGULO DE DESVIO : >0°-30°

**ESTRUCTURA TIPO "AIM"**  
**ANCLAJE INTERMEDIO**

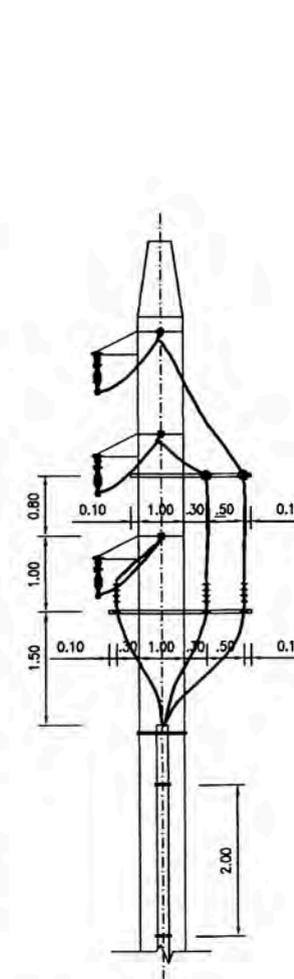
ESCALA: 1/50

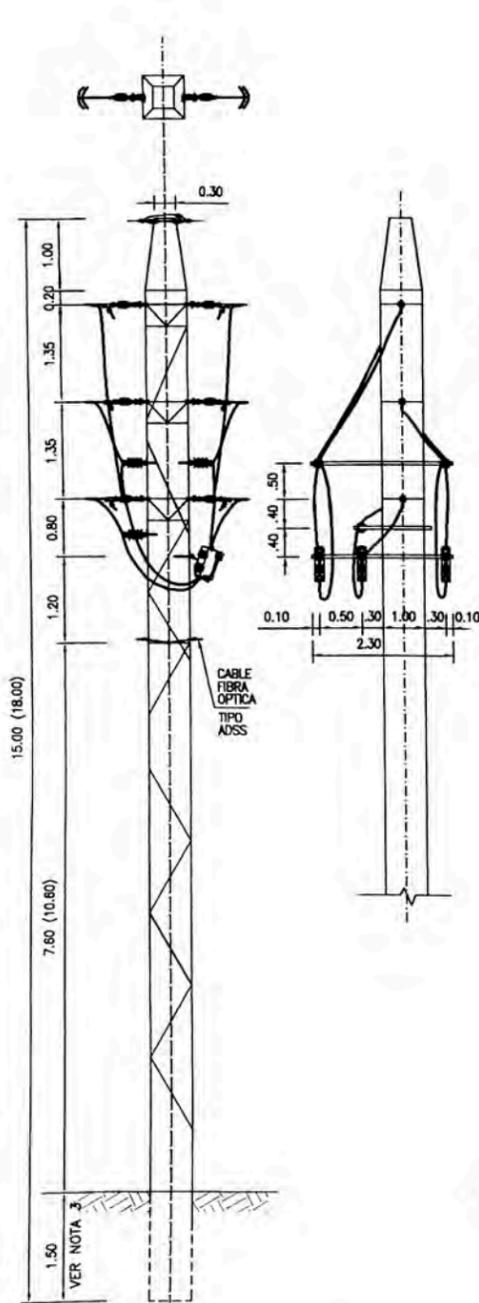


VANO MEDIO : 200m  
 VANO PESO : 600m  
 VANO MAXIMO : 220m  
 ANGULO DE DESVIO : 0°-30°

**ESTRUCTURA TIPO "AIBM"**  
**ANCLAJE INTERMEDIO CON BAJADA DE LINEA**

ESCALA: 1/50

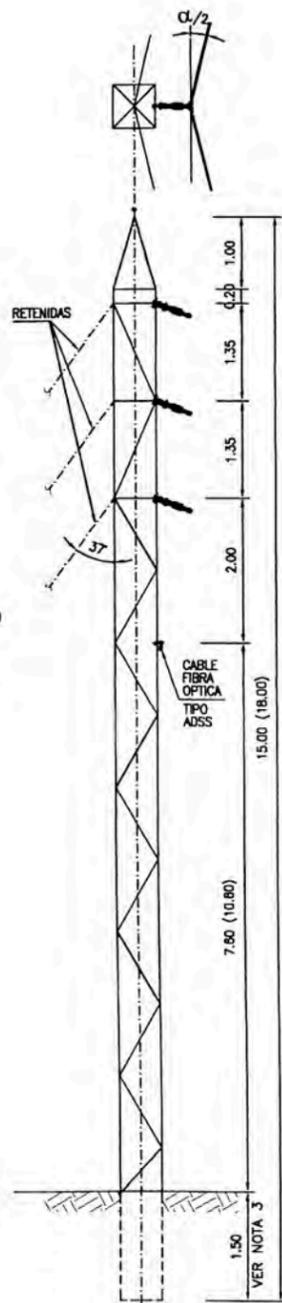




**ESTRUCTURA TIPO "SEM"**  
**SECCIONAMIENTO**

ESCALA: 1/50

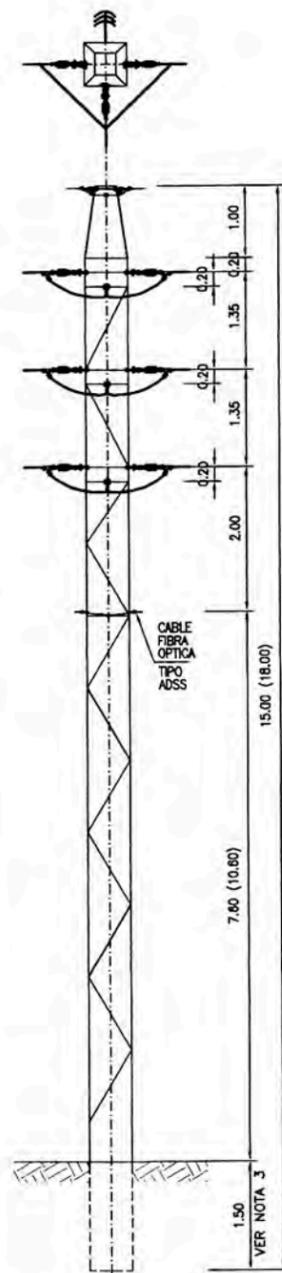
VANO MEDIO : 200m  
VANO GRAVANTE : 600m  
VANO MAXIMO : 220m



**ESTRUCTURA TIPO "A1M" ANGULO MENOR**

$5^\circ < \alpha < 30^\circ$   
ESCALA: 1/50

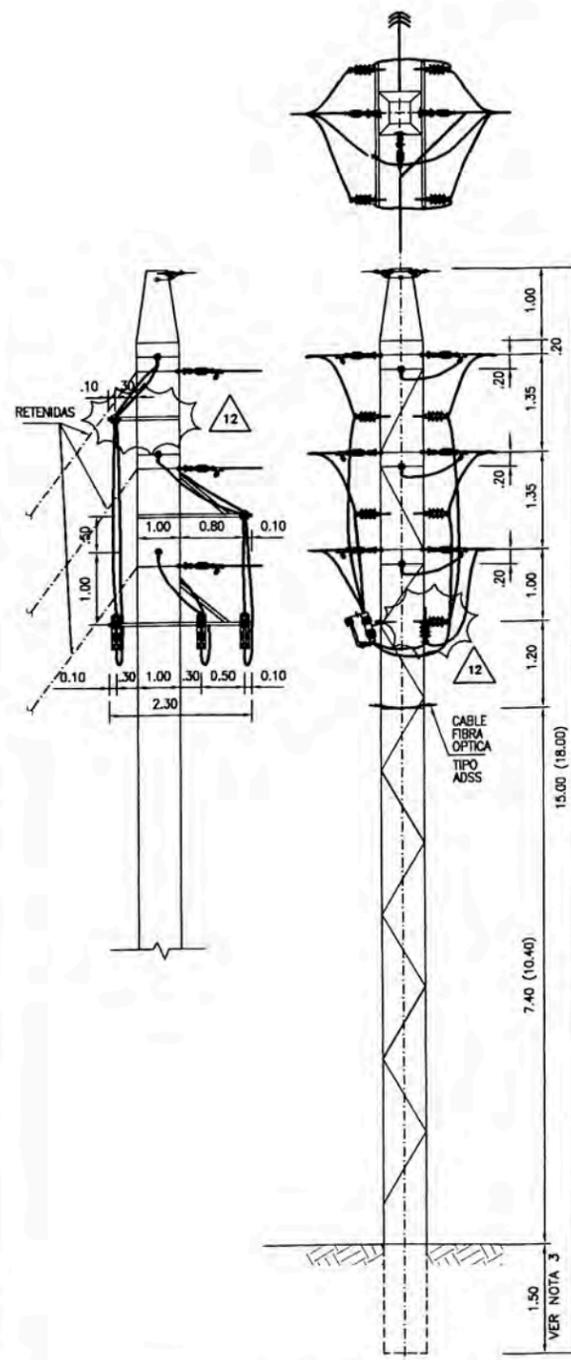
VANO MEDIO : 180m  
VANO GRAVANTE : 540m  
VANO MAXIMO : 200m  
ANGULO DE DESM:  $>5^\circ - 30^\circ$



**ESTRUCTURA TIPO "DM" DERIVACION**

ESCALA: 1/50

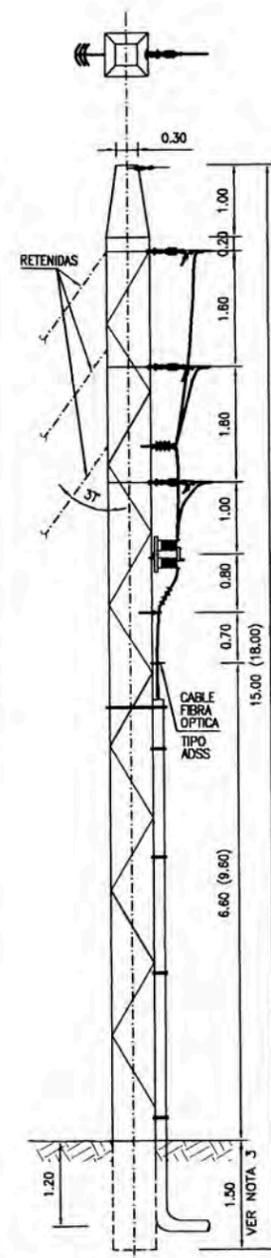
VANO MEDIO : 200m  
VANO GRAVANTE : 600m  
VANO MAXIMO : 200m



**ESTRUCTURA TIPO "DM1" DERIVACION/SECCIONAMIENTO**

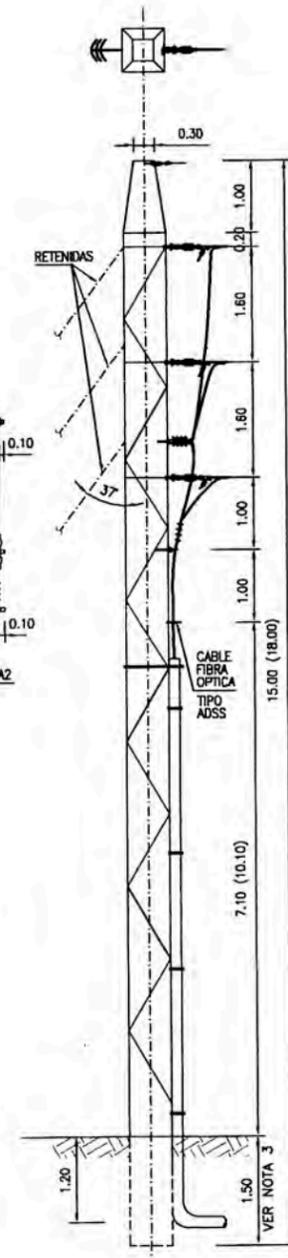
ESCALA: 1/50

VANO MEDIO : 200m  
VANO GRAVANTE : 600m  
VANO MAXIMO : 200m



**ESTRUCTURA TIPO "TBM(\*)" TERMINAL CON SECCIONAMIENTO**

VANO MEDIO : 150m  
VANO GRAVANTE : 450m  
VANO MAXIMO : 200m



**ESTRUCTURA TIPO "TBM" TERMINAL CON BAJADA DE LINEA**

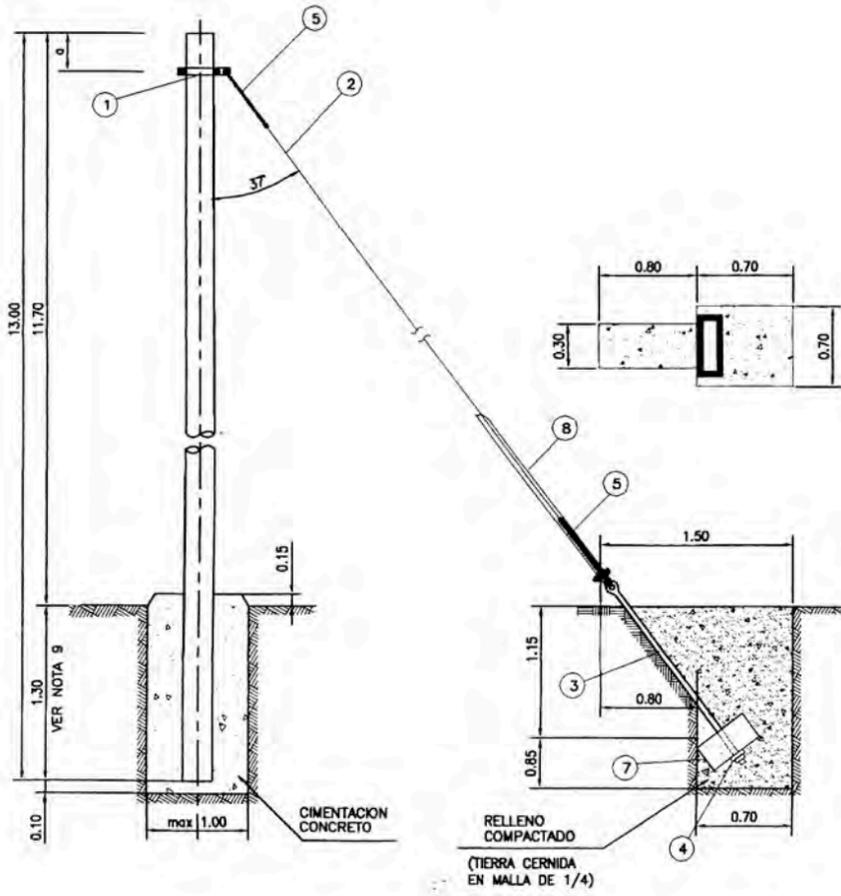
ESCALA: 1/50

VANO MEDIO : 150m  
VANO GRAVANTE : 450m  
VANO MAXIMO : 200m

|  |                 |               |      |
|--|-----------------|---------------|------|
| ELECTRIFICACION CAMPAMENTO MINERO CERRO CORONA |                 |               |      |
| LINEAS DISTRIBUCION MT                         |                 |               |      |
| DETALLE DE ESTRUCTURAS                         |                 |               |      |
| ESTRUCTURAS METALICAS 2 DE 2                   |                 |               |      |
| ESCALA   | NUMERO PROYECTO | NUMERO DIBUJO | REV. |
| INDICADA                                       |                 | 20            |      |

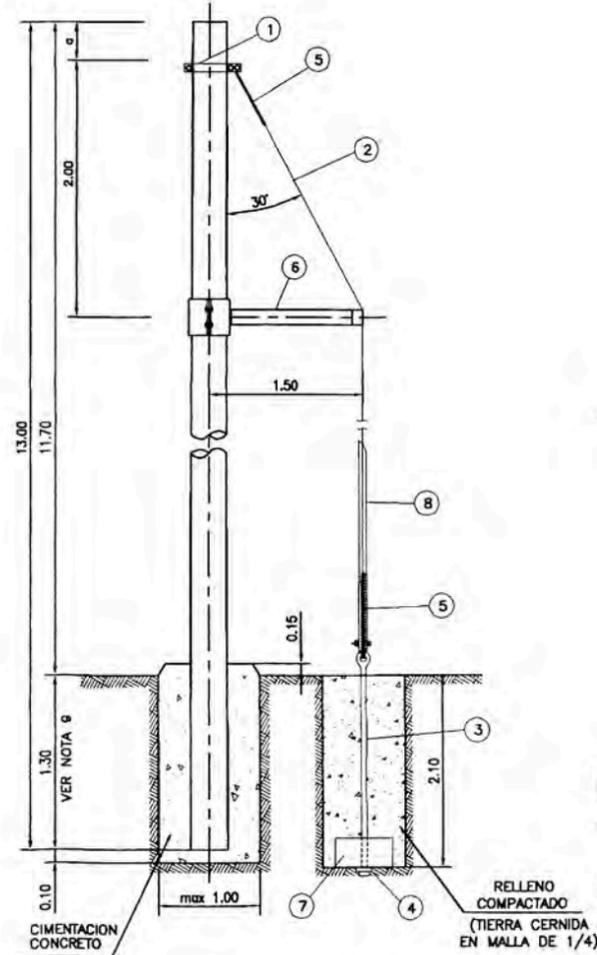


**RETENIDA INCLINADA  
TIPO RI**



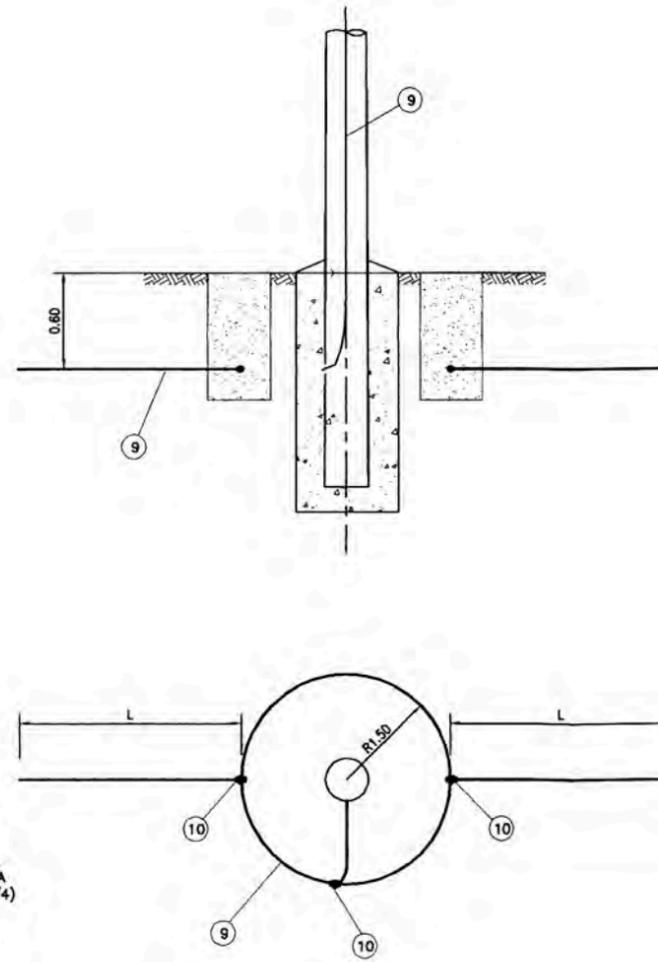
DETALLE 1

**RETENIDA VERTICAL  
TIPO RV**



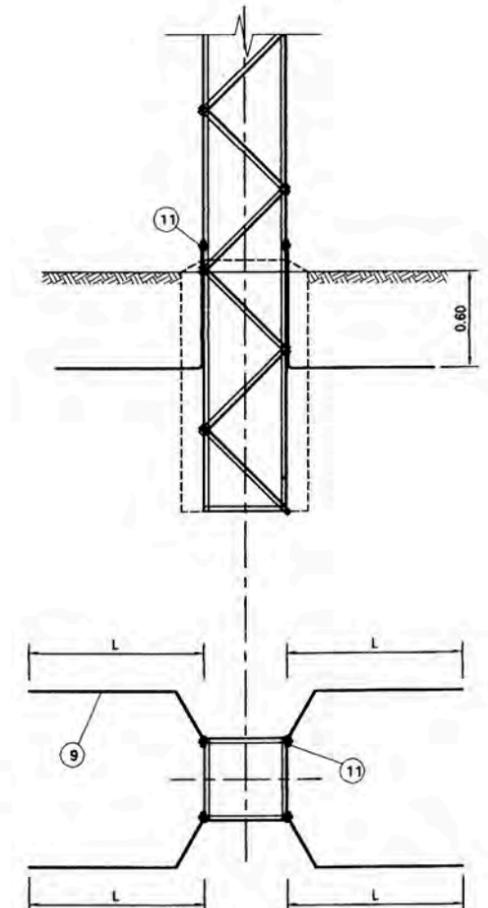
DETALLE 2

**PUESTA A TIERRA  
EN POSTES DE CONCRETO  
TIPO PT-1-L**



DETALLE 3

**PUESTA A TIERRA  
EN TORRE METALICA  
TIPO PT-2-L**



DETALLE 4

**LISTA DE MATERIALES**

| N° | DESCRIPCION  | RET. RI | RET. RV | PT-1-L | PT-2-L |
|----|--|---------|---------|--------|--------|
| 1  | ABRAZADERA PARTIDA DE 50.8 x 6.35 mm x 225mm Ø CON GUARDACABO                            | 1       | 1       |        |        |
| 2  | CABLE DE ACERO HS O ALTA RESISTENCIA DE 10mm#  | 15m     | 12m     |        |        |
| 3  | VARILLA DE ANCLAJE DE ACERO, DE 16 mm # x 2400mm DE LONG. PROVISTO DE OJAL-GUARDACABO    | 1       | 1       |        |        |
| 4  | ARANDELA DE ANCLAJE CUADRADA PLANA DE 102 x 102 x 6.35mm CON AGUJERO CENTRAL DE 18mm#    | 1       | 1       |        |        |
| 5  | MORDAZA PREFORMADA DE ACERO PARA CABLE DE 10mm#  | 2       | 2       |        |        |
| 6  | CONTRAPUNTA DE 51mm# x 1500mm; SOLDADA A ABRAZADERA PARTIDA EN UNO DE SUS EXTREMOS       |         | 1       |        |        |
| 7  | BLOQUE DE CONCRETO ARMADO DE 0.40 x 0.40 x 0.20m (NOTA 9)                                | 1       | 1       |        |        |
| 8  | CANAleta GUARACABLE DE A'G' DE 2.40 m CON PERNO Y TUERCA EN UN EXTREMO                   | 1       | 1       |        |        |
| 9  | CONDUCTOR DE Cu, DESNUDO, 7 HILOS, TEMPLE BLANDO CABLEADO DE 35 mm2 PARA PUESTA A TIERRA |         |         | (*)    | (*)    |
| 10 | CONECTOR DE VIAS PARALELAS PARA CONDUCTOR COBRE DE 35 mm2                                |         |         | 3      |        |
| 11 | CONECTOR ESTRUCTURA-CONDUCTOR  |         |         |        | 4      |

(\*) VER TABLAS DE PUESTA A TIERRA SEGUN TIPO SELECCIONADO

**NOTAS:**

- EN LAS ESTRUCTURAS CON POSTES DE CONCRETO SE COLOCARA LA PUESTA A TIERRA EN LAS SUBESTACIONES Y EN LAS SALIDA DE LINEAS Y DEBERAN TENER UNA RESISTENCIA A TIERRA MAXIMA DE 10 OHMIOS.
- EN LAS OTRAS ESTRUCTURAS CON POSTES DE CONCRETO SE COLOCARAN UNA BAJADA A TIERRA TERMINANDO EN ANILLO ALREDEDOR DEL POSTE SIN REQUERIMIENTO DE RESISTENCIA A TIERRA.
- EN LAS ESTRUCTURAS METALICAS CON BAJADA DE LINEA SE COLOCARA UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA CON UNA RESISTENCIA MAXIMA DE 10 OHMIOS; EN LAS ESTRUCTURAS METALICAS CON DESCARGADORES SE RECOMIENDA UN SISTEMA A TIERRA CON 25 OHMIOS DE RESISTENCIA MAXIMA.
- EN GENERAL EN LAS DEMAS ESTRUCTURAS METALICAS LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA SERA COMO MAXIMO DE 25 OHMIOS.
- PARA RESISTIVIDADES DEL TERRENO MAYORES A LAS INDICADAS EN LAS TABLAS SE DEBERA EMPLEAR MATERIAL DE PUESTA A TIERRA TIPO CONDUCTIVO.
- LA LONGITUD "L" SERA VARIABLE SEGUN LA RESISTIVIDAD ELECTRICA DEL TERRENO, CON UN MAXIMO DE 60 METROS POR RAMAL.
- LAS DIMENSIONES "a" DE LAS RETENIDAS SERA VARIABLE SEGUN EL TIPO DE ESTRUCTURA CON POSTE DE CONCRETO
- TODAS LAS MEDIDAS INDICADAS ESTAN EN METROS

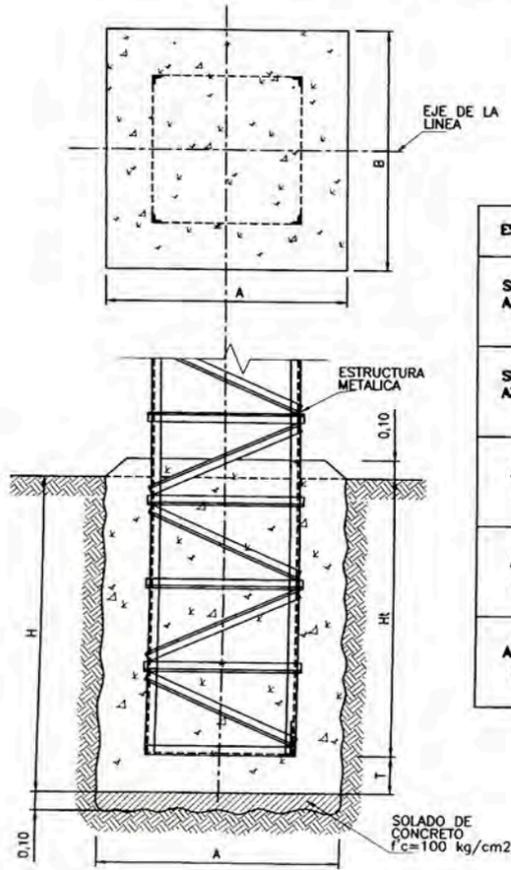
**PUESTA A TIERRA TIPO PT-1-L**

| TIPO DE PUESTA A TIERRA | LONGITUD CONTRAPESO HORIZONTAL L (m) | RANGOS DE RESISTIVIDAD (ohm-m)<br>R=10 OHM |
|-------------------------|--------------------------------------|--|
| PT-1-30                 | 10                                   | HASTA 193                                  |
| PT-1-50                 | 20                                   | 193-282                                    |
| PT-1-70                 | 30                                   | 282-364                                    |
| PT-1-90                 | 40                                   | 364-444                                    |
| PT-1-110                | 50                                   | 444-522                                    |
| PT-1-130                | 60                                   | 522-597                                    |

**PUESTA A TIERRA TIPO PT-2-L**

| TIPO DE PUESTA A TIERRA | LONGITUD DE CONTRAPESO HORIZONTAL L (m) | RANGOS DE RESISTIVIDAD (ohm-m) |           |
|-------------------------|---|--------------------------------|-----------|
|                         |   | R=10 OHM                       | R=25 OHM  |
| PT-2-40                 | 10                                      | HASTA 207                      | HASTA 517 |
| PT-2-80                 | 20                                      | 207-370                        | 517-926   |
| PT-2-120                | 30                                      | 370-524                        | 926-1309  |
| PT-2-160                | 40                                      | 524-671                        | 1309-1678 |
| PT-2-200                | 50                                      | 671-820                        | 1678-2049 |
| PT-2-240                | 60                                      | 820-962                        | 2049-2404 |

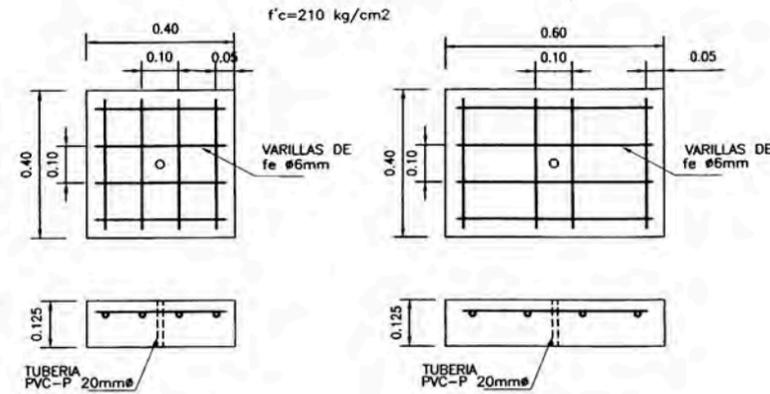
**CIMENTACION DE ESTRUCTURAS METALICAS**



**DIMENSIONES DE CIMENTACION**

| ESTRUCTURAS                            | TIPO DE CIMENTACION | C (kg/cm <sup>3</sup> ) | A (m) | B (m) | H (m) | Ht (m) | T (m) |
|--|---------------------|-------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| SM, A1M, A2M<br>A3M, DM, TBM<br>15,00m | C1-4-15             | 4                       | 1,3   | 1,3   | 1,6   | 1,5    | 0,10  |
|  | C1-8-15             | 8                       | 1,3   | 1,3   | 1,4   | 1,4    | -     |
|  | C1-20-15            | 20                      | 1,3   | 1,3   | 1,1   | 1,1    | -     |
| SM, A1M, A2M<br>A3M, DM, TBM<br>18,00m | C1-4-18             | 4                       | 1,3   | 1,3   | 1,7   | 1,5    | 0,20  |
|  | C1-8-18             | 8                       | 1,3   | 1,3   | 1,5   | 1,5    | -     |
|  | C1-20-18            | 20                      | 1,3   | 1,3   | 1,2   | 1,2    | -     |
| AIM, AIBM<br>15,00m                    | C2-4-15             | 4                       | 1,6   | 1,6   | 1,8   | 1,5    | 0,30  |
|  | C2-8-15             | 8                       | 1,3   | 1,3   | 1,7   | 1,5    | 0,20  |
|  | C2-20-15            | 20                      | 1,3   | 1,3   | 1,4   | 1,4    | -     |
| AIM, AIBM<br>18,00m                    | C2-4-18             | 4                       | 1,6   | 1,6   | 2,0   | 1,5    | 0,50  |
|  | C2-8-18             | 8                       | 1,4   | 1,4   | 1,8   | 1,5    | 0,30  |
|  | C2-20-18            | 20                      | 1,3   | 1,3   | 1,5   | 1,5    | -     |
| AIEM, TBEM<br>21,00m                   | C3-4-21             | 4                       | 1,6   | 1,6   | 1,8   | 1,5    | 0,30  |
|  | C3-8-21             | 8                       | 1,3   | 1,3   | 1,7   | 1,5    | 0,20  |
|  | C3-20-21            | 20                      | 1,3   | 1,3   | 1,4   | 1,4    | -     |

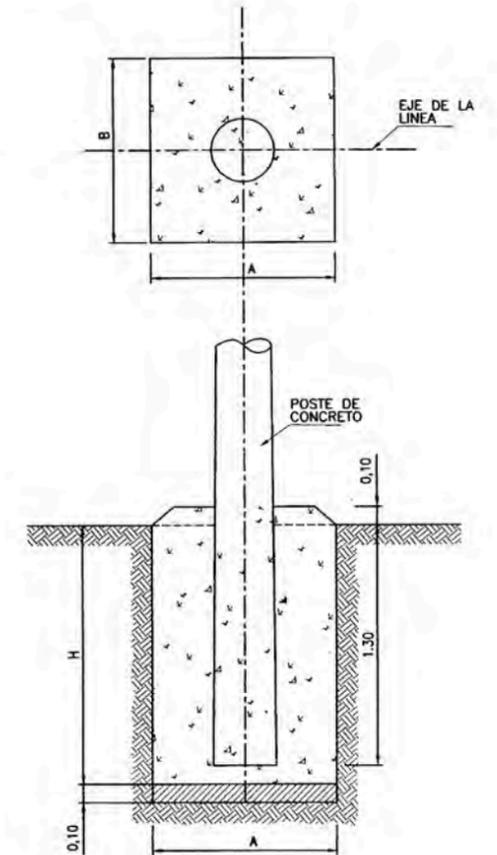
**DETALLE DE BLOQUE DE ANLAJE**



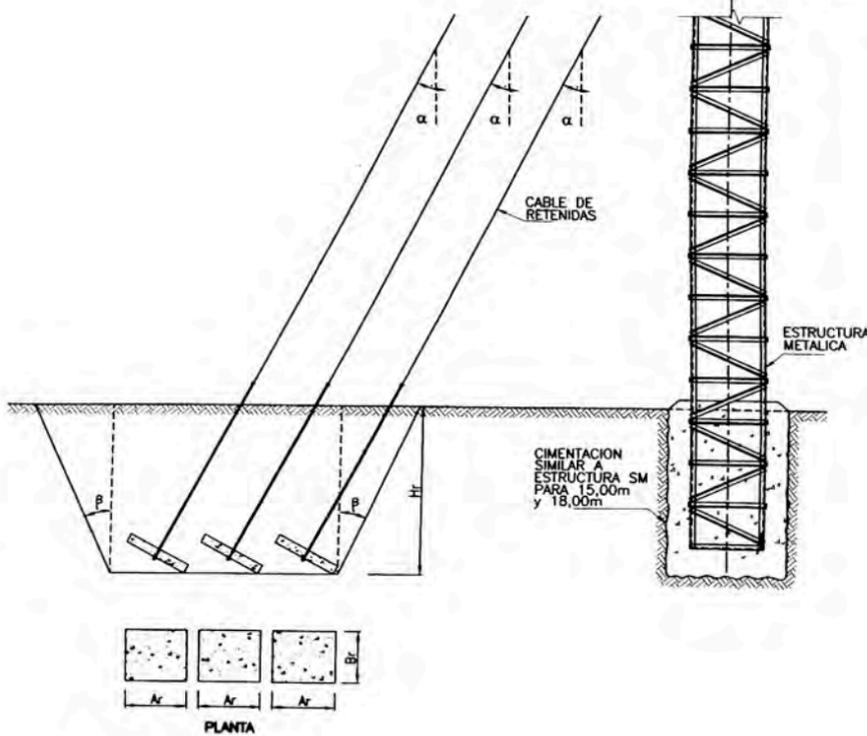
**COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD DEL TERRENO A 2,00m DE PROFUNDIDAD(C)**

| C (kg/cm <sup>3</sup> ) | CARACTERISTICAS DEL TERRENO                                     |
|-------------------------|---|
| 4                       | ARCILLA HUMEDA, ARENA FINA Y MEDIA HASTA 1mm DE TAMAÑO DE GRANO |
| 8                       | GRAVA FINA, ARENA CON GRAVILLA Y GRAVA HASTA 70mm DE GRANO      |
| 20                      | GRAVA GRUESA Y ARENA GRUESA COMPACTA, ROCA, SUELO FIRME         |

**CIMENTACION DE POSTES DE CONCRETO**



**BLOQUE DE ANLAJE DE RETENIDAS**



**DIMENSIONES DE BLOQUE DE ANLAJE**

| TIPO DE ESTRUCTURA                     | C(kg/cm <sup>3</sup> ) | β (°) | α = 37° |       |       | α = 45° |       |       |
|--|------------------------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
|  |                        |       | Ar(m)   | Br(m) | Hr(m) | Ar(m)   | Br(m) | Hr(m) |
| AIM<br>(un plano de 3 retenidas)       | 4                      | 7     | 0,4     | 0,6   | 1,70  | 0,4     | 0,6   | 1,40  |
|  | 8                      | 10    | 0,4     | 0,6   | 1,60  | 0,4     | 0,6   | 1,30  |
|  | 20                     | 20    | 0,4     | 0,6   | 1,10  | 0,4     | 0,6   | 0,90  |
| A2M<br>(dos planos de 3 retenidas c/u) | 4                      | 7     | 0,4     | 0,6   | 2,80  | 0,4     | 0,6   | 2,35  |
|  | 8                      | 10    | 0,4     | 0,6   | 2,35  | 0,4     | 0,6   | 1,95  |
|  | 20                     | 20    | 0,4     | 0,6   | 1,60  | 0,4     | 0,6   | 1,40  |
| A3M<br>(dos planos de 3 retenidas c/u) | 4                      | 7     | 0,4     | 0,6   | 2,90  | 0,4     | 0,4   | 2,45  |
|  | 8                      | 10    | 0,4     | 0,6   | 2,45  | 0,4     | 0,4   | 2,05  |
|  | 20                     | 20    | 0,4     | 0,6   | 1,70  | 0,4     | 0,4   | 1,40  |
| TBM<br>(un plano de 3 retenidas)       | 4                      | 7     | 0,4     | 0,4   | 1,70  | 0,4     | 0,6   | 1,40  |
|  | 8                      | 10    | 0,4     | 0,4   | 1,50  | 0,4     | 0,6   | 1,20  |
|  | 20                     | 20    | 0,4     | 0,4   | 1,20  | 0,4     | 0,6   | 0,90  |
| DM<br>(un plano de 3 retenidas)        | 4                      | 7     | 0,4     | 0,4   | 1,60  | 0,4     | 0,4   | 1,30  |
|  | 8                      | 10    | 0,4     | 0,4   | 1,40  | 0,4     | 0,4   | 1,10  |
|  | 20                     | 20    | 0,4     | 0,4   | 1,00  | 0,4     | 0,4   | 0,80  |
| AIEM<br>(un plano de 2 retenidas)      | 4                      | 7     | 0,4     | 0,4   | 1,90  | 0,4     | 0,4   | 1,60  |
|  | 8                      | 10    | 0,4     | 0,4   | 1,60  | 0,4     | 0,4   | 1,35  |
|  | 20                     | 20    | 0,4     | 0,4   | 1,10  | 0,4     | 0,4   | 0,95  |

**DIMENSIONES DE CIMENTACION**

| ESTRUCTURA                          | C (kg/cm <sup>3</sup> ) | A (m) | B (m) | H (m) |
|-------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| POSTE DE CONCRETO 15m (300 y 400kg) | 4                       | 1,2   | 1,2   | 1,5   |
|                                     | 8                       | 0,9   | 0,9   | 1,4   |
|                                     | 20                      | 0,7   | 0,7   | 1,4   |

**NOTAS:**

- 1- LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS
- 2- PARA EL CALCULO DE LAS CIMENTACIONES SE HA UTILIZADO EL METODO DE SULZBERGER
- 3- LA EXCAVACION DEL TERRENO DEBERA ESTAR DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE FUNDACION, SIN EFECTUAR EXCAVACION ADICIONAL
- 4- PARA EL CALCULO DE LOS BLOQUES DE ANLAJE DE LAS RETENIDAS SE HA UTILIZADO EL METODO DE ARRANCAMIENTO
- 5- EL ANGULO "α" DE LA VERTICAL CON EL CABLE DE ACERO DE LA RETENIDA PUEDE SER DE 37° O 45° SEGUN SE DEFINA EN CAMPO
- 6- EN LOS POSTES DE CONCRETO SE HA CONSIDERADO UN ENTERRAMIENTO DE 1,30m.
- 7- LAS ESTRUCTURAS SM, AIM y AIBM SON AUTOSOPORTADAS