

## EXPEDIENTE TECNICO DEFINITIVO

### PROYECTO:

# "INSTALACION DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA EN LA LOCALIDAD DE OLLANTAYTAMBO DEL DISTRITO DE HUANDO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA"

## RED PRIMARIA TRIFASICA EN 22.9 kV - REDES SECUNDARIAS 380/220

### MEMORIA DESCRIPTIVA

#### CONTENIDO

#### **1.0 ASPECTOS GENERALES**

- 1.1 Antecedentes del Proyecto
- 1.2 Objetivos del Proyecto
- 1.3 Descripción del Area del Proyecto

#### **2.0 DEMANDA Y OFERTA ELECTRICA**

- 2.1 Calificacion Electrica
- 2.2 Demanda de Potencia y Energía
- 2.3 Análisis de la Oferta

#### **3.0 ALCANCES DEL PROYECTO**

- 3.1 De las Redes Primarias
- 3.2 De las Subestaciones de Distribución

#### **4.0 DESCRIPCION DEL PROYECTO**

- 4.1 Normas Aplicables
- 4.2 Selección de la Ruta de Red Primaria
- 4.3 Metodología para la Ejecución de la Obra
- 4.4 Cortes del Suministro de Energía Eléctrica

#### **5.0 CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL SISTEMA**

- 5.1 Nivel de Tensión
- 5.2 Características de la Red Primaria
- 5.3 Características de la Subestación de Distribución
- 5.4 Características de la Red Secundaria
- 5.5 Característica de Alumbrado Publico
- 5.6 Características de Conexiones Domiciliarias

#### **6.0 CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO DE LA RED PRIMARIA**

- 6.1 Postes y Crucetas
- 6.2 Conductor

- 6.3 Aisladores
- 6.4 Retenidas y Anclajes
- 6.5 Puesta a Tierra
- 6.6 Material de Ferretería
- 6.7 Transformador de Distribución
- 6.8 Equipo de Protección y Seccionamiento
- 6.9 Tablero de Distribución
- 6.10 Postes - RS
- 6.11 Conductores – RS
- 6.12 Retenidas y Anclajes – RS
- 6.13 Puesta a Tierra – RS
- 6.14 Materiales de Ferretería – RS
- 6.15 Alumbrado Publico
- 6.16 Conexiones Domiciliarias - RS
  
- 7.0 ASPECTOS DE DISEÑO ELECTRICO**
- 7.1 Cálculo de Caída de Tensión y Configuración del Sistema Eléctrico
- 7.2 Cálculo de Parámetros de Conductores
- 7.3 Sistema de Protección
- 7.4 Nivel de Aislamiento de Redes Primarias
- 7.5 Nivel de Aislamiento de Subestaciones de Distribución
- 7.6 Niveles de Cortocircuito
- 7.7 Sistema de Puesta a Tierra
  
- 8.0 ASPECTOS DE DISEÑO MECANICO**
- 8.1 Cálculo Mecánico de Conductores
- 8.2 Diseño Mecánico de las Estructuras
- 8.3 Tipos de las Estructuras
- 8.4 Coeficientes de Seguridad
  
- 9.0 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**
  
- 10.0 PLAZO DE EJECUCION**
  
- 11.0 FUENTE DE FINANCIAMIENTO**
  
- 12.0 VALOR REFERENCIAL**

# MEMORIA DESCRIPTIVA

## 1.0 ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Antecedentes del Proyecto

Mediante el Decreto Supremo N° 084-2011-PCM publicado en el Diario Oficial El Peruano el 6 de noviembre del 2011, se declaró en Estado de Emergencia el Centro Poblado de Cachi Baja, perteneciente al distrito de Huando, provincia de Huancavelica y departamento de Huancavelica, por el peligro de deslizamiento de terreno en la zona y haber sido considerado de Riesgo Muy Alto para la población, debiéndose reubicar a una zona segura y que preste las condiciones adecuadas.

Con Decreto Supremo N° 006-2012-PCM publicado en el Diario Oficial El Peruano el 5 de enero del 2012, se prorrogó el Estado de Emergencia por 60 días calendarios. Con Decreto Supremo N° 020-2012-PCM publicado en el Diario Oficial El Peruano el 4 de marzo del 2012, se prorrogó el Estado de Emergencia por segunda vez a partir del 6 de marzo del 2012 por 60 días calendarios. Asimismo, con Decreto Supremo N° 048-2012-PCM publicado en el Diario Oficial El Peruano el 4 de mayo del 2012, se prorrogó el Estado de Emergencia por tercera vez a partir del 5 de mayo del 2012 por 60 días calendarios.

La nueva ubicación de la localidad se encuentra en la parte alta de la zona, habiendo tomado el nombre de **Ollantaytambo**, y que requiere proveer de los servicios básicos, entre otros el del suministro de energía eléctrica eficiente y estable de manera que se pueda atender con calidad a las nuevas instalaciones que se ha considerado en la nueva localidad; en tal sentido, la Municipalidad Distrital de Huando esta asumiendo el compromiso de hacer realidad esta necesidad, habiendo encargado la elaboración de expediente técnico de electrificación a nivel de estudio definitivo a un profesional de la especialidad (Ingeniero Electricista) y su inmediata ejecución de obra.

La ejecución en obra de este proyecto en la localidad de Ollantaytambo permitirá que sus habitantes cuenten con el suministro de energía eléctrica de calidad y confiable, de manera que ayudara a la población a tener mejor calidad de vida y desarrollen actividades productivas.

El suministro eléctrico para la localidad de Ollantaytambo, será desde la estructura en Media Tensión con código 4VP04446 del Alimentador A4111, de la SET P414 Huancavelica Norte de 3x0.83 MVA y 10/22.9-13.2 kV.

La Factibilidad de Suministro y Punto de Diseño fue otorgado por la Unidad de Negocios Huancavelica de Electrocentro S.A. mediante Carta V-5060-2015 de fecha 19 de junio del 2015, generándose el Expediente N° 022V2015/VH para los trámites correspondientes.

### 1.2 Objetivos del Proyecto

El presente estudio tiene como objeto contar con el Expediente Técnico Definitivo de la Red Primaria para la ejecución del proyecto **"Instalación del Servicio de Energía Eléctrica en la Localidad de Ollantaytambo del Distrito de Huando, Provincia y Departamento de Huancavelica"**, conformado por la Memoria Descriptiva, Especificaciones Técnicas, Metrado y Presupuesto, Cálculos Justificativos, Cronograma de Ejecución de Obra y Planos y Detalles de Armados.

Asimismo, con la ejecución se dotará de suministro eléctrico en forma confiable y con calidad a la localidad de Ollantaytambo y atender a sus **79** abonados **y 355** habitantes.

### 1.3 Descripción del Area del Proyecto

#### 1.3.1 Ubicación

##### a) Ubicación Política

La localidad de Ollantaytambo se encuentra ubicada políticamente en el distrito de Huando, provincia de Huancavelica y departamento de Huancavelica.

##### b) Ubicación Geográfica

La ubicación geográfica de la localidad de Ollantaytambo es:

Localidad	Coordenas UTM WGS-84 - Zona 18		Altitud m.s.n.m.
	Este	Norte	
Ollantaytambo	505 150	8 606 750	3 820
	505 700	8 607 150	3 900

#### 1.3.2 Condiciones Climatológicas

En el área del proyecto se tiene un clima templado frío con temperatura anual de 12 °C, seco durante los meses de mayo a agosto, precipitaciones pluviales desde noviembre a marzo. Se produce heladas en los meses junio, julio y agosto.

En esta zona el índice de pluvialidad es muy alto, las temperaturas son más rigurosas, con grandes oscilaciones térmicas entre el día y la noche.

Las condiciones climatológicas, según datos reportados de la zona son las siguientes:

- Región Natural : Suni (3500 a 4100 msnm)
- Temperatura mínima media : - 5 °C
- Temperatura media anual : 12 °C
- Temperatura Máxima Media : 20 °C
- La velocidad máxima de viento : 75 km/h
- Polución : Muy baja
- Nivel Isoceraunico : 60

#### 1.3.3 Vías de Acceso

El acceso a la zona del proyecto es mediante vía terrestre, por la carretera principal Huancayo – Huancavelica o Huancavelica – Huancayo, que es una vía asfaltada y en buenas condiciones. El traslado con un auto es de 1.5 horas de Huancayo y 1.0 hora de Huancavelica.

Existe una derivación hacia Ollantaytambo desde la carretera principal (cerca a la localidad de Cachi Alta), mediante una trocha carrozable construida hace poco tiempo, tomando 5 minutos su desplazamiento con movilidad.

#### 1.3.4 Principales Actividades

La agricultura, la ganadería y el pequeño comercio constituyen la base de la economía de subsistencia del área del proyecto, desarrollándose especialmente en la feria que se lleva a cabo los días sábados en el distrito de Huando.

### **Sector Agricultura y Ganadería**

La actividad principal de los pobladores de estas localidades es la agricultura y la ganadería en segunda instancia, asimismo crían animales menores para consumo propio y satisfacción de las necesidades familiares. Los principales productos cultivables son: papa, habas, cebada, trigo, avena, etc. También se desarrolla la actividad ganadera, con la crianza de ganado vacuno, ovino y auquenidos, seguido de la crianza de aves de corral para el consumo local.

### **Sector Industrial y Comercial**

La actividad industrial en la localidad es principalmente la elaboración de lámparas de alumbrado ecológico, aprovechando que en la zona del proyecto existe la sal rojiza.

La actividad comercial, específicamente se refiere a pequeños establecimientos que se dedican a la venta de víveres y realizan su actividad comercial con las localidades de Huando y las ciudades de Huancavelica y Huancayo.

Asimismo, existen pobladores que se dedican a la recolección de plantas aromáticas, que son comercializados con empresarios de la ciudad de Lima.

### **Servicios a la Población**

En el nuevo proyecto de lotización aprobado por las autoridades competentes, se ha previsto contar con instituciones educativas inicial, primaria, posta médica, Tambo, iglesia católica, iglesia evangelica, mercadillo, local artesanal y un local comunal que les permita desarrollar actividades inherentes al desarrollo de la localidad.

También cuenta con proyectos para la atención de los servicios básicos de agua y desagüe. Actualmente, tienen estos servicios en forma provisional.

### **Sector Turismo**

Esta actividad es casi nula en la zona del proyecto, requiriéndose el impulso adecuado e inmediato por parte de las autoridades correspondientes.

## **2.0 DEMANDA Y OFERTA ELECTRICA**

### **2.1 Calificación Eléctrica**

La calificación eléctrica se obtiene como resultado del Estudio de Mercado Eléctrico, que resulta de dividir la demanda de los abonados domésticos entre la potencia (kW) de los mismos, seleccionando las calificaciones eléctricas por tipo de localidad para el diseño de las redes secundarias.

Para el servicio particular la calificación eléctrica por lote es de 400 W/lote y corresponde al Sector Típico 5. El factor de simultaneidad utilizado para las cargas particulares o de uso doméstico es 0.5.

Para las cargas de uso general se ha determinado la máxima demanda por tipo de carga los cuales se detallan a continuación:

Item	Descripción	Máx. Demanda (Watts)
1	Centros de Salud y Posta Médica	3000
2	Colegios y Tambos	2000
3	Escuelas, Educación Inicial o Pronoei, Locales Comunales, Capillas e Iglesias	1000

Para el alumbrado público se ha considerado el uso de lámpara de vapor de sodio de 50 W, adicionalmente se ha considerado las pérdidas en los equipos auxiliares de 10 W.

## 2.2 Demanda de Potencia y Energía

Los requerimientos de potencia y energía estimada, tiene un horizonte para 20 años, tomando como año cero el año 2015, así como está diseñado para incrementar potencia si es necesario.

El crecimiento del consumo de energía de la población está vinculado al número de abonados, a su actividad económica y al desarrollo geográfico de la zona (existencia de carreteras, centros de servicio, servicios básicos) por consiguiente puede mejorar los niveles de ingreso que se traduce en un crecimiento del consumo de energía eléctrica.

Los resultados de la evaluación, revisión y actualización de los estudios de demanda de potencia están íntimamente relacionados al crecimiento de la población en la zona del proyecto y se muestra en el siguiente cuadro:

Demanda	Unidad	Año					
		2015	2016	2019	2024	2029	2034
Demanda de Potencia	kW	28.96	29.25	30.13	31.67	33.29	34.99
Demanda de Energía	MWh-Año	52.47	53.00	54.60	57.39	60.32	63.39

## 2.3 Análisis de la Oferta

En proyecto será alimentado desde la SET P414 Huancavelica Norte de 3x0.83 MVA y 10/22.9-13.2 kV, mediante el Alimentador A4111, que forma parte del Sistema Eléctrico Huancavelica Norte. Está SET garantiza la disponibilidad de potencia para atender el requerimiento de la localidad de Ollantaytambo.

## 3.0 ALCANCES DEL PROYECTO

El estudio comprende el diseño de la Red Primaria en 22.9 kV, trifásico, asimismo el expediente técnico describe las actividades necesarias para la ejecución de la obra de electrificación rural del proyecto "Instalación del Servicio de Energía Eléctrica en la Localidad de Ollantaytambo del Distrito de Huando, Provincia y Departamento de Huancavelica".

El proyecto está conformado por la implementación de las siguientes instalaciones eléctricas:

### 3.1 De la Red Primaria

El proyecto considera la implementación de la Red Primaria Trifásica en la localidad de Ollantaytambo, en un nivel de tensión de 22.9 kV.

La longitud total de red primaria que será ejecutada es de 362.20 m en sistema trifásico.

Toda la longitud de la red primaria estará instalada en posición vertical, con la finalidad de cumplir con las distancias mínimas de seguridad estipuladas por el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.

### 3.2 De la Subestación de Distribución

- La subestación de distribución será trifásico, cuyo nivel de tensión en el lado primario será de 22.9 kV y en el secundario de 380-220 V, con un transformador de distribución de 50 KVA.
- 
- En el replanteo se debe tener en cuenta que la ubicación de la subestación de distribución deberá cumplir con la distancias mínimas de seguridad estipuladas por el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.
- 
- Se ha determinado la capacidad de potencia del transformador de distribución con una sobrecarga del 20%, considerando las variaciones de temperatura del devanado y del aceite del transformador, así como la temperatura ambiente.
- 
- El tablero de distribución será el adecuado, llevará dos contadores de energía (totalizador para servicio particular y para AP), los circuitos para servicio particular y alumbrado público será con interruptores termomagnéticos del tipo miniatura, el control del alumbrado público será con interruptor horario.
- 
- El valor máximo de la Resistencia de Puesta Tierra en la subestación de distribución, sin considerar la conexión del neutro de las Redes Secundarias, deberá ser 25 Ohmios.
- 
- Las características de la Subestacion se muestran en el siguiente cuadro:
- 

#### Subestaciones de Distribución Proyectadas

N°	Localidad	Subestación				Usuarios		
		N°	KVA	Sist. Primario	Sist. Secundario	UD	UG	Total
1	Ollantaytambo	1	50	22.9 kV ; 3Ø	380-220 ; 3Ø	71	8	79
	<b>Total</b>	<b>1</b>				<b>71</b>	<b>8</b>	<b>79</b>

### 4.0 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El presente estudio comprende la elaboración del Expediente Técnico para la instalación de una Red Primaria trifásica en 22.9 kV.

Este proyecto se ejecutará en concordancia con la configuración de las redes existentes próximas a la carga y tomada como punto de diseño. En general se tiene previsto realizar el montaje electromecánico en condiciones sencillas, con mínima afectación e interrupción del servicio a los clientes existentes y por intervención a las instalaciones existentes.

### 4.1 Normas Aplicables

Las normas a utilizarse para realizar el diseño son las siguientes:

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.
- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.
- R.D. N° 018-2002 EM/DGE.
- RD-016-2003-EM/DGE "Especificaciones Técnicas de Montaje de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural".
- RD-018-2003-EM/DGE "Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural".

- RD-024-2003-EM/DGE "Especificaciones Técnicas de Soportes Normalizados para Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural".
- RD-026-2003-EM/DGE "Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural".

#### 4.2 Selección de Ruta de la Red Primaria

La ruta de la Red Primaria ha sido seleccionada en estricto cumplimiento de las Normas Vigentes y el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011, en general tienen las siguientes consideraciones:

- Evita el cruce de carreteras, caminos y se aleja de los picos elevados.
- Las condiciones del terreno a lo largo del trazo, mayormente son estables.
- No es necesario reubicar casas u otras edificaciones cercanas al trazo.
- Se ha tenido cuidado que la red no pase por zonas arqueológicas consideradas por el INC como patrimonio cultural de la nación.
- Las redes eléctricas no pasan por encima de lotes, se cumple las distancias mínimas de seguridad.
- Minimizando la afectación de terrenos de propiedad privada; los cuales se determinaron con la autoridad de cada localidad.
- Poligonal lo más recta posible, tratando de minimizar los fuertes ángulos de desvío.

#### 4.3 Metodología para la Ejecución de la Obra

La obra a ejecutar tiene como punto de partida las instalaciones eléctricas existentes y operativas, a partir de la cual se realizará la alimentación a la Red Primaria trifásica hacia la localidad de Ollantaytambo.

#### 4.4 Cortes del Suministro de Energía Eléctrica

Se deberá prever los cortes para las pruebas y puesta en operación, teniendo en consideración los días y horarios laborales, de descanso y de uso masivo de la energía en los diferentes sectores (doméstico, comercial, industrial y particular) y afectando al mínimo número de usuarios.

### 5.0 CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL SISTEMA

#### 5.1 Niveles de Tensión

El sistema eléctrico del proyecto es 22.9 kV trifásico, esta configuración permite la obtención del sistema de las líneas primarias los cuáles son compatibles con la magnitud y distribución de las cargas del área del proyecto.

#### 5.2 Características de la Red Primaria

Con la ingeniería definitiva se ha determinado líneas trifásicas cuyas características principales son:

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| - Sistema                          | : Trifásico                                    |
| - Tensión nominal entre fase       | : 22.9 kV                                      |
| - Tensión máxima de servicio       | : 25 kV  |
| - Frecuencia nominal               | : 60 Hz  |
| - Factor de Potencia               | : 0.9 (atraso)                                 |
| - Conexión del sistema             | : Estrella neutro rígidamente puesto a tierra. |
| - Potencia de cortocircuito mínima | : 250 MVA                                      |
| - Nivel isoceraunico               | : 60   |
| - Altitud                          | : 3860 msnm                                    |

- Conductor fase : AAAC, desnudo 35mm<sup>2</sup>
- Longitud total de red : 362.20 m
- Estructuras : Postes de CAC de 13/300 y 13/400

### 5.3 Características de la Subestación de Distribución

La subestación de distribución en la localidad de Ollantaytambo será trifásico, de 50 KVA de potencia y tendrá la relación de transformación de 22.9/0.40-0.23 kV, atendido desde el alimentador proporcionado en la factibilidad de suministro y punto de diseño otorgado por Electrocentro S.A.

### 5.4 Características de las Redes Secundarias

Las redes secundarias, tienen las siguientes características:

- Sistema : 380-220 V
- Tensión entre fases-fase : 380 V
- Tensión entre fase-neutro : 220 V
- Sistema : Aéreo Trifásico
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Conductor fase : Aluminio Aislado
- Conductor portante : Aleación de Aluminio Aislado
- Estructuras : Poste de concreto de 9/200 daN

### 5.5 Características de Alumbrado Público

Los equipos de alumbrado público, serán instalados teniendo las siguientes consideraciones:

- Tensión nominal : 220 V
- Potencia de equipos : 50 W
- Pérdidas : 10 W

### 5.6 Características de Conexiones Domiciliarias

Las conexiones domiciliarias serán monofásicas, atendiéndose a los usuarios de servicio particular y de uso general. Serán para instalación larga y corta, siendo sus características:

- Tensión : 220 V monofásica
- Acometida corta : hasta 15 m
- Acometida larga : hasta 30 m

## 6.0 CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO DE LA RED PRIMARIA – RED SECUNDARIA

### 6.1 Postes y Crucetas

Se ha previsto la utilización de postes de CAC de 13/300 daN y 13/400 daN que cumplan con las características mecánicas establecidas en las especificaciones técnicas del proyecto.

Las crucetas propuestas son de perfiles de A°G° con las dimensiones especificadas en el proyecto.

Los accesorios metálicos para postes y crucetas que se utilizarán en la red primaria son: pernos maquinados, perno-ojo, tuerca-ojo, perno tipo doble armado, brazo angular, braquete angular, perno con horquilla y arandelas los cuales serán galvanizados en caliente para evitar la corrosión de estos materiales.

## 6.2 Conductor

El conductor a utilizar es de Aleación de Aluminio de 35 mm<sup>2</sup>, la sección del conductor ha sido definida tomando en cuenta los siguientes aspectos:

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

Los dos primeros factores han sido determinantes en la definición de la sección de 35 mm<sup>2</sup> como la sección mínima requerida para este proyecto.

Los accesorios de los conductores que se utilizaran en la red primaria son: grapa de ángulos, grapa de anclaje, grapa de doble vía, varilla de armar, manguito de empalme, manguito de reparación, pasta para aplicación de empalmes, amortiguadores de vibración y alambre de amarre

## 6.3 Aisladores

De acuerdo con los análisis de coordinación de aislamiento y sobre la base de los criterios normalizados por la DGE, se utilizarán aisladores del tipo:

- Polimérico tipo Suspensión de 36 kV.
- Poliméricos tipo Pin de 36 kV.

Los aisladores del tipo Pin se instalarán en estructuras de alineamiento y ángulos de desvío topográfico moderados y los aisladores de Suspensión en estructuras terminales, ángulos de desvío importantes y retención.

Los aisladores seleccionados para el proyecto son de tipo pin y suspensión, indicados en las especificaciones técnicas de suministro de materiales.

## 6.4 Retenidas y Anclajes

Las retenidas y anclajes se instalarán en las estructuras de ángulo, terminal y retención, con la finalidad de compensar las cargas mecánicas que las estructuras no puedan soportar. El ángulo que forma el cable de retenida con el eje del poste no deberá ser menor de 37°.

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

Asimismo, consideran la instalación de aisladores suspensión poliméricos, a fin de cumplir con las exigencias de seguridad del Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.

Las retenidas estarán compuestas por los siguientes elementos:

- Cable de Acero Grado Siemens Martín de 10 mm de diámetro.
- Varillas de anclaje con ojal-guardacabo.
- Perno con ojal-guardacabo para fijación al poste
- Arandela cuadrada plana de 102 x 102 x 6.35 mm.
- Bloque de concreto armado de 0.4 x 0.4 x 0.15 m.
- Aislador tipo suspensión polimérico de 36 kV.
- Enlace metálico de 70 kN.

- Abrazadera de F°G° de cuatro sectores de 70 kN.

## 6.5 Puesta a Tierra

En la Red Primaria se utilizará los siguientes tipos de puestas a tierra:

- En la Red Primaria se utilizarán puestas a tierra en cada estructura tipo PAT-0 (con contrapeso circular).
- Para las estructuras de seccionamiento se instalarán una puesta a tierra del tipo PAT-1, compuesto por una varilla de Cobre; el valor de resistencia de puesta a tierra no será mayor de 25  $\Omega$ .
- En la Subestación de Distribución se contará con una puesta a tierra seleccionada de acuerdo a su resistividad, será del tipo PAT-3, la cual se conectará al borne del neutro de AT, al borne del neutro de BT y la carcasa.

Las puestas a tierra estarán conformadas por los siguientes elementos:

- Electrodo de Cobre de 16 mm  $\varnothing$ , 2.4 m de longitud.
- Conductor de cobre recocido para la bajada a tierra de 25 mm<sup>2</sup> de sección.
- Accesorios de conexión y fijación.
- Tierra negra cernida de cultivo.
- Bentonita sódica (saco de 30 kg).
- Caja de registro de concreto de 0.4 x 0.4 x 0.3 m.

El tratamiento de la puesta a tierra será utilizando bentonita sódica y el empleo de tierra vegetal negra cernida, tal como se muestra en el detalle de armado correspondiente.

## 6.6 Material de Ferreteria

Todos los elementos de fierro y acero, tales como pernos, abrazaderas y accesorios de aisladores, serán galvanizados en caliente a fin de protegerlos contra la corrosión. Las características mecánicas de estos elementos han sido definidas sobre la base de las cargas a las que estarán sometidas.

## 6.7 Transformador de Distribución

El transformador utilizado será trifásico. La potencia nominal del transformador es el que se especifica en los planos y detalles. En su dimensionado se prevé una sobrecarga del 25 %. Las características requeridas son:

- Potencia : 50 KVA
- Fases : Trifásico
- Nivel de Tensión : 22.9  $\pm$  2x2.5 % /0.40-0.23 kV
- Altura : 4,000 msnm
- Grupo de Conexión : Dyn5

## 6.8 Equipo de Protección y Seccionamiento

Se utilizarán seccionadores tipo Cut Out de 27 kV, así como pararrayos tipo polimérico de óxido metal, tipo distribución de 21 kV. Los mismos que se utilizarán en los seccionamientos de derivación y la subestación de distribución.

## 6.9 Tablero de Distribución

El tablero de distribución a utilizarse deberán contar con los equipos de protección, control y medición.

La medición será con medidores electrónicos (totalizador y de alumbrado público). El control del alumbrado público será mediante el uso de interruptores horarios digitales.

Las características de los accesorios se indican en las especificaciones técnicas de suministro de materiales.

#### 6.10 Postes - RS

Para las redes secundarias se ha previsto la utilización de postes de CAC de 9/200 daN de las siguientes características:

Descripción	Postes de CAC
Longitud del poste (m)	9
Diámetro en la punta (mm)	120
Diámetro en la base (mm)	255
Esfuerzo de trabajo (daN)	200
Longitud de empotramiento (m)	1.50

Los accesorios metálicos para postes que se utilizarán en líneas y redes primarias son: pernos maquinados, perno ojo, tuerca-ojo y arandelas los cuales serán galvanizados en caliente para evitar la corrosión de estos materiales.

#### 6.11 Conductores - RS

Se emplearán conductores autoportantes de aluminio aislado, con el portante de Aleación de Aluminio de 25 mm<sup>2</sup>, del tipo CAAI, de las siguientes secciones:

- 3x25+16/25mm<sup>2</sup>
- 3x16+16/25 mm<sup>2</sup>
- 3x16/25mm<sup>2</sup>

Los conductores de fase estarán conformados por cables autoportantes de Aluminio, cableados, con aislamiento y con un portante de Aleación de Aluminio, cableado y aislado.

#### 6.12 Retenidas y Anclajes - RS

Las retenidas y anclajes se instalarán en las estructuras de ángulo, terminal y retención, con la finalidad de compensar las cargas mecánicas que las estructuras no puedan soportar. El ángulo que forma el cable de retenida con el eje del poste no deberá ser menor de 37°. Se instalarán retenidas del tipo horizontal (RI) y del tipo vertical (RV).

Las retenidas estarán compuestas por los siguientes elementos:

- 
- Cable de Acero Grado Siemens Martín de 10 mm de diámetro.
- Varillas de anclaje con ojal-guardacabo.
- Perno con ojal-guardacabo para fijación al poste
- Grapas paralelas de 3 pernos.
- Arandela cuadrada plana de 102 x 102 x 6.35 mm.
- Bloque de concreto armado de 0.4 x 0.4 x 0.15 m.
- Aislador de porcelana tipo tracción, ANSI 54-2.
- 

#### 6.13 Puesta a Tierra - RS

- En las redes secundarias se utilizarán las puestas a tierra con varilla, ubicados en diferentes

estructuras y a una distancia de 200 m aproximadamente entre ellas.

Las puestas a tierra estarán conformadas por los siguientes elementos:

- Electrodo de Cobre de 2.4 m, 16 mm Ø.
- Conductor de cobre recocido para la bajada a tierra de 25 mm<sup>2</sup> de sección.
- Accesorios de conexión y fijación.
- Tierra vegetal negra cernida.
- Bentonita Sódica (saco de 30 kg).
- Caja de registro de concreto de 0.4 x 0.4 x 0.3 m.

El tratamiento de la puesta a tierra será utilizando bentonita sódica y el empleo de tierra vegetal negra cernida, tal como se muestra en el detalle de armado correspondiente.

#### **6.14 Material de Ferreteria - RS**

Todos los elementos de ferreteria son de fierro y acero galvanizado en caliente, como pernos, abrazaderas y accesorios de aisladores; otros elementos son de aluminio anodinado de gran resistencia mecánica como los conectores, grapas de conexión de conductores, etc.

#### **6.15 Alumbrado Público - RS**

El alumbrado público estará compuesto por equipos de Vapor de Sodio de 50 W. Estará conformado por los siguientes elementos:

- Pastorales metálicos con respectivas abrazaderas.
- Luminarias con equipo para lámpara de 50 W
- Lámparas de Vapor de Sodio de 50 W.
- Portafusible aéreo de 5A, 220 V
- Cable N2XY de Cobre de 2 x 2.5 mm

#### **6.16 Conexiones Domiciliarias - RS**

Las conexiones domiciliarias serán de configuración corta y larga, estarán conformadas por los siguientes elementos:

- Conductor concéntrico de Cobre de 2x4 mm<sup>2</sup> de sección.
- Tubo de A°G° de 19 mm de Ø x 6.0 y 2.5 m de longitud.
- Caja metálica portamedidor monofásico.
- Medidor electrónico de energía activa monofásico.
- Templador de A°G° tipo sapito.
- Conectores bimetlicos de perforación y tipo cuña.

### **7.0 ASPECTOS DE DISEÑO ELECTRICO**

#### **7.1 Cálculo de Caída de Tensión y Configuración del Sistema Eléctrico**

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

- La tensión de salida en 22.9 kV, se define en 1.05 pu del valor nominal.

- El porcentaje de caída de tensión no deberá exceder 7.0%.
- Se considera todas las cargas del proyecto para el horizonte de 20 años.

## 7.2 Cálculo de Parámetros de Conductores

Los parámetros del conductor (resistencia y reactancia) se calculan teniendo en cuenta la configuración de los armados, para un sistema trifásico, comprende las impedancias de secuencia positiva, negativa y cero, respectivamente, estos valores se muestran en el capítulo de cálculos justificativos.

## 7.3 Sistema de Protección

Las líneas y redes primarias para las localidades del proyecto tienen como elementos de protección a seccionadores fusibles del tipo Cut-Out que incluye fusibles de tipo K, ubicados en las derivaciones de líneas primarias y en el caso de redes primarias en las subestaciones de distribución.

Para la seguridad y continuidad del servicio se considera la selectividad entre seccionadores fusibles (Cut-Out), considerando que el tiempo de operación de los fusibles es una función del tiempo de la corriente de pre falla y el tiempo de la corriente de falla.

Los pararrayos a emplearse protegerán los transformadores de distribución y evitaren los flameos de los aisladores en la red primaria, ante sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas indirectas.

La capacidad del pararrayo ante sobretensiones temporarias  $TOV_{PR}$ , considerando la amplitud de la tensión máxima que puede producirse en una fase sana ( $TOV_{SIST}$ ), ante una falla monofásica a tierra. Son del tipo autovalvulares de óxido metálico, clase distribución, de 21 kV, 150 kV BIL, 10kA.

## 7.4 Nivel de Aislamiento de Redes Primarias

Las redes primarias y subestaciones de distribución estarán ubicadas entre 35500 m.s.n.m y 3900 m.s.n.m. El nivel de aislamiento mínimo de los equipos eléctricos está dado por los siguientes valores:

- |  |   |         |
|--|---|---------|
| - Tensión nominal del sistema                | : | 22.9 kV |
| - Tensión máxima de servicio                 | : | 25 kV   |
| - Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 | : | 150 kVp |
| - Tensión de sostenimiento a 60 Hz           | : | 50 kV   |

La selección de la distancia de fuga de los aisladores ha sido tomada de la recomendación de la Norma IEC 815, para diferentes niveles de contaminación. La línea de fuga fase-tierra está dada por la siguiente expresión:

$$L_{fuga} = L_{f0} \times U_{MAX} \times f_{ch}$$

Donde:

$L_{fuga}$	:	Longitud de fuga fase-tierra requerida
$L_{f0}$	:	Longitud de fuga unitaria en mm/kV $\phi$ - $\phi$
$U_{max}$	:	Tensión Máxima de Servicio
$f_{ch}$	:	Factor de corrección por altura; $f_{ch} = 1 + 1.25 (msnm - 1\ 000) \times 10^{-4}$

En ambientes limpios deberá considerarse, al menos, la contaminación correspondiente al grado ligero (light), el mismo que le corresponde una longitud de fuga de 16 mm/kV $\phi$ - $\phi$ ; para sistemas en conexión estrella la tensión máxima se calculará de la siguiente manera:

$$U_{m\acute{a}x} = U_n \times 1.05 \times k$$

Donde:

Un: Tensión nominal

k: es el factor que se obtiene al desbalance de tensiones con respecto al neutro.

El área del proyecto se caracteriza por ser una zona alejada del mar, con altitud entre los 3700 y 2900 msnm, y frecuentes lluvias, lo que contribuye a la limpieza periódica de los aisladores.

En consecuencia:  $L_{fuga} = 425 \text{ mm}$

En tal sentido se han seleccionado los aisladores poliméricos tipo pin y suspensión.

## 7.5 Nivel de Aislamiento de Subestaciones de Distribución

Los niveles de aislamiento considerados para el diseño de la subestaciones de distribución son los siguientes:

- |  |   |         |
|--|---|---------|
| - Tensión Nominal  | : | 22.9 kV |
| - Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial                   | : | 50 kV   |
| - Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 $\mu\text{s}$ (interno) | : | 125 kV  |
| - Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 $\mu\text{s}$ (externo) | : | 150 kV  |

## 7.6 Niveles de Cortocircuito

Todo el equipamiento propuesto será capaz de soportar los efectos térmicos y mecánicos de las corrientes de cortocircuito equivalentes a 250 MVA, por un tiempo de 0.2 s; por esta razón la sección mínima de los conductores de aleación de aluminio será de 35 mm<sup>2</sup>.

## 7.7 Sistema de Puesta a Tierra

De acuerdo a los requerimientos del sistema se define el sistema de puesta a tierra de la siguiente manera:

- En la Subestación de distribución se instalarán 03 pozos a tierra (PAT-3); uno para el pararrayos y/o pantalla del cable, el otro para la ferretería y/o masa de todo el sistema y el tercero para la red secundaria, para lograr que el valor de la resistencia eléctrica de la puesta a tierra este dentro valores permisibles como lo estipula la normatividad vigente.
- En el seccionamiento de la Red Primaria se instalará 01 pozo efectivamente puesto a tierra (PAT-1).
- Todas las estructuras contarán con una bajada a tierra; solo conductor como contrapeso (PAT-1C) de toda la ferretería existente.

La resistencia a tierra en cualquier punto estando conectados todas las puestas a tierra de la Subestación será igual o menor a 10 Ohm.

## 8.0 ASPECTOS DE DISEÑO MECANICO

### 8.1 Cálculo Mecánico de Conductores

Los conductores para redes primarias aéreas serán desnudos, de aleación de aluminio AAAC, fabricados según las prescripciones de las normas ASTM B398, ASTM B399 o IEC 1089. Las secciones seleccionadas han sido determinadas en el cálculo de caída de tensión.

Los cálculos mecánicos de conductores permiten determinar los esfuerzos máximos y mínimos para el conductor en las diferentes hipótesis planteadas, de manera que se pueda diseñar adecuadamente las estructuras de la línea.

Las características del conductor utilizado se muestran a continuación:

### Características Técnicas de los Conductores

Sección	Material	Sección mm <sup>2</sup>	Diámetro mm	Coefficiente de dilatación 1/°C	Masa Unitaria N/m	Tiro de rotura N	Módulo de elasticidad Final N/mm <sup>2</sup>	Nº de hilos
35 mm <sup>2</sup>	AAAC	35	7.56	0.000023	0.922	10 353	60 760	7

### Características de los Conductores Autoportantes

Formación	Sección del Cond. Portante (mm <sup>2</sup> )	Diámetro Exterior Total (mm)	Coefficiente de Dilatación Térmica (1/°C)	Masa Unitaria (kg/m)	Módulo de Elasticidad del Portante (kN/mm <sup>2</sup> )
3x35+16/25	25	22.0	0.000021	0.520	60.82
3x25+16/25	25	21.0	0.000021	0.430	60.82
3x16+16/25	25	18.0	0.000021	0.340	60.82
3x35/25	25	22.0	0.000021	0.450	60.82
3x25/25	25	21.0	0.000021	0.370	60.82
3x16/25	25	18.0	0.000021	0.280	60.82

La hipótesis de carga considerada en los cálculos para la ecuación del cambio de estado del conductor se basa en estudio de zonificación del territorio del Perú y las cargas definidas por el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.

### Hipótesis de Cálculo Mecánico de Conductores

#### Hipótesis I: Condición de mayor duración (EDS) Inicial

Temperatura	: 15 °C
Velocidad de viento	: 0 km/h
Espesor del Hielo	: 0 mm
Esfuerzo EDS Inicial	: 18%

#### Hipótesis II: De Máxima Velocidad de Viento.

Temperatura	: 15 °C
Velocidad de viento	: 75 km/h
Espesor del Hielo	: 0 mm
Tiro Máximo Final	: 60 %

#### Hipótesis III: De Mínima Temperatura

Temperatura	: 0 °C
Velocidad de viento	: 0 km/h
Espesor del Hielo	: 0 mm
Tiro Máximo Final	: 60 %

#### Hipótesis IV: De Máxima Carga de Hielo

Temperatura	: 0 °C
Velocidad de viento	: 0 km/h
Espesor del Hielo	: 3 mm
Tiro Máximo Final	: 60 %

#### **Hipótesis V: De Máxima Temperatura**

Temperatura	: 50 °C
Velocidad del viento	: 0 km/h
Espesor del Hielo	: 0 mm
Tiro Máximo Final	: 60 %

(\*): Para esta hipótesis la Temperatura Máxima del Ambiente es 20°C, considerando el fenómeno CREEP (10 °C) obtenemos 30°C, para efectos de cálculo asumiremos 50°C.

El esfuerzo máximo admisible (tangencial) en el conductor, no debe ser superior al 50% del esfuerzo de rotura del conductor "S<sub>r</sub>". El esfuerzo horizontal máximo no será mayor al 50% del esfuerzo de rotura. Para el conductor de AAAC, se tiene:

- Esfuerzo Mínimo de Rotura	: S <sub>r</sub> = 300 N/ mm <sup>2</sup>
- Esfuerzo Máximo Admisible	: S <sub>ma</sub> = 150 N/ mm <sup>2</sup>
- El esfuerzo EDS (Inicial)	: 18 %
- El esfuerzo EDS (Final)	: 15 %

El esfuerzo EDS final, es de 15% del esfuerzo de rotura. Independiente de la resistencia mecánica del conductor, los vanos máximos han sido limitados por espaciado eléctrico en toda la longitud del vano, especialmente en los cambios de configuración de armados.

## **8.2 Diseño Mecánico de las Estructuras**

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

Cargas horizontales:

- Carga debida al viento sobre los conductores y las estructuras y carga debido a la tracción del conductor en ángulos de desvío topográfico, con un coeficiente de seguridad de 2.

Cargas verticales:

- Carga vertical debida al peso de los conductores, aisladores, crucetas, peso adicional de un hombre con herramientas y componente vertical transmitida por las retenidas en el caso que existieran, con un coeficiente de seguridad de 2. Se determinará el vano peso en cada una de las estructuras y para cada una de las hipótesis de diseño, el cual definirá la utilización de una estructura de suspensión o de anclaje.

Cargas longitudinales:

- Cargas producidas por cada uno de los vanos a ambos lados de la estructura y para cada una de las zonas e hipótesis de diseño.

En el caso de rotura de conductor, se han considerado cargas longitudinales equivalentes al 50 % del tiro máximo del conductor.

El factor de seguridad considerado es de 2, con una deformación permanente no mayor a 4% de la longitud útil del poste (deflexión).

### 8.3 Tipos de Estructuras

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

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

- Distancia mínima al terreno en la condición de máxima temperatura.
- Distancia mínima entre fases en la condición de máxima temperatura.
- Angulo de desvío topográfico.
- Vano – viento.
- Vano – peso para las cuatro hipótesis de trabajo del conductor.
- Deflexión máxima del poste igual a 4 % de la longitud útil en las estructuras de cambio de dirección para las hipótesis más críticas

Las estructuras a ser utilizadas en las Redes Primarias, tienen las siguientes características:

Descripción	Postes de CAC	
Longitud del poste (m)	13	13
Diámetro en la punta (mm)	160	180
Diámetro en la base (mm)	340	380
Esfuerzo de trabajo (daN)	300	400
Longitud de empotramiento (m)	1.50	1.50

### 8.4 Coeficientes de Seguridad

- Poste de Concreto : 2
- Cruceta : 2
- Retenida : 2
- Ferrería : 2

### 9.0 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para el presente proyecto la Municipalidad Distrital de Huando realizará un contrato para la operación y mantenimiento por 30 años a título gratuito con empresa concesionaria Electrocentro S.A., de acuerdo a lo indicado y en cumplimiento de la Ley General de Electrificación Rural y su Reglamento.

En el presente proyecto solo considera redes primarias y redes secundarias, por lo que no se ha considerado el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos y la Declaración de Impacto Ambiental. De ser necesario se elaborará en la ejecución de la obra.

### 10.0 PLAZO DE EJECUCION

El plazo de ejecución de la obra, que comprende la construcción de la Red Primaria y Redes Secundarias es de 90 días calendarios, de acuerdo al Cronograma de Ejecución de Obra que se adjunta.

### 11.0 FUENTE DE FINANCIAMIENTO

La ejecución del presente proyecto será financiado por la Municipalidad Distrital de Huando, con recursos ordinarios que provendrán del tesoro público.

## 12.0 VALOR REFERENCIAL

El costo del Proyecto está constituido sobre la base del suministro, transporte, montaje, desmontaje, pruebas y puesta en servicio de la Red Primaria y Redes Secundarias, según las planillas de metrados que requiere la obra.

El valor referencial total que involucra la ejecución del presente proyecto es de S/. **206,287.12** (Doscientos Seis Mil Doscientos Ochenta y Siete con 12/100 Nuevos Soles), se resume en el siguiente Cuadro:

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
A	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES	S/ 98,145.75
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	S/ 43,221.79
C	TRANSPORTE	S/ 10,649.47
D	<b>COSTO DIRECTO (C.D.)</b>	<b>S/ 152,017.01</b>
E	GASTOS GENERALES	S/ 12,161.36
F	UTILIDAD	S/ 10,641.19
G	<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/ 174,819.56</b>
H	I.G.V. (19%)	S/ 31,467.52
	<b>COSTO TOTAL (S/.)</b>	<b>S/ 206,287.12</b>

### UBICACION DEL DISTRITO DE HUANDO

