

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**TESIS**

**“PLANEAMIENTO ELECTROMECAÁNICO, LÍNEA PRIMARIA  
22,9 kV Y DE LA SUBESTACIÓN CERRO CORONA –  
TANTAHUATAY– CAJAMARCA”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRICISTA**

**AUTORES:**

- **BACH. BORDA CAMACHO, EDUARDO**
- **BACH. QUINTANA QUISPE, YAMPIER CARLOS**

**ASESOR:**

**Dr. JUAN HERBER GRADOS GAMARRA**

**BELLAVISTA – CALLAO**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
ELECTRICISTA**

**“PLANEAMIENTO ELECTROMECAÁNICO, LÍNEA PRIMARIA 22,9 kV Y  
DE LA SUBESTACIÓN CERRO CORONA – TANTAHUATAY–  
CAJAMARCA”**

**PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:  
BORDA CAMACHO, EDUARDO  
QUINTANA QUISPE, YAMPIER CARLOS**

**ASESOR:  
Dr. JUAN HERBER GRADOS GAMARRA**

**CALIFICACIÓN:**

**CATORCE (14)**

**Mg. Ing. Alvaro Humberto Velarde  
Zevallos  
Presidente de Jurado**

**Mg. Ing. Santiago Linder Rubiños  
Jiménez  
Secretario de Jurado**

**Ing. Roberto Enrique Solís Farfán  
Vocal de Jurado**

**CALLAO – PERÚ  
2014**

## **DEDICATORIA**

Con todo cariño y amor a mis seres queridos que siempre sacrificaron una vida de placeres y banalidades por darme la oportunidad de ser una persona de bien, de principios y valores éticos profesionales intachables, por brindarme su apoyo y motivación día a día, a ustedes mi agradecimiento y mi amor incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

## **DECLARATORIA EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta tesis de grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA”

## PROLOGO

Los programas de desarrollo para el sector minero, sólo podrán dar todos sus frutos si los conocimientos y tecnologías se comparten efectivamente, si la institución está motivada y empeñada en alcanzar el éxito. A menos que la institución sea la fuerza motriz de su propio desarrollo, no se conseguirán mejoras duraderas en su nivel de vida por mucho que se invierta o se aporten insumos y tecnologías.

La planificación de un proyecto es decisiva en esa tarea por muchos motivos. Por ejemplo, permite a los planificadores consultar con los demás especialistas, para tener en cuenta sus necesidades, actitudes y conocimientos tradicionales, al determinar y formular programas de desarrollo efectivo. Sólo gracias a la planificación los beneficiarios de un proyecto se convertirán en protagonistas, asegurando el éxito de los programas de desarrollo.

Una mejor planificación con todos los líderes de las especialidades respectivas a todos los niveles permite a ésta reconocer los problemas más importantes y encontrar un terreno de acción común, y crea un clima de identificación y participación para poner en práctica sus decisiones.

Además, la planificación implica cambio, nuevas formas de actuación. ¿Tendrán las instituciones la confianza suficiente para conseguir que el proyecto funcione? ¿Adquirirán los nuevos conocimientos y competencias necesarios? Las técnicas de planificación pueden ser instrumentos valiosos para asesorar a las instituciones sobre nuevas ideas y métodos, fomentar la adopción de éstos y mejorar la capacitación en general.

La planificación es también imprescindible para mejorar la coordinación y el trabajo en equipo con el fin de gestionar los programas de desarrollo y obtener apoyo institucional.

Vivimos en la era de la comunicación y estamos empezando a ver sus repercusiones sobre el desarrollo. La planificación para el desarrollo de un proyecto, basada en la experiencia de otros organismos ha alcanzado un nivel en el que puede tener efectos notables y positivos sobre muchos programas de desarrollo.

En esta tesis no solo se promueve el concepto de planificación para el desarrollo de un proyecto minero sino que, también, lo que es más importante, se describe la necesidad de que los responsables de planificación y decisión adopten ciertas posturas para aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece la planificación de un proyecto.

## INTRODUCCIÓN

La importancia de realizar una adecuada planificación estratégica de comunicación y tecnología en las organizaciones del sector minero, es que ésta servirá de apoyo para lograr que los sistemas de información y los recursos empleados estén alineados con alcanzar el desarrollo y éxito de un proyecto.

Esta herramienta proporciona una guía para llevar a una organización a través del proceso de planificación. Cubre la planificación necesaria para realizar una planificación estratégica, incluyendo los antecedentes necesarios para dirigir el proceso y así definir el marco estratégico del proyecto u organización, que es el que le da a las actividades coherencia y dirección.

La planificación presentada está estructurada en etapas, fases, actividades y tareas que están debidamente relacionadas entre sí, de manera que los profesionales que la utilicen tengan una secuencia lógica para poder elaborar un plan estratégico de tecnología de información.

Cabe mencionar que el presente trabajo se ha llevado a cabo asumiendo el reto con seriedad y veracidad, ya que los datos se han obtenido en fuentes de alta credibilidad, con el propósito de solucionar el problema principal que una empresa del sector minero tiene como es la falta de planificación estratégica, la misma que incide en el volumen de rentabilidad.

Esta metodología es una guía formal que fortalecerá el trabajo en la elaboración de un planeamiento de tecnología de información, y permitirá ahorrar tiempo y esfuerzo en el desarrollo de las diferentes tareas.

## INDICE

I.	GENERALIDADES.....	19
1.1.	SUPERFICIE A OCUPAR.....	20
1.2.	USO ANTERIOR Y ACTUAL DEL SUELO .....	20
1.3.	COMPATIBILIDAD DEL USO DEL SUELO .....	21
1.4.	VÍAS DE ACCESO .....	21
1.5.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	21
1.6.	CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA.....	21
1.7.	CALIDAD DE AIRE .....	22
1.8.	NIVELES DE RUIDO PREEXISTENTES.....	22
1.9.	NIVELES DE CAMPOS MAGNÉTICOS PREEXISTENTES.....	22
1.10.	GEOLOGÍA Y GEODINÁMICA.....	22
1.11.	HIDROLOGÍA.....	23
1.12.	SUELOS .....	23
1.13.	CAPACIDAD DE USOS MAYOR DE SUELOS .....	24
1.14.	AMBIENTE BIOLÓGICO .....	24
1.15.	ZONAS DE VIDA.....	26
1.16.	FLORA.....	26
1.17.	FAUNA .....	26
1.18.	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	27
1.19.	AMBIENTE SOCIOECONÓMICO .....	27
1.20.	PRESUPUESTO BASE.....	28
1.21.	PLANOS SE CERRO CORONA 22,9 KV .....	28
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
2.1.	DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	29
2.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	30
2.3.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN. ....	30
2.4.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. ....	30
2.5.	LIMITACIONES Y FACILIDADES.....	35
2.5.1.	LIMITACIONES:.....	35
2.5.2.	FACILIDADES:.....	37

2.6. HIPÓTESIS.....	38
III. FUNDAMENTO TEORICO .....	39
3.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....	39
3.2. LIBRO: "MAS ALLA DE CONGA" .....	39
IV. MARCO TEÓRICO .....	42
4.1. MARCO REFERENCIAL .....	42
4.1.1. Diseño Preliminar:.....	42
4.1.2. Diseño Básico: .....	42
4.1.3. Diseño de Detalle:.....	43
4.1.4. Definición de una Subestación:.....	43
4.1.5. Definición de una Línea Primaria: .....	43
4.2. OBRAS INVOLUCRADAS EN EL PRESENTE PROYECTO: ....	44
4.2.1. Línea Primaria 22,9 kV Cerro Corona – Tantahuatay, 6,96km 45	
4.2.2. Ampliación Subestación Cerro Corona 22,9 kV, 01 bahía en 22,9 kV 45	
4.2.3. Subestación Tantahuatay, 03 bahías en 22,9 kV, Transformador de distribución 22/0,46 kV – 3/3.75 MVA, 01 tablero de control y un tablero de servicios auxiliares .....	45
4.3. CARACTERISTICAS DEL SUMINISTRO.....	46
4.4. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO .....	47
4.4.1. Línea primaria 22,9 kv cerro corona – Tantahuatay, 6,96 km 47	
4.4.2. Ampliación subestación cerro corona 22,9 kV .....	47
4.4.3. Subestación Tantahuatay 22,9/0,46 kv – 3/3.75 MVA.....	47
4.5. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	48
4.6. COSTO DEL PROYECTO .....	48
4.7. CONDICIONES DE UTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS:.....	51
4.8. Infraestructura Disponible .....	52
4.9. Aspectos Sociales .....	53
4.9.1. Aspecto Ambiental .....	53
4.9.2. Actividades Económicas y Social.....	54
4.9.3. Salud .....	54

4.9.4.	Educación .....	54
4.9.5.	Comunicación .....	54
4.9.6.	Servidumbre .....	55
4.10.	LÍNEA DE PRIMARIA .....	57
4.10.1.	Consideraciones de Diseño .....	57
4.10.2.	Diseño de la Línea .....	65
4.10.3.	Descripción del Equipamiento .....	71
4.11.	SUBESTACIONES .....	75
4.11.1.	Descripción de las Subestaciones Asociadas .....	75
4.11.2.	Condiciones de Utilización de los Equipos .....	76
4.11.3.	Alcance del Proyecto Eléctrico .....	76
4.11.4.	Criterios de Diseño .....	77
4.11.5.	Características de los Equipos Principales .....	83
4.12.	OBRAS CIVILES .....	88
4.12.1.	Generalidades .....	88
4.12.2.	Alcance de los Trabajos .....	88
4.12.3.	Criterios de Diseños .....	88
4.12.4.	Obras Civiles a Ser Ejecutadas .....	93
4.13.	SISTEMA DE COMUNICACIONES .....	95
4.13.1.	DIAGRAMA DE GANTT .....	96
V.	METODOLOGIA .....	97
5.1.	RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN. 97	
5.2.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	97
5.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	97
5.4.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	98
5.5.	ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN (DESCRIPCIÓN EN TÉRMINOS GENERALES) .....	98
5.6.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	98
5.7.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 98	
VI.	RESULTADOS .....	99
6.1.	ANÁLISIS TÉCNICO .....	99

6.2. GRÁFICAS DE INDICADORES INICIALES DEL PROYECTO DE TESIS: .....	102
6.3. ANALISIS ECONOMICO .....	106
VII. CONCLUSIONES .....	108
VIII. RECOMENDACIONES .....	109
IX. REFERENCIAS.....	110
9.1. NORMAS.....	110
9.2. LIBROS DE ESTILO .....	111
X. ANEXOS .....	112

## CONTENIDO DE CUADROS

N° de Cuadro	Descripción del Cuadro	Pág.
Cuadro N° 1.0:	Ubicación Geográfica del Proyecto	20
Cuadro N° 2.0:	Regulaciones Ambientales a ser Tomadas en Cuenta en el Proyecto	24
Cuadro N° 3.0:	Evolución del Índice Mensual de la Producción Nacional: Enero 2014 (Año base 2007)	31
Cuadro N° 4.0:	Contribución a la Variación de la Producción Nacional, según Actividad Económica: Enero 2014	34
Cuadro N° 5.0:	Coordenadas UTM – PSAD 56	46
Cuadro N° 6.0:	Planeamiento Electromecánico de la Línea Primaria 22,9 kV y de la Subestación Cerró Corona – Tantahuatay– Cajamarca	48
Cuadro N° 7.0:	Planeamiento Electromecánico - Detalles	49
Cuadro N° 8.0:	Relación de Propietarios Afectados por El paso de la Línea de Transmisión	56
Cuadro N° 9.0:	Cuadro de Vértices	66
Cuadro N° 10.0:	Tipos de Estructuras	67
Cuadro N° 11.0:	Prestaciones de Estructuras	68
Cuadro N° 12.0:	Características de los Postes de Madera	72
Cuadro N° 13.0:	Distancia de Seguridad	80
Cuadro N° 14.0:	Distancias de Seguridad Respecto a las Partes con Tensión (En base al factor BIL)	81
Cuadro N° 15.0:	Cuadro Económico del Proyecto.	106
Cuadro N° 16.0:	Resumen – Presupuesto Base del Proyecto.	107

## CONTENIDO DE FIGURAS

N° de Figura	Descripción de la Figura	Pág.
Figura N° 1.0:	Esquema de Conexión del Proyecto	19
Figura N° 2.0:	Índice de la Variación de la Producción Nacional Enero 2010 – Enero 2014	32 33
Figura N° 3.0:	Índice del Sector Minería e Hidrocarburos	80
Figura N° 4.0:	Curva S Inicial de Construcción Semanal	103
Figura N° 5.0:	Control de Equipos de Producción	103
Figura N° 6.0	Control de Personal Directo	104
Figura N° 7.0:	Curva S Final de Curva de Construcción	105
Figura N° 8.0:	Control de Equipos de Producción Final	105
Figura N° 9.0:	Control de Personal Directo Final	106



## RESUMEN

Este trabajo resume los resultados de trabajar con una correcta y adecuada planificación sobre las riendas de la rentabilidad de las empresas mineras, puesto que el Planeamiento Electromecánico de la línea primaria 22,9 kV y de la subestación cerro corona – Tantahuatay– Cajamarca servirá para abastecer de Energía a las empresas mineras la cual aportara nuevos conceptos y enfoques a la planificación y presentara procedimientos que le permiten al empresario minero, de una manera práctica, formular planes para el futuro de la empresa.

En la actualidad los cambios suceden con gran rapidez y el tratar de pronosticarlos implica el riesgo de equivocarse. Si el Planeamiento Electromecánico de la línea primaria 22,9 kV y de la subestación cerro corona – Tantahuatay– Cajamarca puede responder ágilmente a los cambios imprevistos, desaparece la necesidad de pronosticarlos. La meta de este trabajo no es capacitar a los empresarios para que preparen mejores pronósticos, sino aumentar su capacidad de planificar los proyectos para aumentar significativamente la rentabilidad de los mismos.

## **ABSTRACT**

This paper summarizes the results of working with a correct and proper planning on the reins of the profitability of mining companies, since the primary Electromechanical Planning Online 22.9 kV substation and crown hill - Tantahuatay-Cajamarca serve to supply Energy mining companies which furnish new concepts and approaches to planning and present procedures that allow the mining entrepreneur, in a practical way, to formulate plans for the future of the Company.

Currently changes happen very quickly and try to forecast them involves the risk of being wrong. If the Planning Electromechanical primary 22.9 kV line and substation Crown Hill - Tantahuatay-Cajamarca can respond quickly to unforeseen changes, the need to forecast them disappears. The goal of this work is to empower entrepreneurs to prepare better forecasts but increase your ability to plan projects to significantly increase their profitability.

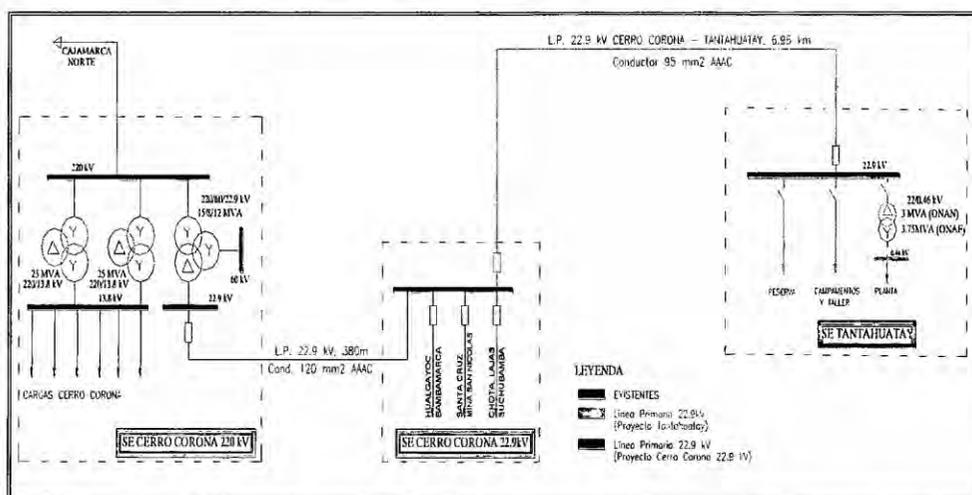
## I. GENERALIDADES

La Compañía Minera Coimolache S.A. estuvo desarrollando el proyecto minero Tantahuatay, para lo cual requiere de energía eléctrica para la explotación de materia prima. Así mismo trajo el desarrollo y progreso del País así como de las comunidades aledañas de Cajamarca – Hualgayoc, por medio de generación de empleos y trabajos sociales en favor de los mismos.

Estudios preliminares determinaron que el suministro eléctrico para la unidad Minera Tantahuatay, sería desde la nueva subestación Cerró Corona 22,9 kV, a través de una Línea Primaria en 22,9 kV. Para tal fin, la Compañía Minera Coimolache S.A. desarrollo el estudio definitivo del Proyecto “Línea Primaria 22,9 kV Cerro Corona - Tantahuatay, 6,96 km”, incluyendo la subestación principal. Dicho Proyecto fue enlazado con el Sistema Interconectado Nacional a través de la L.T 220 kV Cajamarca Norte – Cerro Corona, tal como se señala en el esquema siguiente.

Figura N° 1.0

### ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL PROYECTO



El área del Proyecto se ubica en el departamento de Cajamarca,

Provincia de Hualgayoc y distrito de Hualgayoc, cuyas coordenadas UTM, se indica a continuación.

**Cuadro N° 1.0**  
**UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO**

Descripción	Coordenadas UTM – PSAD 56		Altitud (m)
	Norte (m)	Este (m)	
Subestación Cerro Corona	9 251,062.87	762,093.17	3,884.87
Subestación Tantahuatay	9 254,220.89	756,999.40	3,872.36

### 1.1. SUPERFICIE A OCUPAR

La instalación de la línea primaria 22,9 kV tiene una longitud de aproximadamente 6.96 km, partiendo de la subestación de Cerro Corona hasta la subestación Tantahuatay, ubicada en la Planta de Procesos del proyecto minero Tantahuatay, distrito de Hualgayoc, asumiéndose que ello incluye las instalaciones propuestas en el proyecto. El área en donde se estableció la Línea Primaria, contando con la franja de servidumbre (11m de ancho), es de 7,66 Ha aproximadamente.

### 1.2. USO ANTERIOR Y ACTUAL DEL SUELO

El uso del suelo en la zona donde se estableció la línea primaria es principalmente el pastoreo de ganado y pequeña agricultura de riego, las cuales se realizan con fines comerciales y de subsistencia. La mayor parte de las tierras que anteriormente se dedicaron a la agricultura, actualmente se encuentran en descanso, y la mayor parte de la población se encuentra empleada en las explotaciones mineras.

En relación al área que ocupó la línea primaria propiamente dicha, los terrenos por donde se tendió la línea pertenecen a la

comunidad de Coimolache, en tal sentido se afectó algunos terrenos de pastoreo y de cultivo.

### **1.3. COMPATIBILIDAD DEL USO DEL SUELO**

Existe compatibilidad del uso con la instalación de la línea primaria. La instalación afecta en forma mínima terrenos de cultivo o de pastoreo.

### **1.4. VÍAS DE ACCESO**

Las principales vías de acceso al área del proyecto son la carretera Panamericana Norte – Cajamarca 820 km, con un recorrido asfaltado de 35 km. hasta la subestación Cajamarca Norte, de este punto sigue una carretera afirmada de 50 km aproximadamente que une Cajamarca con la Provincia de Hualgayoc hasta la zona de las Obras ubicada en el distrito de Hualgayoc.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto de Instalación de la línea primaria justificó su ejecución por lo siguiente:

Llevar un suministro de energía eléctrica a la nueva unidad minera Tantahuatay en forma permanente, confiable y económica.

### **1.6. CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA**

El área de influencia del proyecto se encuentra localizada aproximadamente entre los 3500 y los 4046 m.s.n.m, zona clasificada como sub-húmeda y fría, con una estación de lluvias y una estación seca bien definida. El clima en elevaciones por encima de los 4000 m.s.n.m. es húmedo y frío. Aunque ambas zonas permanecen húmedas a lo largo del año. El periodo entre los meses de octubre y abril recibe la mayoría de las precipitaciones anuales y es considerado como la estación de lluvias.

## **1.7. CALIDAD DE AIRE**

De acuerdo a las observaciones hechas en campo se ha localizado fuentes de emisión de gases, provenientes de la actividad minera, generando material particulado en el ambiente, así mismo otro factor de producción de material particulado es el constante tránsito de vehículos que recorren los caminos carrozables de la zona, por otra parte y de acuerdo al trazo de la Línea Primaria, el aire del ambiente corresponde a una zona de carácter netamente rural con ausencia de elementos contaminantes en el ambiente. Considerándose por lo tanto encontrarse dentro de los límites máximos permisibles para el sub sector Energía del Ministerio de Energía y Minas.

## **1.8. NIVELES DE RUIDO PREEXISTENTES**

Para la parte del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se realizaron mediciones puntuales de ruido en el área del proyecto, que resultaron por debajo del nivel límite establecido por el ECA (Estándares de Calidad Ambiental) para Ruido (80 dBA).

## **1.9. NIVELES DE CAMPOS MAGNÉTICOS PREEXISTENTES**

Para la parte del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se realizaron mediciones puntuales de campos magnéticos en los puntos extremos del área del proyecto. Resultando 0.0  $\mu\text{T}$  (0.0 mG), en el área de la futura Subestación Tantahuatay y 0.26  $\mu\text{T}$  (2.6 mG) en el área cercana a la Subestación Cerro Corona, debajo del estándar de 83.3  $\mu\text{T}$  (833 mG).

## **1.10. GEOLOGÍA Y GEODINÁMICA**

El área de estudio políticamente pertenece a la provincia de Hualgayoc, distrito de Hualgayoc en el departamento de Cajamarca. Geológicamente pertenece al Cuadrángulo de Chota

14-f. Boletín N° 38 INGEMMET. Las unidades geomorfológicas en la zona del proyecto son la Cordillera Occidental, Glaciación y Altiplanicies.

La ubicación geográfica del área de influencia del proyecto es la Cordillera de los Andes. Las características geológicas y la evolución tectónica regional, ponen de manifiesto la importante actividad sísmica existente en las inmediaciones de las instalaciones de la Línea de Transmisión. Dicha actividad no es exclusiva del área del proyecto, ya que los sismos afectan, con mayor a menor intensidad, todo el territorio peruano, por ubicarse en el borde del Pacífico oriental y en las proximidades de la denominada "Zona de Benioff", dentro del área de interacción de las Placas Continental Sudamericana y Nazca, soportando profundos cambios de masas corticales, con atributos de alta actividad sísmica.

#### **1.11.HIDROLOGÍA**

En el área de influencia del proyecto se ha encontrado la existencia de dos ríos que recorren sus aguas de oeste a este, conocidos con el nombre de río Tingo Maygasbamba y río Tranca Pujupe y estos a su vez desembocan en el río Llaucano principal recurso hidrológico de la provincia que forma el valle de Llaucano, otros componentes hídricos son los manantiales y riachuelos que incrementan su caudal en épocas de lluvias.

#### **1.12.SUELOS**

La superficie donde recorre el trazo de la Línea Primaria 22,9 kV, está conformada principalmente por suelos clasificados como Andosoles e Histosoles, característicos de esta región altitudinal del Perú.

### 1.13.CAPACIDAD DE USOS MAYOR DE SUELOS

La capacidad de uso mayor de la tierra se define como el máximo potencial del suelo para sustentar diferentes usos de la tierra. En el área de emplazamiento e influencia directa del presente proyecto, el suelo posee la siguiente Capacidad de Uso Mayor:

Tierras Aptas para Pastos – P1c y P1c-x

Tierras o suelos de protección – X y XP2e

### 1.14.AMBIENTE BIOLÓGICO

La Constitución Política del Perú constituye el marco básico general de la política ambiental ya que señala que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales (art. 67°). También señala que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida (art. 2°, inc. 22°). Los recursos naturales son clasificados como renovables y no renovables y los considera patrimonio de la nación (art. 66°).

En base a ello existe una serie de regulaciones ambientales del sector energía (sub sector electricidad) y regulaciones generales que son aplicables al presente proyecto energético, siendo los más importantes los dispositivos legales que se muestran en el Cuadro N° 1.2.

**Cuadro N° 2.0**  
**REGULACIONES AMBIENTALES A SER TOMADAS EN**  
**CUENTA EN EL PROYECTO**

REGULACIONES DEL SUB SECTOR ELECTRICIDAD	
Regulaciones sobre actuación ambiental, seguridad y salud:	
D.S. N° 29-94-EM	Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas

R.D. N° 008-97-EM/DGAA	Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos para las Actividades de Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica.
R.M. N° 161-2007-MEM/DM	Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas
Regulaciones sobre aspectos administrativos:	
Ley N° 25844	Ley de Concesiones Eléctricas y Modificatorias aprobadas por Ley No. 26980 y Ley No. 27239.
D.S. N° 009-93-EM	Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas y Modificatorias.
D.S. N° 061-2006-EM	Aprueba el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Energía y Minas.
D.S. N° 025-2003-EM	Aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas y modificatorias.
Regulaciones sobre fiscalización energética:	
D. S. N° 029-97-EM	Reglamento de fiscalización de las Actividades Energéticas por Terceros.

REGULACIONES GENERALES	
Regulaciones sobre actuación ambiental y salud:	
Ley N° 28611	Ley General del Ambiente.
Ley N° 27446	Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental.
Ley N° 26834	Ley de Áreas Naturales Protegidas
D.S. N° 038-2001-AG	Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas
Ley N° 27314	Ley General de Residuos Sólidos.
D.S. N° 057-2004-PCM	Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos.
D.S. N° 074-2001-PCM	Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
D.S. N° 085-	Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad

2003-PCM	Ambiental de Ruido.
D.S. N° 010-2005-PCM	Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.
Ley N° 26842	Ley General de Salud.
R.M. N° 510-2005/MINSA	Manual de Salud Ocupacional

### 1.15.ZONAS DE VIDA

Las zonas de vida es un concepto que fue propuesto inicialmente por Holdridge (1947), quien dio a conocer una teoría para la determinación de las formaciones vegetales partiendo de datos climáticos. Según el Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1994) las Zonas de Vida, caracterizadas para la zona de emplazamiento del proyecto son:

Bmh-MT: Bosque muy húmedo Montano Tropical.

Bh-MBT: Bosque húmedo Montano Bajo Tropical.

### 1.16.FLORA

La flora evaluada está representada por las escasas y limitadas especies arbóreas, arbustivas, ornamentales, pastos, medicinales y aromáticas propias de la zona media y alta, de clima templado a frígido y resistentes al medio atmosférico de la zona donde se desarrolla el presente estudio.

### 1.17.FAUNA

La diversidad de fauna de los ecosistemas existentes es relativamente baja comparada con otros tipos de hábitat. La fauna está representada principalmente por especies de mamíferos y aves asociadas al ambiente terrestre, como: venados, vizcachas, vicuñas, zorro andino y otras aves menores

## **1.18.ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

En el área de influencia del estudio no existen áreas naturales protegidas de acuerdo a la clasificación del SINANPE.

## **1.19.AMBIENTE SOCIOECONOMICO**

El espacio geográfico donde se emplaza las instalaciones eléctricas del proyecto (Instalación de La Línea Primaria de Tensión 22,9 kV Cerro Corona – Tantahuatay - Cajamarca) comprende una franja de 11 m de ancho a lo largo de 6 km que corre en forma casi paralela con la delimitación del distrito de Cotilluc y en pequeña proporción casi paralela con el distrito de Chungur, iniciándose en el Cerro Corona y culminando en el centro poblado El Tingo Distrito de Hualgayoc, provincia de Hualgayoc.

A lo largo de su recorrido, la línea de transmisión cruza por los centros poblados del distrito de hualgayoc con importancia económica para la región, entre las principales centros poblados tenemos a El tingo, Pilacones y Coymolache pertenecientes al distrito de Hualgayoc.

La población al año 2005 para el distrito de Hualgayoc es de 15803 habitantes, de los cuales aproximadamente 92.94% pertenecen al ámbito rural, representando el 14687 del total de la población del distrito. Del total de viviendas del distrito de Hualgayoc (19702) hasta el año 2005 sólo el 7.39 % de las viviendas disponían de alumbrado eléctrico, mientras el 66.84% utiliza mecheros y lamparines de kerosene, 24,61% utilizan velas y el 0,65% otros tipos de alumbrados. El hospital más cercano a la zona en estudio se encuentra en la provincia de Chota a lado sur de la provincia de Hualgayoc de nombre José Soto Cadenillas.

En el distrito de Hualgayoc se dedica a la actividad agrícola en un 76%, a servicios 6,8% y correspondiente a los asalariados la

conforman un 27,8% seguida por otras actividades en menor escala.

El procedimiento que nos permitirá lograr los objetivos de la presente investigación implicará la observación directa en el área donde se desarrolla el estudio, así como de entrevistas informales a personas expeditas en el tema, recopilando así información relevante para la elaboración de los indicadores estadísticos herramientas para una conclusión objetiva.

#### **1.20.PRESUPUESTO BASE**

El Presupuesto Base del Proyecto fue elaborado asumiendo la Ejecución del Proyecto SE Cerro Corona 22,9 kV, cualquier variación ó la no ejecución de alguna actividad de dicho Proyecto, alteró nuestro Presupuesto del Proyecto.

#### **1.21.PLANOS SE CERRO CORONA 22,9 KV**

El mando, control y medición de la SE Cerro Corona 22,9 kV está mediante controlador de bahías desde la sala de control de la SE Cerro Corona 220kV, dicha conexión ha sido instalado a través de fibra óptica mediante ductos de concreto de 2 vías.

El Proyecto Cerro Corona 22,9 kV ha diseñado los pórticos con postes de concreto armado de 12m. Al respecto, se recomendó que dichos pórticos deberán ser de Celosía Metálica.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

La Compañía Minera Coimolache S.A., tuvo la visión y misión de ejecutar y mejorar vías de acceso existentes para el traslado de las unidades móviles que transporten personal de supervisión, ejecución y/o suministros o herramientas hacia el interior y exterior de la minera. Del mismo modo mantener el libre tránsito de las personas que habitan en las localidades cercanas como aledaños y el tránsito de sus animales que circulan por la misma con el fin de una supervivencia (alimentación) o traslado con fines de lucro (trueques de animales por insumos de alimentos). Todos estos grandes cambios con el propósito principal de poder obtener los recursos para la ejecución del proyecto a tiempo exacto y adecuado, obtener respaldo técnico de las empresas comprometidas en ejecución, y supervisión del sector eléctrico por parte del estado, en forma rápida, permanente, confiable y económica.

Por otro lado este estudio tiene por interés secundario presentar los documentos técnicos necesarios (monto total de la Inversión, que contiene entre otros; los suministros de los equipos, las obras civiles y electromecánicas, los costos Intangibles como son: estudio de ingeniería, asesoría de suministros, ingeniería de detalle y otros), que permitan demostrar un planeamiento requerido para el proyecto, pero que deja en claro que una mediana o un pésimo planeamiento trae como consecuencias disminución en la rentabilidad y en algunos casos pérdidas en la ejecución de un proyecto minero.

La importancia de un planeamiento correctamente establecido y supervisado permite orientar y comprometer los objetivos

establecidos que fusione los aspectos técnicos, comerciales y de gestión en una herramienta capaz de permitirnos optimizar tiempo y costos en nuestro proyecto de “PLANEAMIENTO ELECTROMECHANICO LINEA PRIMARIA 22,9 kV Y SUBESTACION CERRO CORONA – TANTAHUATAY – CAJAMARCA.

Este estudio se realiza debido a la falta de energía eléctrica para el funcionamiento del Centro Minero el CERRO CORONA – TANTAHUATAY - CAJAMARCA.

## **2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿La falta de un Planeamiento Electromecánico de la Línea Primaria 22,9 kV y de la Subestación Cerro Corona – Tantahuatay – Cajamarca, afecta de manera significativa la ejecución del proyecto minero COIMOLACHE?

## **2.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

Elaborar el Planeamiento Electromecánico de la Línea Primaria 22,9 kV y de Subestación Cerro Corona – Tantahuatay - Cajamarca.

## **2.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

El instituto nacional de estadística e informática informo que, la producción nacional en el primer mes del año 2014 registro un crecimiento de 4,23%, logrando 54 meses de crecimiento ininterrumpido, sustentado en la evolución favorable de todos los sectores, con excepción de la pesca. Entre los sectores que aportaron más al crecimiento figuran financiero y seguros, minería

e hidrocarburos, comercio, transporte, almacenamiento, correo y mensajería, y servicio prestado a empresas.

En el periodo anualizado febrero 2013 enero 2014 la actividad económica del país se expandió en 5,44%.

**Cuadro N° 3.0**  
**EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE MENSUAL DE LA PRODUCCIÓN**  
**NACIONAL: ENERO 2014 (AÑO BASE 2007)**

Sector	Ponderación 1/	Variación Porcentual	
		Enero 2014/2013	Feb 2013-Ene 2014/ Feb.2012-Ene.2013
Economía Total	100,00	4,23	5,44
DI-Otros Impuestos a los Productos	8,29	1,08	3,75
<b>Total Industrias (Producción)</b>	<b>91,71</b>	<b>4,54</b>	<b>5,60</b>
Agropecuario	5,97	1,95	1,22
Pesca	0,74	-17,61	14,10
Minería e Hidrocarburos	14,36	5,55	4,97
Manufactura	16,52	0,42	4,58
Electricidad, Gas y Agua	1,72	5,05	5,45
Construcción	5,10	3,20	7,44
Comercio	10,18	4,68	5,81
Transporte, Almacenamiento, Correo y Mensajería	4,97	4,27	6,16
Alojamiento y Restaurantes	2,86	7,07	6,44
Telecomunicaciones y Otros Servicio de Información	2,66	6,14	7,93
Financiero y Seguros	3,22	13,88	11,21
Servicios Prestados a Empresas	4,24	7,55	6,17
Administración Pública, Defensa y otros	4,29	4,49	5,16
Otros Servicios 2/	14,89	5,71	4,71

Nota: El cálculo correspondiente al mes de enero 2014 ha sido elaborado con información disponible al 13-03-2014

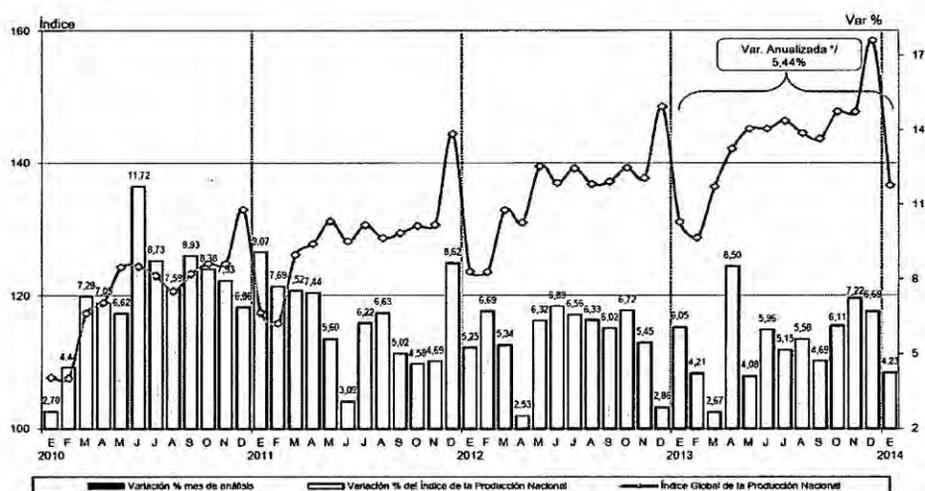
1/Corresponde a la estructura del PBI año base 2007

2/ Incluye servicios inmobiliarios y servicios personales.

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática, Ministerio de Agricultura y Riego, Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de la Producción, Ministerio de transporte y Comunicaciones, Superintendencia de Banco, Seguros y AFP,

Ministerio de Economía y Finanzas, Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, y Empresas Privadas.

**Figura N° 2.0**  
**ÍNDICE DE LA VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL**  
**ENERO 2010 – ENERO 2014**



\*/ Últimos 12 meses

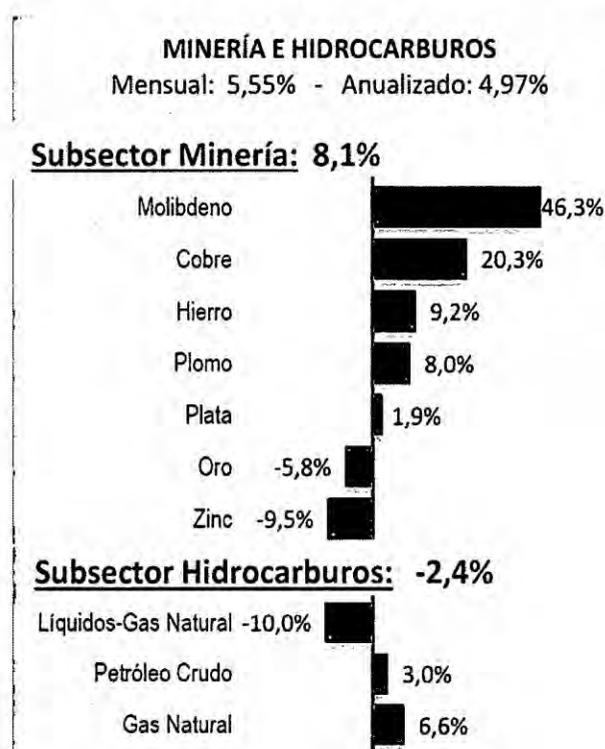
**Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática**

El sector minería e hidrocarburos creció en 5,55%, por la expansión de la actividad minera metálica en 8,13% sustentada en los mayores volúmenes de producción de cobre, molibdeno, hierro, plomo, plata y estaño; en tanto que, la extracción de hidrocarburos descendió en 2,43% por el menor nivel de explotación de líquidos de gas natural.

El crecimiento de la actividad minera metálica fue determinado por el mayor volumen de producción de cobre, molibdeno, hierro, plomo, plata y estaño. El avance de la actividad refleja la mayor producción de las empresas mineras, asociada a mejoras técnicas y operativas, a la ejecución de diversos proyectos de ampliación y

modernización de operaciones y a la puesta en marcha de nuevas unidades productivas con una contribución relevante al desarrollo de la minera, entre las que destacan Antapacay (noviembre 2012); Brexia Goldplata Perú (Abril 2013); Apumayo (setiembre 2013), Treveli Perú (Abril 2013), y Minera Chinalco Perú (enero 2014) por el inicio de operaciones del proyecto cuprífero Toromocho.

**Figura N° 3.0**  
**ÍNDICE DEL SECTOR MINERÍA E HIDROCARBUROS**

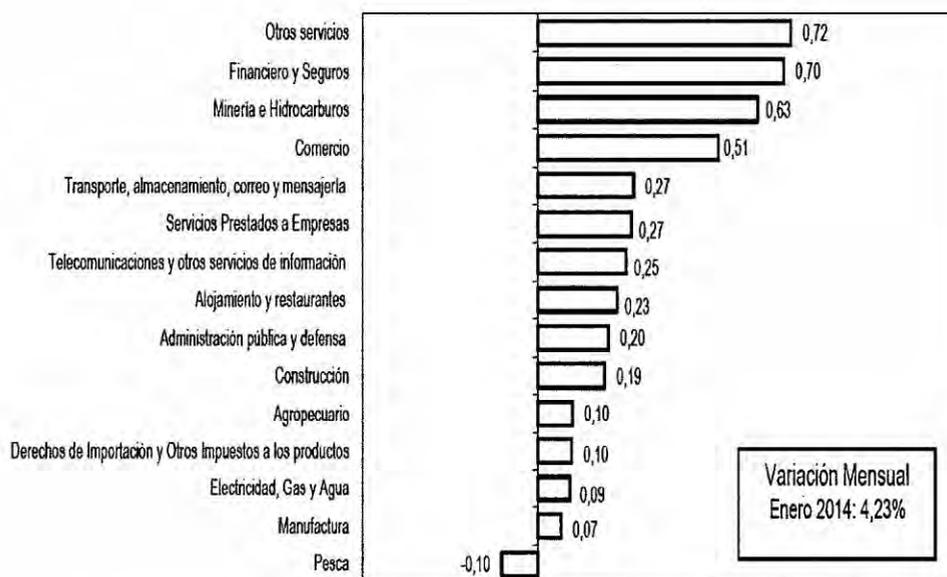


El crecimiento alcanzado por la producción nacional (4,23%) en enero de 2014, fue determinado por el aporte del sector otros servicios con 0,72 puntos porcentuales, seguido de financiero y seguros con 0,70 puntos, minería e hidrocarburos 0,63 puntos, comercio 0,51 puntos, transporte, almacenamiento, correo y mensajería 0,27 puntos, servicios prestados a empresas 0,27

puntos, telecomunicaciones y otros servicios de información 0,25 puntos, alojamiento y restaurantes 0,23 puntos, Administración pública y defensa 0,20 puntos, construcción 0,19 puntos, agropecuario 0,10 puntos, electricidad, gas y agua 0,09 puntos, manufactura 0,07 puntos. Mientras que pesca le restó 0,10 puntos al resultado global.

Los derechos de importación y otros impuestos contribuyeron con 0,10 puntos a la variación total.

**Cuadro N° 4.0**  
**CONTRIBUCIÓN A LA VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**  
**NACIONAL, SEGÚN ACTIVIDAD ECONÓMICA: ENERO 2014**



El presente plan de tesis nace a partir de las deficiencias que existen en el planeamiento logístico actual de los proyectos mineros de ingeniería eléctrica. Si bien el proyecto se basa solamente en el proyecto “Planeamiento Electromecánico, Línea Primaria 22,9 kV y Subestación Cerro Corona – Tantahuatay -

Cajamarca”, este problema se puede estar dando en otros proyectos mineros donde también es fundamental el plan logístico.

Si bien la curricular actual de la escuela profesional de Ingeniería Eléctrica no hace énfasis en la gestión, logística y administración de los proyectos eléctricos, es importante que los futuros profesionales de ingeniería eléctrica sean capaces no solo de calcular y diseñar proyectos de ingeniería sino también capaces de gestionar desde el aspecto técnico - económico todo proyecto de la especialidad.

## 2.5. LIMITACIONES Y FACILIDADES.

### 2.5.1. LIMITACIONES:

- La presente investigación en el tiempo sólo alcanza o comprende, 09 meses de proyecto incluyendo en este tiempo ampliaciones de ejecución por partidas no consideradas inicialmente en el presupuesto inicial.
- La investigación se limita a aspectos de planeamiento de proyectos mineros del sector eléctrico, elementos empleados del mismo como la Ingeniería Mecánica, Ingeniería Medio Ambiente, Ingeniería Civil entre otros y no discute los resultados obtenidos bajo otras prácticas de proyectos mineros ajenos al planteado.
- El presupuesto se limita analizar la falta de un planeamiento de proyecto minero de la línea primaria 22.9 kV y subestaciones cerro corona – tantahuatay – Cajamarca.
- Los investigadores sólo pueden dedicar 2 días a la investigación.

- Los investigadores sólo tienen acceso en 2 horarios a los centros de información.
- La inversión estimada para la ejecución del proyecto fue considerada de acuerdo a las coordinaciones que se tuvieron aprobadas por el Gerente de Operaciones de la Unidad Minera Coimolache, ya que no pudo ser más de esto porque los superintendentes de la empresa minera, no quieren ventilar egresos monetarios para un estudio de tesis.
- El proyecto será válido en el periodo de tiempo en el que este se realice, con los datos proporcionados por la empresa en ese momento, debido a que puede haber cambios en las finanzas de la empresa o en los mercados internacionales.
- La información base adicional proporcionada por los proveedores, a la fecha de inicio del proyecto, y sus proyecciones están en base a la misma, cualquier cambio o tiempo, modificara las cifras financieras.
- De las demás empresas mineras que se proyectan realizar inversiones en el sector eléctrico con el objetivo de abastecer sus unidades mineras de energía eléctrica de manera confiable, no se tiene información detallada, ya que esta es confidencial debido a que es un proyecto de inversión de capital.
- La decisión de la implementación del proyecto desarrollado, queda a discreción de los socios de las empresas mineras.

- Por las políticas de la empresa, la revelación de los nombres reales, algunas cifras y cierta información que consideran importantes de reguardar, no serán mencionadas en este proyecto.
- Esta investigación se llevará a cabo usando análisis estadístico de proyectos ejecutados de conocimiento público, ya que muchas veces las empresas privadas mantienen en confidencialidad sus estadísticas, por lo tanto la herramienta principal será el análisis de datos obtenido de proveedores, proyectos públicos de líneas primarias, fuentes bibliográficas y datos de campo.
- Parte de la formación de los actuales ingenieros electricistas se deben orientar al análisis de los fenómenos físicos propios de la naturaleza, sin embargo la realidad del mercado actual de los proyectos de ingeniería eléctrica implica que los nuevos ingenieros electricistas tengan también sólidos conocimientos y criterios de gestión, lo cual impulsa el enfoque de esta investigación a campos algo relegados como administración, jefatura, logística y gerencia de proyectos.

#### **2.5.2. FACILIDADES:**

- Se contó con el apoyo parcial de la Gerencia General de la empresa minera Coimolache para el desarrollo de la tesis, y se nos proporcionó las facilidades que el casi requería para el desarrollo efectivo del presente trabajo de investigación.

- Se contó también con el apoyo del Superintendente de Obras y proyectos el Ing. Fabio Mallqui Ayala de la empresa Consorcio Energético de Huancavelica S.A., empresa que ejecuto la construcción del proyecto eléctrico para la minera.

## **2.6. HIPÓTESIS**

Con la implementación del proyecto de Planeamiento Electromecánico, Línea Primaria 22,9 kV y Subestación de Cerro Corona - Tantahuatay, de la localidad de Cajamarca mejoraremos la productividad de los Centros Mineros y optimizaremos los tiempos de ejecución de los proyectos.

### **III.FUNDAMENTO TEORICO**

#### **3.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

La Compañía Minera Coimolache S.A., tiene la visión y misión de ejecutar y mejorar vías de acceso existentes para el traslado de las unidades móviles que transporten personal y/o suministros hacia dentro y fuera de la minera, así como también para el libre tránsito de las personas y animales que circulan por la misma, esto con el fin de poder obtener el suministro para ejecución del proyecto, respaldo técnico de las empresas comprometidas en ejecución, y supervisión del sector eléctrico por parte del estado, en forma rápida, permanente, confiable y económica.

#### **3.2. LIBRO: “MAS ALLA DE CONGA”**

**AUTOR: JOSE DE ECHAVE Y ALEJANDRO DIEZ**

El reciente anuncio de la empresa Newmont de que si no se reanuda el Proyecto Conga reasignaría la inversión hacia otro país ha generado inmensa preocupación. La alerta sobre fuga de inversiones viene siendo utilizada hace ya algún tiempo como el cuco, para así evitar reformas en el sector. Sí, aquello que el Presidente Humala llamó la “nueva minería”.

Queremos inversión en minería, pero esta atracción de inversiones no debe hacerse a cualquier costo. Hoy el Perú ocupa el 6to lugar en el ranking mundial de destino de inversiones en metales no ferrosos (Metal Economics Group). Esta condición debe permitirnos repensar nuestra relación con dichas inversiones, de manera que no limitemos la agenda nacional para la gobernabilidad del sector.

Del caso Conga, tenemos mucho que reflexionar y aprender. 'Más allá de Conga', la reciente publicación del Eco. José De Echave (ex Viceministro de Gestión Ambiental) y del Dr. Alex Diez (PUCP), constituye un muy valioso aporte para el debate de la "nueva minería" en el Perú.

Por su lado, Fernando Rospigliosi (sociólogo) realizó sus comentarios sosteniendo que "el Perú ha crecido gracias a la minería". Y que el libro antes de desarrollar el contexto Cajamarquino, debió abordar previamente el contexto nacional. Mencionó que el Perú es ahora menos atractivo para la inversión minera por los conflictos y por la lentitud en la aprobación de estudios. Recordó que las empresas están para dar utilidades y NO para disminuir pobreza o dar inclusión. Insistió en que el canon cajamarquino ha sido desaprovechado por ineptitud y corrupción. Asimismo, sostuvo que el conflicto Conga fue político porque agentes políticos lo capitalizaron y el gobierno tuvo un comportamiento errático para enfrentarlo. También señaló que hay una cuota de ingenuidad en las propuestas finales del libro.

Por su parte, Carlos Monge (antropólogo) dijo que se subutiliza la data del libro relativa a inversión, producción, renta disponible, etc. pues pudieron hacerse correlaciones e incluso explorar causalidades con dichos datos. Al respecto señaló que otros investigadores (por ejemplo Arellano) han mostrado que no existe una correlación directa entre inversión, renta minería y niveles de pobreza. Según Monge, una hipótesis es que el sector energía y minas ha seguido trabajando con un marco normativo de los 90 en escenarios de cambio. Y Conga evidencia esto, por ello especificó que en este gobierno (No en el anterior) el MINAM "levantó el dedo y dijo yo existo", y que lo mismo hizo el gobierno regional. Este es un tema de fondo para Monge, pues Conga ha develado la

inviabilidad de los marcos institucionales de García y Toledo. También rescató que en una parte del libro, se hable de micro-conflictos que terminan configurando un cuadro de conflictividad general. Y que hay elementos para pensar que se confirma la idea de una mala marca, por ello se pregunta si ¿la oposición es a Conga o a Minera Yanacocha? Añade que el libro también evidencia el escalamiento en la dimensión política de los conflictos en la última década.

## IV. MARCO TEÓRICO.

### 4.1. MARCO REFERENCIAL

En el siguiente trabajo se efectúa una breve descripción de los conceptos más influyentes de este Proyecto de Tesis elaborado en función del proyecto minero línea primaria 22,9 kV y subestaciones Cerro Corona – Tantahuatay - Cajamarca.

- Memoria Descriptiva.
- Especificaciones Técnicas de Suministro.
- Especificaciones Técnicas de Montaje.
- Planos del Proyecto.
- Tabla de Cantidades.
- Presupuesto Base.
- Estudio de Flujo de Potencia.
- Estudio de Geotecnia.
- Estudio de Impacto Ambiental.

#### 4.1.1. Diseño Preliminar:

El diseño o ingeniería preliminar abarca solamente aspectos fundamentales que inciden sobre la viabilidad de cualquier proyecto, ofreciendo como resultado aspectos técnicos y económicos para el desarrollo del Diseño Básico.

#### 4.1.2. Diseño Básico:

Define una filosofía y generalidades de los requerimientos de equipos influyendo especificaciones técnicas y memorias de cálculo. Influyeron conceptos, criterio y

metodología para llevar a cabo el proyecto. Como resultado se obtuvieron los pliegos y planos para licitar la obra.

#### **4.1.3. Diseño de Detalle:**

Es el diseño que sirve de base para la construcción y montaje de la obra. Influye la definición de los siguientes aspectos:

- Características técnicas de los equipos a utilizar.
- Ubicación detallada de los equipos.
- Numero definido de equipos.
- Conexionado externo y alambrado en el interior de los tableros de los equipos.

#### **4.1.4. Definición de una Subestación:**

Una subestación es un nodo dentro del sistema de potencia dotado de equipos de maniobra, protección, medida, control y comunicaciones desde el cual se puede modificar la topología de dicho sistema eléctrico de distribución para propósitos de operación, mantenimiento y atención a fallas.

#### **4.1.5. Definición de una Línea Primaria:**

Es el conjunto de dispositivos para transportar o guiar la energía eléctrica desde una fuente de generación a los centros de consumo (las cargas). Y estos son utilizados normalmente cuando no es costoso producir la energía eléctrica en los centros de consumo o cuando afecta el medio ambiente (visual, acústico o físico), buscando

siempre maximizar la eficiencia, haciendo las pérdidas por calor o por radiaciones las más pequeñas posibles

El alcance del presente Proyecto de Tesis es desarrollar niveles de Ingeniería en el diseño de:

- ✓ Línea Primaria 22,9 KV Cerro Corona – Tantahuatay, 6,96 Km.
- ✓ Ampliación Subestación Cerro Corona, 01 bahía en 22,9 kV.
- ✓ Subestación Tantahuatay, 01 bahía en 22,9 kV, 03 bahías en 10kV, transformador de potencia 20/0,46 kV – 3/3.75MVA (ONAN/ONAF), 01 tablero de control y 01 tablero de servicios auxiliares.
- ✓ Sistemas de comunicaciones.

#### **4.2. OBRAS INVOLUCRADAS EN EL PRESENTE PROYECTO:**

El presente proyecto de tesis busca dentro de sus alcances desarrollar ingeniería eléctrica a nivel de Ingeniería Definitiva el diseño de:

- Línea Primaria 22,9 kV Cerro Corona – Tantahuatay, 6,96 km.
- Ampliación Subestación Cerro Corona, 01 bahía en 22,9 kV.
- Subestación Tantahuatay, 03 bahías en 22,9 kV, transformador de Potencia 22/0,46kV – 3/3.75MVA (ONAN/ONAF), 01 tablero de control y 01 tablero de servicios auxiliares.
- Sistema de Comunicaciones Las obras involucradas en el presente estudio son:

**4.2.1. Línea Primaria 22,9 kV Cerro Corona –  
Tantahuatay, 6,96km**

Construcción de una línea de distribución en 22,9 kV con estructuras soporte tipo "H" de postes de madera importada de 12 m, clase 4D, así como conductor de AAAC 95 mm<sup>2</sup> y aisladores de porcelana para suspensión tipo Pin 56-3 y para anclaje tipo Standard 52-3 con acoplamiento casquillo – bola.

**4.2.2. Ampliación Subestación Cerro Corona 22,9 kV, 01  
bahía en 22,9 kV**

Construcción de 01 bahía en 22,9 kV, conformada por; 01 Seccionador de Línea, 03 pararrayos, 01 Transformador Mixto, 01 Interruptor tipo recloser, 01 Seccionador de barras, así como ampliación en los tableros existentes en SE Cerro Corona 220 kV para la instalación del mando, control, protección y servicios auxiliares para una bahía en 22,9 kV.

**4.2.3. Subestación Tantahuatay, 03 bahías en 22,9 kV,  
Transformador de distribución 22/0,46 kV – 3/3.75  
MVA, 01 tablero de control y un tablero de  
servicios auxiliares**

Construcción de 01 bahía de llegada en 22,9 kV, conformado por; 01 seccionador de línea, 03 pararrayos, 01 Transformador Mixto, 01 Interruptor tipo recloser, 01 seccionador de barras. Asimismo la construcción de 01

bahía en 22,9 kV conformado por 02 seccionadores, 01 Interruptor tipo recloser y 03 pararrayos tipo estación.

**Cuadro N° 5.0**  
**COORDENADAS UTM – PSAD 56**

Descripción	Coordenadas UTM - PSAD 56		Altitud (m)
	Norte (m)	Este (m)	
Subestación Cerro corona	9,251,062.87	762,093.17	3,884.87
Subestación Tantahuatay	9254220.89	756999.40	3872.36

Para la bahía del transformación, se consideró la instalación de un seccionador de barra en 22,9 kV, 01 Interruptor tipo recloser, 03 pararrayos, transformador de potencia 22/0.46 kV – 3/3.75 MVA (ONAN/ONAF) con regulación en vacío y sin carga, para la alimentación de la Planta Concentradora, así como la instalación de 01 tablero control, medición, protección, servicios auxiliares y un transformador de servicios auxiliares 22,9/0,23kV – 25kVA.

#### **4.3. CARACTERISTICAS DEL SUMINISTRO**

Las principales características del suministro son:

- Alimentación : Subestación Cerro Corona, 22,9 kV
- Factor de potencia: 0,95 inductivo
- Potencia máxima línea: 5 MW
- Máxima demanda: 2,5MW Inicio (Tantahuatay) 3,5 MW Final (Tantahuatay)
- Tensión nominal del sistema: 22,9 kV
- Frecuencia del sistema: 60 Hz
- Puntos de llegada: Subestación Tantahuatay

#### **4.4. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO**

##### **4.4.1. Línea primaria 22,9 kv cerro corona – Tantahuatay, 6,96 km**

- Tensión nominal: 22,9 kV
- Tensión Máx. de servicio: 24 kV
- Circuitos o terna: Una
- Longitud: 6,96km
- Conductor: AAAC - 95mm<sup>2</sup>
- Cable de Guarda: Sin cable de guarda
- Estructuras: Postes de madera tratada 12m
- Armado de Estructuras: "Tipo "H"
- Aisladores: Porcelana tipo Pin Clase ANSI 56-3. (suspensión), y Estándar de 10" 5-3/4" Clase ANSI 52-3 (anclaje).

##### **4.4.2. Ampliación subestación cerro corona 22,9 kv**

- Ampliación de Pórticos: Una en 22,9 kV
- Celda en 22,9 kV: Una (01)
- Ampliación tablero de control y protección: Una (01)
- Ampliación tablero SS.AA: Una (01)

##### **4.4.3. Subestación Tantahuatay 22,9/0,46 kv – 3/3.75 MVA**

- Pórticos: Una en 22,9 kV
- Bahía en 22,9 kV: Tres (03)
- Transformador :22/0.46kV–3/3.75MVA (ONAN/ONAF)
- Tablero de control: Una
- Tablero SS.AA. en 220V: Una, con interruptores termo

magnéticos.

- Transformador SS.AA.:22,9/0,23kV – 25 kVA

#### 4.5. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

El cronograma de ejecución del Proyecto desde el inicio de la compra de los equipos hasta las pruebas en blanco y energización es de 240 días calendarios.

#### 4.6. COSTO DEL PROYECTO

El Presupuesto Base del Estudio de Ingeniería incluyendo los suministros y gastos Intangibles, al 30 junio del 2013, es de:

**Monto Sin IGV US\$: 970 028,05 (Novecientos Setenta mil Veintiocho con 05/100 Dólares Americanos)**

Los costos Intangibles son; Estudio de ingeniería, Asesoría de Suministros, Ingeniería de Detalle, Gestión y pago por Servidumbre y otros. Ver cuadros y diagramas adjuntos.

#### Cuadro N° 6.0

#### Planeamiento Electromecánico de la línea Primaria 22,9 kV y de la Subestación Cerro Corona – Tantahuatay– Cajamarca

##### RESUMEN - PRESUPUESTO BASE DEL PROYECTO

30/06/2013

ITEM	SECCION DEL PROYECTO	COSTOS US\$				Sub Total US\$
		Suministros de Equipos	Transporte Local	Montaje (Incluye G:G. y Utilid.)		
				Obras Civiles	Obras Electromecánicas	
1	L.P. 22.9 KV Cerro Corona - Tantahuatay, 6.96 km	97 714,21	4 885,71	67 059,59	41 469,43	211 128,93
2	Ampliación Subestación Cerro Corona (1 bahía 22.9 kV)	123 845,42	6 192,27	67 355,12	21 473,75	218 866,56
3	Subestación Tantahuatay 22.9/0.46 kV	290 199,68	14 509,98	50 987,40	39 971,25	395 668,31
4	Sistema de Telecomunicaciones (radio HF)	7 000,00	350,00		1 562,50	8 912,50

5	INTANGIBLES (Ver Detalles en Cuadro N° 4.2)					127 821,75
<b>TOTAL PRESUPUESTO DEL PROYECTO US \$</b>		518 759,31	25 937,97	185 402,10	104 476,93	962 398,05

**SON: Novecientos Sesenta y dos mil Trescientos noventa y ocho con 05/100 Dólares Americanos**

LOS PRECIOS NO  
INCLUYEN IGV 18%

Notas:

- El Costo por Indemnización de Servidumbre fue variable, y dependió de la negociación  
- Se asumió que en S.E. Cerro Corona todas las obras serán concluidas de acuerdo a su Proyecto, incluyendo las Obras para el PSE Chota – Bambamarca.

- En subestación Tantahuatay, no se incluyó sala de control, los tableros de control y SS.AA. para control de equipos en patio de llaves 22.9 kV fueron ubicados en sala de Planta Térmica

### Cuadro: N° 7.0

## Planeamiento Electromecánico de la línea primaria 22,9 kV y de la Subestación Cerro Corona – Tantahuatay– Cajamarca

### PRESUPUESTO BASE - DETALLES

30/08/2013

ITEM	DESCRIPCION	PARCIAL US\$	TOTAL US\$
<b>A</b>	<b>SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>		<b>518 759,31</b>
	L.P. 22.9 kV Cerro Corona - Tantahuatay, 6.96 km	97 714,21	
	Ampliación Subestación Cerro Corona (1 bahía 22.9 kV)	123 845,42	
	Subestación Tantahuatay 22.9/0.46 kV	290 199,68	
	Sistema de Telecomunicaciones (Radio HF)	7 000,00	
<b>B</b>	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES A OBRA</b>		<b>25 937,97</b>
<b>C</b>	<b>MONTAJE</b>		<b>289 879,03</b>
	* OBRAS CIVILES		
	L.P. 22.9 kV Cerro Corona - Tantahuatay, 6.96 km	53 647,67	
	Ampliación Subestación Cerro Corona (1 bahía 22.9 kV)	53 884,09	

	Subestación Tantahuatay 22.9/0.46 kV	40 789,92	
	* OBRAS ELECTROMECANICAS		
	L.P. 22.9 kV Cerro Corona - Tantahuatay, 6.96 km	33 175,54	
	Ampliación Subestación Cerro Corona (1 bahía 22.9 kV)	17 179,00	
	Subestación Tantahuatay 22.9/0.46 kV	31 977,00	
	Telecomunicaciones	1 250,00	
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO MONTAJE US\$</b>	<b>231 903,22</b>	
	GASTOS GENERALES 15%	34 785,48	
	UTILIDAD 10%	23 190,32	
	<b>TOTAL MONTAJE US\$</b>	<b>289 879,03</b>	
D	ESTUDIO DEFINITIVO, EIA, CIRA		27 823,38
E	GESTION SERVIDUMBRE		9 748,00
F	GESTION CONCESION DEFINITVA E IMPOSICION DE SERV.		3 500,00
G	ASESORIA DE SUMINISTROS Y GESTION DE COMPRAS		20 750,37
H	INGENIERIA DE DETALLE		12 000,00
I	SUPERVISION DE OBRA		24 000,00
J	INDEMNIZACION POR SERVIDUMBRE (Estimado)		30 000,00
	<b>TOTAL US\$ SIN IGV 18%</b>		<b>962 398,05</b>

Notas:

- El Costo por Indemnización de Servidumbre fue variable, y dependió de la negociación  
- Se asumió que en S.E. Cerro Corona todas las obras fueron concluidas de acuerdo a su Proyecto, incluyendo las Obras para el PSE Chota - Bambamarca

- En subestación Tantahuatay, no se incluyó sala de control, los tableros de control y SS.AA. para control de equipos en patio de llaves 22.9 kV serán ubicados en sala de Planta Térmica

#### **4.7. CONDICIONES DE UTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS:**

En general, la selección del equipamiento electromecánico de la Línea Primaria 22,9 kV y Subestación, fue efectuada de manera que puedan soportar las condiciones ambientales del área del proyecto y cumpliendo con las recomendaciones especificadas por las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), y los requerimientos del Código Nacional de Electricidad de Suministro 2001.

##### **a. Condiciones Climáticas**

El área del proyecto, en general, presenta condiciones climáticas diversas, propias de los valles interandinos de la Sierra, como clima templado en las zonas bajas y temperaturas frías con presencia de hielo en las zonas altas.

Las condiciones climatológicas, según los datos reportados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), en la localidad de Hualgallo es el siguiente:

- Temperatura Mínima: - 5 °C
- Temperatura Media: 8 °C
- Temperatura Máxima: 30 °C
- Velocidad. Máxima Viento: 104 km/h
- Polución: Muy Baja

El clima de la zona donde se ubica las instalaciones es del tipo frígido con escasa humedad, normalmente, las precipitaciones pluviales en forma de granizo y nieve son altas; habiéndose registrado intensas descargas atmosféricas.

**b. Condiciones Orográficas**

El terreno es montañoso con profundas quebradas. La altitud del terreno en la zona, está en un promedio de 3 920 msnm, llegando inclusive a 4 022 msnm.

**c. Condiciones Sísmicas**

Siendo la zona, donde se instalaron los equipos, altamente sísmicos, el diseño de la cimentación de los equipos y materiales considero los siguientes parámetros de aceleración:

- En cualquier dirección horizontal: 0,5 g
- En dirección vertical : 0,3 g

La frecuencia de oscilaciones que se considera, es igual a la frecuencia de resonancia de los equipos.

**4.8. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE**

**a. Medios de Transporte**

Existen vías de acceso que facilitaron el transporte y montaje de la infraestructura eléctrica de la línea primaria y subestaciones que conforman el Proyecto.

Las principales vías son la carretera Panamericana Norte – Cajamarca 820km, con un recorrido asfaltado de 35 km. hasta la subestación Cajamarca Norte, De este punto sigue una carretera afirmada de 50 km aproximadamente que une Cajamarca con la Provincia de Bambamarca hasta la zona de las Obras ubicada en el distrito de Hualgayoc.

**b. Servicios**

En el poblado de Hualgayoc, se dispone de todos los servicios básicos: abastecimiento de agua, energía eléctrica,

comunicaciones telefónicas, etc. Igualmente en la ciudad de Cajamarca, se dispone de los mismos servicios y los beneficios que brinda una ciudad moderna.

**c. Facilidades de Alojamiento**

Para la etapa de construcción del Proyecto se contó con facilidades de alojamiento en los campamentos de la unidad Minera y en poblado de Hualgayoc. Eventualmente se consideró la Ciudad de Cajamarca para alguna instalación que sirva de puente logístico.

**d. Almacenes**

Se previó instalar un patio de almacenamiento para los suministros de gran volumen dentro de los terrenos de la Unidad Minera, específicamente frente al actual campamento de la unidad minera.

**4.9. ASPECTOS SOCIALES**

**4.9.1. Aspecto Ambiental**

Por su naturaleza y el nivel de tensión adoptada, la Línea Primaria 22,9 kV No produce efectos contaminantes en la atmósfera, al agua, ni a los suelos. Tampoco alteran negativamente las costumbres de los lugareños; con el trazo de línea definido no los desplazo de su normal habitad ni los daño en lo mínimo con respecto a su salud.

Las instalaciones poseen sistemas de puestas a tierra y equipos de protección, con la finalidad de reducir al mínimo los efectos negativos de las descargas atmosféricas temporales de la zona.

#### **4.9.2. Actividades Económicas y Social**

La principal actividad es minera, la cual no solo destaca a nivel provincial, sino también departamental. La explotación es polimetálica, primando en su composición la plata.

La mayor parte de las tierras que anteriormente se dedicaron a la agricultura, se encontraban en descanso, y la mayor parte de la población se encontraba empleada en las explotaciones mineras.

Los habitantes de los centros poblados rurales se dedicaban en general a la actividad productiva de consumo local y seguridad alimentaria. Este hecho no permitía obtener los niveles de ahorro, que hagan posibles las inversiones de proyectos industriales mayores.

#### **4.9.3. Salud**

En el distrito de Hualgayoc se contaba con posta médica, mientras que en otras localidades con menor cantidad de habitantes no se contaba con postas médicas o centros de salud.

#### **4.9.4. Educación**

En el distrito de Hualgayoc, contaba con un Instituto pedagógico, igualmente con centros de educación inicial, primaria y secundaria; así como el resto de localidades de menor densidad poblacional.

#### **4.9.5. Comunicación**

Sub Sistema de Radiocomunicación HF (fija), para las comunicaciones de las actividades operativas, administrativas, y así como para el mantenimiento de la línea, equipamiento instalados en las subestaciones de Cerro Corona y

Tantahuatay.

Sub Sistema de Radio móvil para las comunicaciones de las actividades operativas y para el mantenimiento de la línea y subestaciones asociadas. Esto permitía establecer la comunicación entre los operadores de las subestaciones y el personal de mantenimiento, mediante los equipos de radio instalados en los vehículos o mediante radio portátil.

#### **4.9.6. Servidumbre**

Se realizaron las negociaciones de Servidumbre con los propietarios por el uso de áreas y aires por el paso de la línea de transmisión, así como los daños y perjuicios que se pudieran ocasionar durante la Ejecución de la Obra. La relación de Propietarios afectado por el paso de la línea, se indica a continuación:

**Cuadro N° 8.0**  
**RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS POR EL PASO DE**  
**LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN**

ITEM	NOMBRE DEL PROPIETARIO	PROGRESIVA (m)		LONGITUD DE LINEA POR PROPIETARIO	DISTRIB. ESTRUCTURAS			AREA (m2) POR USO DE AIRES
		DE	A		DE	A	TOTAL	
1	Mina Cerro Corona	0.00	779.43	779.43	1	3	3	8,573.68
2	Lucila Chuquilin Regalado	779.43	970.10	190.67	4	5	2	2,097.40
3	Mina Cerro Corona	970.10	3281.77	2,311.67	6	11	6	25,428.37
4	Arcadio Villanueva Saavedra	3281.77	3477.99	196.22	12	12	1	2,158.45
5	Juan Armando Acuña Gallardo	3477.99	3543.29	65.30			0	718.29
6	Aquilina Vasquez Tantaleón	3543.29	3728.13	184.84	13	13	1	2,033.22
7	Lorena Tantalean Medina	3728.13	3990.82	262.69	14	14	1	2,889.57
8	Albitre Tantalean Medina	3990.82	4045.19	54.38			0	598.16
9	Amado López Campos	4045.19	4237.12	191.93	15	15	1	2,111.20
10	Marina Vasquez Rodriguez	4237.12	4338.63	101.51			0	1,116.65
11	Sarita Vasquez Rodriguez / Santiago Vasquez Linares	4338.63	4387.68	49.04	16	16	1	539.45
12	Porfirio Vasquez Diaz	4387.68	4467.83	80.16			0	881.72
13	Fredegundo López Hernandez	4467.83	5036.56	568.73	17	19	3	6,256.02
14	Albina Vasquez Rodriguez	5036.56	5062.06	25.50			0	280.45
15	Fredegundo López Hernandez	5062.06	5391.14	329.08	20	20	1	3,619.92
16	Salatiel Fernandez Vasquez	5391.14	5671.59	280.45	21	21	1	3,084.91
17	Jorge López Vasquez	5671.59	5783.56	111.97			0	1,231.67
18	Antonio Tantalean Medina	5783.56	5867.78	84.22			0	926.42
19	Mina Tantahuatay	5867.78	6965.16	1,097.38	22	29	8	12,071.23
<b>TOTAL ESTRUCTURAS</b>							<b>29</b>	

## 4.10. LÍNEA DE PRIMARIA

### 4.10.1. Consideraciones de Diseño

#### 4.10.1.1. Consideraciones Generales

##### A. Normas Aplicables

Los criterios empleados para el diseño de la Línea Primaria 22,9 kV Tantahuatay – Cerro Corona, 6,96 km; se han regido por las disposiciones del Código Nacional de Electricidad Suministro 2001 y Norma VDE, así como los criterios y prácticas empleadas en otros países, las mismas que establecen los requerimientos mínimos a que se sujeta el desarrollo de Ingeniería del Proyecto.

##### B. Espaciamientos de Seguridad

###### **Distancia vertical al terreno (debajo de la línea)**

Según lo indicado por el Código Nacional de Electricidad Suministro 2001- Tabla 232-1, cuyas distancias verticales de flecha están referidas a la máxima temperatura de operación y para distancias corregidas por la altitud de ubicación de las estructuras, tensión de la línea y en función del tipo de obstáculo que cruzará el electroducto, se determinó las distancias mínimas como se indica en el siguiente cuadro:

Distancias mínimas en el nivel de 22,9 kV sobre: <  
4000 msnm

- |  |      |
|--|------|
| • Espacios y vías peatonales ó áreas no transitables por Vehículos | 5,5m |
| • Carreteras y avenidas sujeto al tráfico de camiones              | 7m   |
| • Vías férreas de ferrocarriles                                    | 8m   |
| • Calles y caminos en zonas rurales                                | 6,5m |

- Terrenos recorrido por vehículos, tales 6,5m
- Como cultivos, pastos, bosques, etc.
- Áreas de agua no navegables 6,5m
- Cruce de Cable Nivel Inferior
- Sobre cables de comunicaciones 1,82m
- Sobre conductores eléctricos hasta 23 kV 1,60m

Para toda altitud: en tramos con perfiles paralelos, la distancia inclinada del conductor oscilado transversalmente a 55° con velocidad de viento de 60 km/h perpendicular al conductor se ha utilizado 4,0 m.

#### **Distancias entre conductores**

La distancia entre fases en la mitad del vano se ha calculado según la norma VDE:

$$D = K\sqrt{F + Lc} + \frac{22.9}{150}$$

Donde:

K : 0,62 para distancias horizontales

0,75 para distancias verticales

F : Flecha a 60°C en metros

Lc : Longitud de la cadena de aisladores (m)

Nota:

Los valores mínimos de seguridad horizontal entre fases en la estructura fueron verificados para el estado de reposo mediante la regla 235. B.1.b. (2) del C.N.E. Suministro 2001, lo cual sus valores son menores a los calculados por la Norma VDE.

## **Aislamiento**

En general, el diseño del aislamiento de la línea primaria es elegido considerando las exigencias de las sobre tensiones atmosféricas, sobre tensiones de maniobra y tensiones máximas de operación a frecuencia industrial.

Tomando en cuenta las características ambientales de la zona del Proyecto, la altitud y las características eléctricas de la línea, se determinó que se utilizarían los siguientes aisladores:

- Cadena de Anclaje: Aislador de suspensión tipo Standard de 10 ¾" x 5 ¾" con 292 mm de línea de fuga y con acoplamiento bola-casquillo, cuyo código de clasificación ANSI C29.2 es el 52-3.
- Para soportes en alineamiento: Aislador tipo PIN de 268 mm x 190 mm, con 530 mm de línea de fuga, el cual fue soportado en espigas de acero forjado. El código de clasificación ANSI C29.2, del aislado tipo PIN, es el 56-3.

### **4.10.1.2 Criterios de Diseño**

#### **Datos generales de la Línea Primaria**

- Tensión nominal : 22,9 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Máxima tensión entre fases : 24 kV
- Número de ternas : 1
- Longitud total en 22,9 kV : 6,96 km
- Máximo flujo de potencia : 5 MW
- Conductor: : 95 mm<sup>2</sup> – AAAC
- Cable de Guarda : Sin cable de guarda

### **Condiciones de diseño**

Las condiciones ambientales para el diseño de la línea de transmisión son las siguientes:

- Altitud : 4000 m.s.n.m.
- Temperatura
  - Máxima : 30 °C
  - Promedio : 8 °C
  - Mínima : -5 °C
- Máxima velocidad del viento : 103 km/h
- Humedad relativa Promedio : 60 – 80%
- Hielo: 3 - 6mm (densidad 0,913 kg/m<sup>3</sup>)
- Nivel Isoceráunico: 40 días de tormenta al año (mapa CIER)

### **Ruta de la línea**

El trazo seleccionado presenta las siguientes características:

- Longitud Tota l: 6,96 km
- Numero de vértices : 10
- Altitud S.E. Cerro Corona : 3 884 msnm
- Altitud S.E. Tantahuatay : 3 872 msnm
- Máxima altitud : 4 047 msnm

### **Selección de materiales**

Para el soporte de la línea se consideró similar a las líneas primarias existentes en la zona del Proyecto, es decir estructuras con postes de madera importada del tipo

monoposte y biposte. Asimismo, se consideró utilizar conductor de aleación de aluminio (AAAC) de 95 mm<sup>2</sup> de sección nominal para la línea Primaria y para el aislamiento se consideró aisladores de porcelana tipo Standard y tipo Pin.

### **Tensado de los conductores**

A continuación se indican las condiciones a las cuales se efectuó el cálculo del tensado de los conductores eléctricos y cable de guarda

#### **Condición de esfuerzo máximo**

Esta condición define el límite de las prestaciones mecánicas de las estructuras seleccionadas; cuyos valores corresponden a las condiciones límite que se dan en los esfuerzos longitudinales, esfuerzos transversales y esfuerzos verticales originados por las tensiones de los conductores y la presión del viento sobre los conductores y las estructuras.

#### **Condición de flecha máxima**

Corresponde a la máxima dilatación térmica de los conductores, con máxima temperatura y sin considerar sobrecarga mecánica. Dicha dilatación está limitada por la altura útil de las estructuras y la distancia mínima al terreno no transitado.

#### **Condiciones medias (EDS)**

Define el esfuerzo óptimo de los conductores en condiciones medias (EDS inicial)

### **Régimen de tensado de los conductores y cable de guarda**

## **Conductores**

Para determinar el régimen de carga mecánica de los conductores eléctricos, se consideró las siguientes hipótesis:

### **Régimen de Tensado de los Conductores**

Para el régimen de carga mecánica de los conductores eléctricos, se consideró los siguientes valores se indican a continuación:

#### **Hipótesis I: EDS (Tensión de cada día)**

Temperatura media : 8 °C

Velocidad del viento : 0 km/h

Esfuerzo de trabajo : 18%

#### **Hipótesis II: Esfuerzo Máximo (Viento Máximo)**

Temperatura : 5°C

Velocidad del viento : 104 km/h

Espesor radial de hielo : 0 mm.

Máx. Esfuerzo de trabajo: 60%

#### **Hipótesis III: Esfuerzo Máximo (Temperatura Mínima)**

Temperatura : -5°C

Velocidad del viento : 0 km. /h

Espesor radial de hielo : 6 mm.

Máx. Esfuerzo de trabajo: 60%

#### **Hipótesis IV: Esfuerzo Máximo (Combinación Viento + Hielo)**

Temperatura : 3°C  
Velocidad del viento : 52 km. /h  
Espesor radial de hielo : 3 mm.  
Máx. Esfuerzo de trabajo: 60%

**Hipótesis V: Flecha Máxima (Máxima Temperatura)**

Temperatura : 60°C  
Velocidad del viento : 0 km. /h  
Espesor radial de hielo : 0 mm.  
Máx. Esfuerzo de trabajo: 60%

$\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$  equivalente térmico por fenómeno Creep.

Para la condición de flecha máxima del conductor, se consideró una temperatura de 50°C, que es debido al incremento de temperatura (50° C) por la máxima carga a transportar más una temperatura de corrección equivalente (10° C) por el alargamiento durante el tiempo de vida útil (efecto creep).

**Esfuerzos Sobre las Estructuras**

Los esfuerzos mecánicos sobre las estructuras están definidos en el "Cálculo de Cargas sobre Estructuras". Los parámetros de cálculo y los requerimientos geométricos (espaciamientos internos) están con los planos del proyecto, los Criterios de Diseño y Cálculo de este Ítem es como se indica a continuación:

### **Cargas Verticales**

Se consideró el peso de los conductores, aisladores y accesorios, el peso propio de la estructura y los sobrepesos causados por necesidades del montaje y el mantenimiento.

### **Cargas Transversales**

Se consideró la fuerza del viento sobre los conductores, aisladores, accesorios y sobre la propia estructura, en dirección perpendicular de los vanos adyacentes. Asimismo, se consideró la fuerza resultante del esfuerzo longitudinal de los conductores, debido al ángulo de desvío de la línea.

### **Cargas Longitudinales**

Se consideró rotura de conductores, según las hipótesis de cálculo. El valor de la carga o esfuerzo es definido como el 0% del esfuerzo máximo en los conductores para el caso de las estructuras en alineamiento y el 100% para estructuras de anclaje o terminal.

### **Régimen de Carga de las Estructuras**

Las hipótesis de cargas mecánicas de las estructuras están definidas en el "Diagramas de cargas de estructuras"

Para definir la carga mecánica de las estructuras de soporte de la línea de distribución primaria, se consideró las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1: Carga Normal

Corresponde a las condiciones de operación normal de la línea, considerando las máximas cargas producidas por cualquiera de los regímenes de tensado de los conductores.

Hipótesis 2, 3 y 4: Cargas excepcionales

Corresponde a la carga en condiciones de falla por rotura de uno de los conductores eléctricos (Hipótesis II, III ó IV); considerando también las máximas cargas producidas por cualquiera de los regímenes de tensado de los conductores.

#### **4.10.2. Diseño de la Línea**

##### **4.10.2.1. Trazo de Línea**

El trazo de la línea de transmisión se desarrolló a partir de las siguientes premisas básicas:

- Aprovechar los accesos existentes tales como carreteras, trochas, etc.
- Escoger una poligonal que tenga el menor número posible de vértices.
- Evitar zonas de geodinámica externa (fallas geológicas).
- Cruce del río por zonas de ancho mínimo y en puntos altos.
- Evitar pasar por zonas con evidencias arqueológicas.
- Evitar pasar por zonas que ocasionen impacto ambiental y paisajístico.
- Alejarse de áreas densamente pobladas.
- Evitar cruce líneas de otras tensiones y de comunicaciones, así como de sus antenas.

**Cuadro N° 9.0**  
**CUADRO DE VÉRTICES**

VERTICE	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m)	PARCIAL (m)	PROGRES. (m)	ANGULO
SE CERRO CORONA 22.9 kV	762,093.17	9,251,062.87	3,884.87	95.46	0	
V-1	762,101.39	9,250,967.76	3,882.54	293.16	95.46	58°31'46" (D)
V-2	761,865.45	9,250,793.76	3,920.85	788.59	388.63	30°24'38" (D)
V-3	761,081.18	9,250,711.37	4,046.48	775.17	1,177.21	31°43'53" (D)
V-3A	760,382.89	9,251,047.95	3,998.27	722.09	1,952.39	07°40'13" (I)
V-3B	759,696.39	9,251,271.85	3,912.98	669.19	2,674.48	41°21'41" (D)
V-4	759,356.00	9,251,848.00	3,911.00	1,032.67	3,343.66	24°30'5.44" (I)
V-5	758,509.91	9,252,440.07	3,852.74	1,057.57	4,376.34	06°10'33" (D)
V-6	757,712.71	9,253,135.00	3,783.88	564.93	5,433.91	10°55'09" (D)
V-7	757,363.50	9,253,579.07	3,884.79	361.47	5,998.84	20°10'55" (I)
V-8	757,056.60	9,253,770.05	3,862.36	322.49	6,360.31	14°37'30" (D)
V-9	756,835.65	9,254,004.95	3,846.16	249.08	6,682.80	75°01'57" (D)
V-10	756,966.34	9,254,216.99	3,872.36	33.29	6,931.88	51°38'11" (D)
SE TANTAHUATAY	756,999.40	9,254,220.89	3,872.36		6,965.16	

#### 4.10.2.2. Servidumbre

De conformidad con la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 (Artículo 110°) y su Reglamento (Artículos 219 y 220°), así como lo indicado en Código Nacional de Electricidad Tabla 219, se previó una franja de servidumbre de 11 metros de ancho total.

#### 4.10.2.3. Tipos de Estructuras

Las Estructuras son del tipo monoposte y biposte de Pino Amarillo con 12m de altura, clase 4D, y conductores en disposición Horizontal y Vertical, como se indica en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 10.0**  
**TIPOS DE ESTRUCTURAS**

<b>Estructura Tipo</b>	<b>Función</b>	<b>Angulo (°)</b>	<b>N° Postes</b>	<b>N° Crucetas</b>
"HS1"	Suspensión	0°	02	01
"HS2"	Suspensión	0° - 2°	02	02
"LA1"	Angulo	30° - 90°	01	02
"SH2"	Suspensión	0°	01	02
"HA"	Anclaje Angular	0° - 40°	02	02
"RA1"	Retención Angular	0° - 90°	03	02

#### **4.10.24. Distribución de Estructuras**

La distribución de estructuras sobre el perfil topográfico, considerando los tipos de estructuras definidas y aplicando las prestaciones definidas para cada una de ellas, se desarrolló mediante el uso del Software DLT-CAD Versión 2004, el cual simula con gran precisión las catenarias en cada vano y evalúa todos los parámetros necesarios para la distribución de estructuras.

#### **4.10.25. Diseño de las estructuras**

##### **Vanos Característicos**

Cada tipo de estructura fue diseñada en función de los vanos característicos, como son; vano equivalente, vano máximo, vano gravante y vano medio. En el diseño de las estructuras, también se tomó en consideración el ángulo de desvío máximo admitido de los conductores (distancias mínimas del conductor hacia la estructura).

### Prestaciones de Estructuras

De acuerdo a los cálculos mecánicos realizados, y teniendo en consideración los parámetros descritos anteriormente, características técnicas del equipamiento y topografía de la zona, se determinó las prestaciones de las estructuras cuyo resumen se indica a continuación:

**Cuadro N° 11.0**

#### PRESTACIONES DE ESTRUCTURAS

Estructura Tipo	Angulo (°)	Vano Viento (m)	Vano Peso (m)	Vano Lateral (m)	N° Retenidas
"HS1"	0°	220	330	480	-
"HS2"	0° - 2°	200	300	480	-
"LA1"	0°	140	230	180	-
"SH2"	0°	130	240	150	-
"HA"	0° - 30°	330	500	480	04 Transversal
"RA1"	0° - 90°	750 (0°) 350 (90°)	950 530	840	02 Transversal 06 Longitudinales

### Factores de Seguridad

De acuerdo al CNE Suministro 2001 tabla 261-1A, se consideró los siguientes factores de sobrecarga, asumiendo un Grado de Construcción "B".

Postes de Madera:

#### Fuerzas Transversales:

Debido al Viento : 2,50

Debido a la Tensión del Conductor : 1,65

Cargas Longitudinales (en las Estructuras de anclaje) : 1,65

Cargas Verticales : 1,50

Factor de Resistencia : 0,65

Deflexión Máxima :  $\leq 4\%$  (Según Normas DGE)

Flexión Máxima : Relación  $\geq 1$  (Grado de Construcción B)

(Máx. Esf.Poste x Factor de resist./Esf. Total)

#### Crucetas de Madera

Factores de Sobrecarga : Igual que los Postes

Factor de Resistencia : 0.75

Dichos factores, se aplicaron según las hipótesis de carga y los diagramas de carga nominales establecidos en los Documentos Técnicos del Proyecto.

#### **4.10.26. Puesta a Tierra**

El criterio general para el diseño del sistema de puesta a tierra de las estructuras se consideró los siguientes factores:

- La primordial preocupación del diseño se centró en la adecuada respuesta de la puesta a tierra a la onda de impulso de las descargas atmosféricas.
- Reducir la resistencia a tierra de la estructura para proteger a las personas contra tensiones de toque o de paso peligrosos, que puedan establecerse por corrientes de dispersión o durante fallas a tierra de la línea.
- Proporcionar un camino fácil y seguro para las corrientes de dispersión que resulten de descargas a través de los aisladores y evitar daños a las estructuras.

En base a lo expuesto, se usó como contrapeso conductor de acero galvanizado de 35 mm<sup>2</sup> y varilla Copperweld de Ø16mm x 2.40m. El tipo de puesta a tierra será con “**Electrodos Verticales**”, según se detalla a continuación:

Tipo T1: 01 electrodo vertical + bajada en estructura de un poste.

Tipo T2: 01 electrodo vertical + bajada en estructuras de dos postes.

Tipo T3: 03 electrodos vertical + bajada en estructuras de uno o dos postes, que soportan pararrayos de línea y/o transformadores de distribución.

#### **4.10.27. Cimentación de Estructuras**

##### **Estudios Geotécnicos**

Estos estudios tuvieron por objeto determinar las condiciones geotécnicas del suelo donde se cimentaron las estructuras de soporte (postes de madera tratada) de la línea. Las prospecciones en campo y laboratorio permitieron realizar las interpretaciones geológicas y geotécnicas para determinar las capacidades de carga según la conformación geométrica de la cimentación y el asentamiento del mismo para distintos tipos de suelo considerados.

Para ello, se efectuaron las siguientes actividades:

- Excavación de 05 calicatas manuales a cielo abierto, de cada una de ellas se extrajeron muestras alteradas.
- Adicionalmente a las calicatas se realizaron 15 ensayos de penetración dinámica ligera (DPL) con la finalidad de determinar las condiciones de resistencia del terreno.
- Con las muestras alteradas obtenidas de cada una de las

calicatas se realizaron los ensayos Estándar de clasificación de suelos, consistentes en análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg (líquido, plástico) y contenido de humedad. Asimismo ensayos de carga puntual en roca y ensayos de propiedades físicas de la roca.

- Con la finalidad de estimar el grado de agresividad del suelo hacia las estructuras proyectadas se realizaron los ensayos químicos consistente en determinación en partes por millón de Sales Solubles Totales, Cloruros, y Sulfatos. Asimismo conocer el grado de agresividad del suelo analizado y determinar cómo puede afectar dichas concentraciones a las fundaciones se realizaron los ensayos químicos con el fin de determinar el potencial de hidrógeno (PH).

#### **Perfil Estratigráfico**

De acuerdo a las exploraciones efectuadas en campo, excavación de calicatas y trincheras, ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), resultados de los ensayos de Laboratorio y el análisis de capacidad admisible, se clasificó el suelo de cimentación en 03 tipos;

Suelo Tipo I: Capacidad Admisible entre 1 y 1,5 kg/cm<sup>2</sup>

Suelo Tipo II: Capacidad Admisible entre 2 y 2,5 kg/cm<sup>2</sup>

Suelo Tipo III: Capacidad Admisible mayor a 7 kg/cm<sup>2</sup>

#### **4.10.3. Descripción del Equipamiento**

##### **4.10.3.1. Estructuras**

Las estructuras fueron diseñadas con postes de madera importada de 55 y 60 pies de altura con disposición horizontal de conductores y con una configuración

geométrica del tipo biposte y triposte, cuyas características técnicas de los postes se detalla a continuación:

**Cuadro N° 12.0**

**CARACTERÍSTICAS DE LOS POSTES DE MADERA**

Descripción	Poste 12m
Especie Forestal	SYP
Longitud	40' (12m)
Grupo	D
Clase	4
Diámetro en la punta (Do)	162 mm
Diámetro en la línea de empotramiento (Dm)	289 mm
Esfuerzo máximo a la flexión	560 kg/cm <sup>2</sup>
Longitud de empotramiento	1.8
Longitud libre del poste	10.2
Módulo de Elasticidad (Mpa)	18 500

**4.10.3.2 Conductor**

Las características técnicas principales del conductor de la línea son las siguientes:

- Tipo de conductor: Aleación de Aluminio
- Denominación: AAAC
- Normas de Fabricación: ASTM/IEC
- Sección Nominal: 95 mm<sup>2</sup>
- Sección Real: 93.27 mm<sup>2</sup>
- Número de hilos x diámetro: 19x2,5 mm
- Diámetro exterior: 12,5 mm
- Peso por unidad de longitud: 0,256 kg/m
- Tensión de rotura: 2 656 kg

- Módulo de la elasticidad final: 6 400 kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación térmica: 23 x 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>
- Resistencia eléctrica en D.C. a 20°C: 0,3578 Ohm/km

#### 4.10.3.3. Aisladores y Cadena de Aisladores

Para el dimensionamiento del aislamiento se tomó en consideración los niveles de sobretensiones a frecuencia industrial, impulso y maniobras.

Para las estructuras en suspensión se seleccionó aisladores tipo Pin, cuyas características técnicas del aislador son las siguientes:

- Tipo de aislador : PIN
- Clase : 56 - 3
- Material aislante : Porcelana
- Diámetro máximo : 266 mm
- Altura : 190 mm
- Longitud de línea de fuga : 533 mm
- Carga Mecánica de rotura : 1 324 kg
- Tensiones de Resistencia eléctrica
  - En seco para 60 s : 125 kV  
a frecuencia industrial
  - Bajo lluvia para 60 s : 80 kV  
a frecuencia industrial
  - A impulso onda 1,2/50 : 200 kVp  
Positiva
  - A impulso onda 1,2/50 : 265 kVp  
negativa
- Tensión de perforación : 145 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz

Para estructuras en anclaje se consideró aislador de porcelana estándar de 254 x 146 mm con una línea de fuga de 280 mm, con acoplamiento bola - casquillo, conformado por (03) unidades; dichas cadenas determinan una longitud de 0.6m incluyendo la ferretería para el armado.

Las características técnicas del aislador estándar son las siguientes:

- Tipo de aislador : U70 BL
- Acoplamiento : 16 A
- Espaciamiento : 146 mm
- Diámetro : 254 mm
- Distancia de fuga mínima : 280 mm
- Carga de rotura U70 BL : 70 kN
- Tensiones de Resistencia eléctrica
  - En seco para 60 s : 70 kV  
a frecuencia industrial
  - Bajo lluvia para 60 s : 40 kV  
a frecuencia industrial
  - A impulso onda 1,2/50 : 110 kV  
Positiva y negativa
- Máxima tensión de operación : 145 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz

#### 4.10.3.4. Pararrayos de Línea 22 kV

Los pararrayos son del tipo de resistencia a base de óxido metálico (ZnO), para servicio exterior y autoportado de las siguientes características:

- Tensión nominal : 22 kV
- Tensión máxima de servicio : 24 kV

- Tensión nominal de pararrayos : 21 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Corriente nominal de descarga : 10 kAp
- Nivel de protección a la onda de impulso: 70 kVp
- Clase de descarga : Estación, clase 2
- Máxima tensión de operación (MCOV): 17 kV

#### **4.11.SUBESTACIONES**

##### **4.11.1. Descripción de las Subestaciones Asociadas**

La subestación Cerro Corona 220 kV (actualmente construida), así como la línea de transmisión en 220kV Cajamarca Norte – Cerro Corona, en simple terna, se conectó a las barras en 220 kV de la subestación Cajamarca Norte 220/60/10 kV. Esta subestación a su vez está integrada al Sistema Interconectado Nacional, mediante la línea de transmisión en 220 kV Trujillo Norte – Cajamarca Norte, cuya operación y mantenimiento está a cargo de Consorcio Energético de Huancavelica S.A.

Desde la subestación Cerro Corona 220 kV, a través de una Línea Primaria de 338 metros de longitud, Gold Fiel La Cima ha proyectado una nueva subestación en 22,9 kV, que se utilizará para alimentar energía y potencia al “Sistema de Electrificación Rural Santa Cruz, Chota y Bambamarca”, asimismo desde dicha subestación la Unidad Minera Tantahuatay tenía proyectado la Línea Primaria en 22,9 kV Cerro Corona - Tantahuatay, y desde la subestación Tantahuatay se tuvo previsto 02 circuitos derivados en 22,9 kV, uno para alimentación a Planta Concentradora 22,9/0.46 kV, la otra para taller y Campamentos mediante una Red Primaria en 22,9 kV.

#### **4.11.2. Condiciones de Utilización de los Equipos**

El clima de la zona donde se ubican las instalaciones es del tipo frígido con escasa humedad.

Las temperaturas ambientales determinadas como límites en las subestaciones de distribución son:

- Altura de instalación : 4 000 msnm
- Temperatura Máxima : 30 °C
- Temperatura Mínima : -5 °C
- Máxima velocidad del viento : 104 km/h
- Hielo : 6mm (densidad 0,913 kg/m<sup>3</sup>)

#### **Condiciones Sísmicas**

Siendo la zona donde se instalaron los equipos altamente sísmica, el diseño de la cimentación de los equipos y materiales consideró los siguientes parámetros de aceleración:

- En cualquier dirección horizontal : 0,5 g
- En dirección vertical : 0,3 g

La frecuencia de oscilaciones que se consideró, es igual a la frecuencia de resonancia de los equipos.

#### **4.11.3. Alcance del Proyecto Eléctrico**

El proyecto de las subestaciones comprendió la ejecución de las siguientes obras:

#### **Ampliación Subestación Cerro Corona 22,9 kv, 01 Bahía en 22,9 kV**

Construcción de 01 bahía en 22,9 kV, conformado por: 01 seccionador de línea, 03 pararrayos, 01 Transformador Mixto, 01 Interruptor tipo recloser, 01 seccionador de barras, así

como ampliación en los tableros existentes para la instalación del mando, control, protección y servicios auxiliares para una bahía en 22,9 kV.

**Subestación Tantahuatay, 03 bahías en 22,9 kv,  
transformador de potencia 22/0.46 kV – 3/3.75 MVA, 01  
tablero de control y un tablero de servicios auxiliares**

Construcción de 01 bahía de llegada en 22,9 kV, conformado por: 01 seccionador de línea, 03 pararrayos, 01 Transformador Mixto, 01 Interruptor tipo recloser y 01 seccionador de barras, asimismo la construcción de 01 bahía en 22,9 kV conformado por: 02 seccionadores (de línea y de barra), 01 Interruptor tipo recloser y 03 pararrayos tipo estación; para la salida a Campamentos y Taller.

La construcción de una bahía conformada por: 01 seccionador de barra en 22,9 kV, 01 interruptor tipo recloser, 03 pararrayos y 01 Transformador de potencia 22/0.46 kV – 3/3.75 MVA con regulación en vacío y sin carga, para la alimentación a Planta Concentradora; y 01 bahía conformada por: 03 pararrayos y un transformador de servicios auxiliares 22,9/0,23kV – 25 kVA. Así como la instalación de 01 tablero control de bahías y tablero de servicios auxiliares.

#### **4.11.4. Criterios de Diseño**

##### **4.11.4.1. Normas**

Los criterios empleados en la elaboración del Proyecto se rigieron por las disposiciones de los Códigos Nacionales, Normas IEC y otras normas internacionales especificadas.

#### **4.11.4.2. Coordinación de Aislamiento**

La selección de los niveles de aislamiento, se efectuó considerando los siguientes aspectos:

##### **Efecto de la Altitud Sobre el Nivel del Mar**

Según la publicación IEC N° 137, el factor de corrección de incremento del nivel de aislamiento del equipo es de 1,25% por cada 100 m de exceso a partir de los 1000 msnm.

Con la finalidad de uniformizar el equipamiento se tomó como altura de la instalación, la mayor, es decir 4000 msnm con la cual se tiene un factor de 1,37.

Este factor solo se aplica al aislamiento externo del equipamiento, ya que se encuentra en contacto con el medio ambiente y no a las partes internas, por estar sumergidos en aceite.

##### **Efecto de las Descargas Atmosféricas**

En la zona del proyecto, existen descargas atmosféricas, por lo que se consideró la instalación de pararrayos en 22,9 kV.

##### **Niveles de Aislamiento**

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente mencionados, para el equipamiento de las subestaciones se seleccionó los siguientes niveles de aislamiento:

##### **Aislamiento Externo**

- Tensión nominal de la red (kV) : 22,9
- Tensión de resistencia a la onda de impulso (kV pico) : 170
- Tensión de resistencia a la Frecuencia industrial (kV) : 70

### **Aislamiento Interno**

- Tensión nominal de la red (kV) : 22,9
- Tensión máxima de servicio (kV) : 24
- Tensión de resistencia a la Onda de impulso (kV pico) : 125
- Tensión de resistencia a la Frecuencia industrial (kV) : 50

#### **4.11.4.3. Niveles de Cortocircuito**

##### **Niveles de Tensiones**

Los niveles de tensión fueron definidos por las barras existentes en la subestación de Cerro Corona en 220 kV

Según el Estudio de Flujo de Potencia, los niveles de cortocircuito se encuentran muy por debajo de los niveles estándares de los equipos de maniobra que fueron instalados en el presente proyecto.

##### **Distancias de Seguridad**

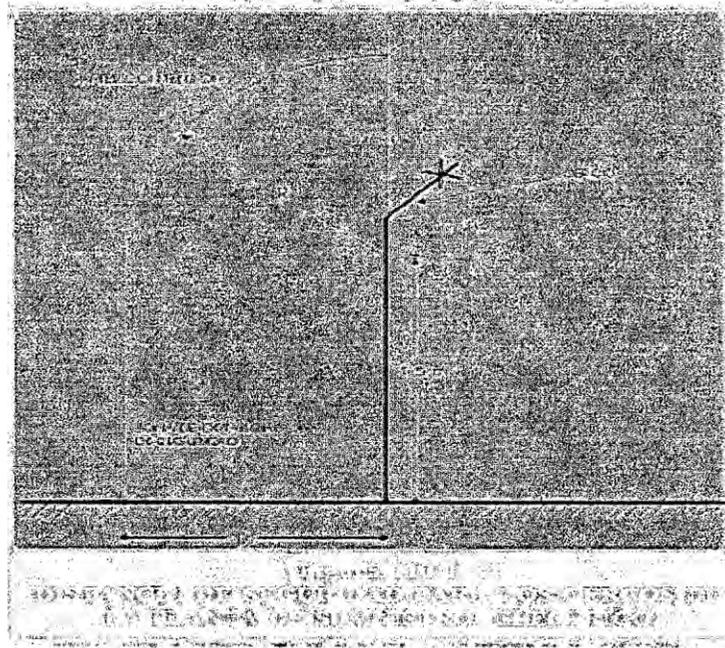
###### **Distancia Para Cercos Metálicos**

De acuerdo con el Código Nacional los cercos o paredes, que son instalados como barreras para el personal no autorizado, deberán colocarse de tal manera que las partes expuestas con tensión se encuentren fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la siguiente tabla.

**Cuadro N° 13.0**  
**DISTANCIA DE SEGURIDAD**

Tensión Nominal entre fases (kV)	BIL Típico (kV)	Dimensión "R" (m)
13.8	110	3.10
23	150	3.10
34.5	200	3.20
46	250	3.30

**Figura 4.0 (CNE-SUM-2001)**



**Distancias Respectos a las Partes con Tensión**

El Código Nacional establece que las partes que estén ubicadas a distancias de seguridad similares o mayores a las especificadas en la Tabla 124-1 se encuentran protegidas por su ubicación. Las partes son protegidas

mediante aislamiento, cuando todas las entradas a los espacios cerrados, pasadizos, escaleras fijas y sitios similares son mantenidos cerrados con llave, barricadas o acordonados y se ha puesto señalización de seguridad en todas las entradas.

#### Cuadro N° 14.0

#### Distancias de seguridad respecto a las partes con tensión

(En base al factor BIL)

Tensión máxima de diseño entre fases (kV)	Nivel básico de aislamiento ante el impulso BIL (kV)	Distancia vertical entre las partes con tensión a las partes no protegidas (m)	Distancia horizontal entre las partes con tensión a las partes no protegidas (m)	Distancia de las guardas a las partes con tensión (mm)
15	110	2,74	1,07	152
25	125	2,77	1,09	177
25	150	2,82	1,14	228
35	200	2,90	1,22	304

#### 4.11.4.4. Regulación de Tensión

Considerando que se tiene regulación automático bajo carga en la subestación de envío (Cerro Corona), y de acuerdo a los resultados de flujo de potencia, se consideró que los transformadores de distribución en las subestaciones cuenten con regulación de tensión manual y sin carga.

#### Sistema de Protección

#### Protección Línea Primaria 22,9 kV Cerro Corona - Tantahuatay

La Línea Primaria en dirección a la carga tiene como protección desde la subestación Cerro Corona en 22,9 kV mediante un relé multifunción de sobrecorriente incorporado en el Interruptor tipo Recloser.

### **Protección Transformador de potencia 22/0.46 KV – 3/3.75 MVA (ONAN/ONAF), SE Tantahuatay**

El Transformador de distribución tiene como protección en el lado de 22,9 kV mediante un interruptor tipo recloser y en el lado de baja tensión 460 V, será mediante un interruptor termomagnético.

La protección propia del transformador de distribución comprende lo siguiente:

- Relé Buchholz (63)
- Contactos para alarma y disparo por Temperatura
- Contactos para disparo por sobrepresión

#### **4.11.4.5. Sistema de Control y Medición**

En la subestación Cerro Corona para la bahía de salida a Tantahuatay en 22,9 kV, se instaló un medidor de energía multifunción tipo tarificación con clase de presión 0.2, con puerto de comunicación RS485/232 o modem A1RL con perfil de carga hasta de 4 canales.

En la subestación Tantahuatay se instaló un medidor de energía para control que mide voltaje, corriente, frecuencia, factor de potencia, potencia activa, potencia reactiva, energía activa, energía reactiva, etc.

El control y mando para los equipos de patio de llaves es desde el tablero existente en la sala de control de la subestación Cerro Corona 220 kV; y en la subestación Tantahuatay se realizó instalando un tablero de control y mando en la sala de control de la Planta Térmica.

#### 4.11.5. Características de los Equipos Principales

##### 4.11.5.1. Transformador de Potencia 22/0,46 kV – 3/3.75 MVA, S.E.

###### Tantahuatay

El transformador de potencia para la subestación Tantahuatay es trifásico de tanque ondulado, tipo exterior, con conmutador de tensiones en vacío, en baño de aceite dieléctrico con circulación natural de aire (ONAN/ONAF), para poder entregar en el secundario un funcionamiento normal y continuo su potencia nominal. Las características eléctricas son:

- Tensión nominal AT :22.9 kV
- Tensión máxima de servicio AT :24 kV
- Tensión nominal B.T. :0,46 kV
- Tensión máxima de servicio B.T. :1,2 kV
- Frecuencia nominal :60 Hz
- Potencia Nominal :3/3.75 MVA (ONAN/ONAF)
- Relación de Transf. en vacío : $22 \pm 2 \times 2,5\%$  /0,46 kV
- Grupo de conexión : Dyn5
- Altura máxima de operación :4 000 msnm
- N° terminales AT/BT :3/4

##### 4.11.5.2. Transformador de Distribución 22/0,23kV– 25 kVA - Servicios

###### Auxiliares

El transformador de distribución para Servicios Auxiliares tiene las siguientes características:

- Tensión nominal AT :22,9 kV
- Tensión máxima de servicio AT :24 kV
- Tensión nominal B.T. :0,23kV

- Tensión máxima de servicio B.T. :1 kV
- Frecuencia nominal :60 Hz
- Potencia Nominal :25 kVA
- Relación de Transf. en vacío :22,9 ± 2 x 2,5% /0,23kV
- Grupo de conexión : Dyn5
- Altura máxima de operación :4 000 msnm
- Conexión en el lado A.T. :Delta
- Conexión en el lado B.T. :Estrella con neutro accesible

#### 4.11.5.3. Interruptores de Recierre Automático Tipo Recloser de 22,9 kV

Los Interruptores automáticos de re cierre (Recloser) son trifásico para servicio exterior con cámara de extinción en vacío y control automático de operaciones tipo electrónico con microprocesador, de las siguientes características:

- Tensión nominal :22,9 kV
- Tensión máxima de servicio :24 kV
- Tensión máxima del equipo :36 kV
- Frecuencia nominal :60 Hz
- Altura de operación :4 000 msnm
- Tensión de sostenimiento a la onda de impulso:170 kVp
- Tensión de sostenimiento a la frec. Industrial :70 kV
- Corriente nominal :630A
- Corriente de cortocircuito :12,5 kA
- Tipo de mecanismo de operación :Actuador magnético
- Sistema de control: :Electrónico
- Tensión auxiliar de energía :48VDC (batería incorp.)
- Tensión de alimentación externa :220 VAC
- Longitud de línea de fuga :25 mm/kV
- Transformadores de corriente :200/5 A

#### 4.11.5.4. Seccionadores de Línea y Barra 22,9 kV

Los seccionadores de línea y barra son para uso exterior, tripolares del tipo tres columnas de aisladores, doble apertura y montaje vertical, el mando de la cuchilla principal será motorizado y manual con sus respectivos enclavamientos mecánicos, de las siguientes características:

- Tensión nominal :22,9 kV
- Tensión máxima de servicio :24 kV
- Tensión máxima del equipo :36 kV
- Frecuencia nominal :60 Hz
- Altura de operación :4 000 msnm
- Tensión de sostenimiento a la onda de impulso:170 kVp
- Tensión de sostenimiento a la frec. Industrial :70 kV
- Corriente nominal :630A
- Corriente de cortocircuito :25 kA
- Longitud de línea de fuga :25 mm/kV

#### 4.11.5.5. Transformadores Mixto de Medida y Protección de 22,9 kV

Los Transformadores mixtos de Tensión y Corriente para Medida y/o Protección son trifásicos para servicio exterior y conexión fase – neutro, de las siguientes características:

- Tensión nominal :22,9 kV
- Tensión máxima de servicio :24 kV
- Tensión máxima del equipo :36 kV
- Frecuencia nominal :60 Hz
- Altura de operación :4 000 msnm
- Tensión de sostenimiento a la onda de impulso:170 kVp
- Tensión de sostenimiento a la frec. Industrial :70 kV
- Transformador de tensión  
Potencia : 30 VA

Relación de transformación:  $22,9\pm\sqrt{3}/0,1\pm\sqrt{3}/0,1\pm\sqrt{3}$  kV

Clase de precisión : 0,2/3P

➤ Transformadores de corriente

Potencia : 30 VA

Relación de transformación : 75-150/5/5A

Clase de precisión : 0,2/5P20

Corriente de corta duración : 20 kA

#### 4.11.5.6. Pararrayos 22.9 kV

Los pararrayos son del tipo de resistencia a base de óxido metálico (ZnO), para servicio exterior y autoportado de las siguientes características:

➤ Tensión nominal :22.9 kV

➤ Tensión máxima de servicio :24 kV

➤ Tensión nominal de pararrayos :21 kV

➤ Frecuencia nominal :60 Hz

➤ Corriente nominal de descarga :10 kAp

➤ Nivel de protección a la onda de impulso :70 kVp

➤ Clase de descarga :Estación, clase 2

➤ Máxima tensión de operación (MCOV) :17 kV

#### 4.11.5.7. Seccionadores Tipo Cut Out 22.9 kV

Los seccionadores tipos Cut Out son unipolares, para instalación exterior y son instalados en viga y en crucetas de madera, para montaje vertical.

El equipo fue diseñado para proteger los sistemas de distribución contra corrientes de falla. La base soporta los esfuerzos electrodinámicos producidos por la corriente de cortocircuito instantánea.

Los seccionadores fusibles son del tipo extracción, capaces de conectarse en vacío y accionados manualmente, por medio de pértigas aisladas, de dimensiones apropiadas y con el aislamiento eléctrico suficiente para garantizar la seguridad personal del operador. Las características principales son:

- Tensión nominal :22.9 kV
- Tensión máxima de servicio :24 kV
- Tensión de sostenimiento a la onda de impulso:170 kVp
- Tensión de sostenimiento a la frec. Industrial :70 kV
- Frecuencia nominal :60 Hz
- Corriente nominal de descarga :100A

#### **4.11.5.8. TABLEROS DE CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN (SS.EE. CERRO CORONA Y TANTAHUATAY)**

Los tableros son autosoportados, con grado de protección IP56, fabricado en planchas de acero pintada por electroforesis en color RAL 7035, con ventilación natural iluminación interna, resistencia y termostato, para instalación interior sobre los 4000 msnm, con el siguiente equipamiento:

- Panel de Alarmas
- Relé de mínima tensión
- Interruptores termomagnéticos trifásicos para alimentación a SS.AA.
- Analizador de redes
- Mímico, borneras, canaletas, rieles, y demás materiales de montaje.

## **4.12. OBRAS CIVILES**

### **4.12.1. Generalidades**

Se ejecutaron los trabajos de Obras Civiles correspondiente al Proyecto "Línea Primaria 22,9 kV Cerro Corona - Tantahuatay" y Red Primaria 22,9 kV en la Unidad Minera de Tantahuatay, básicamente las referidas a las subestaciones asociadas, que son:

- Ampliación Subestación Cerro Corona 22,9 kV
- Subestación Tantahuatay 22,9/0,46 kV

### **4.12.2. Alcance de los Trabajos**

Comprende la ejecución de las actividades necesarias, para la construcción de las subestaciones, tales como: movilización y desmovilización, trabajos preliminares, movimiento de tierras, obras de concreto simple, concreto armado, afirmados, enripiados, carpintería metálica, pinturas, instalaciones sanitarias y otros

En la sala o edificio de control, comprendió las Obras Civiles para la ampliación de los tableros de mando, protección, servicios auxiliares y otros.

### **4.12.3. Criterios de Diseños**

#### **4.12.3.1. Normas de Diseño**

##### **CONCRETO**

Norma Peruana de Concreto NTE.060

##### **ACERO**

AISC American Institute of Steel Construction

ASD 89 Allowable Stress Design

### **CARGAS**

Norma de Cargas NTE.020

### **SUELOS Y CIMENTACIONES**

Norma Peruana NTE.050

### **SISMO**

Norma Peruana de Diseño Antisísmico NTE.030

### **Materiales**

American Society of Testing and Materiales – ASTM

### **ACCESOS**

Normas Peruanas de Carreteras

Reglamento Nacional de Construcciones

Normas AASHTO (American Association Standard Highways  
Transportation Officials) de EEUU.

#### **4.12.3.2. Materiales**

Para el diseño de las estructuras se utilizaron diferentes materiales con las siguientes características:

#### **Concreto**

- Concreto Simple:

\* Solados : 100 kg/cm<sup>2</sup>

- Concreto Armado:

\* Canaletas, bases de Equipos : 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Acero de Refuerzo**

- Barras de acero grado 60 ASTM A-615
- Resistencia a la Fluencia  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

#### **Acero Estructural**

- Pórticos, Soportes de equipos :A-36
- Pernos ASTM :A-36
- Soldadura :AWS A5.1 E70XX

#### **4.12.3.3. Parámetros del Terreno**

Los datos para el análisis y diseño de las estructuras fueron considerados del Estudio Geotécnico del Proyecto.

#### **4.12.3.4. Cargas a Considerar**

##### **a. Peso Propio (d) y Sobrecargas (l)**

##### **Equipos y Soportes**

Correspondieron a cada uno de los pesos propios de los equipos comprendidos en el suministro. Las sobrecargas correspondieron a los valores dados por el fabricante, a los que se adicionará el peso de 2 personas de talla y contextura normales (75 kg) para el montaje de los equipos.

El peso propio de cada soporte metálico de equipos, fue el correspondiente a los diseños de la estructura misma.

Se consideró el peso real de los materiales que conforman la estructura y de los que debe soportar el terreno de fundación, calculados en base a los siguientes pesos unitarios:

- Concreto Armado : 24kN/m<sup>3</sup> (2400 kg/m<sup>3</sup>)
- Acero : 78,5 kN/m<sup>3</sup> (7850 kg/m<sup>3</sup>)

##### **b. Cargas de Sismo (eq)**

##### **Equipos y Estructuras Soporte**

Se consideró un coeficiente sísmico horizontal de 0,5 g y vertical de 0,3 g; actuando sobre los equipos eléctricos y soportes metálicos de los mismos, donde  $g=9,81 \text{ m/s}^2$  es la aceleración de la gravedad.

El fabricante de equipos proporcionó los siguientes datos:

- Peso propio del equipo.
- Altura del centro de gravedad del equipo.
- Frecuencia natural de vibración del equipo.
- Amortiguamiento del equipo.

El área en estudio se encuentra en la región de Cajamarca, perteneciente a la zona 3 de la Zonificación Sísmica del Perú del Reglamento Nacional de Construcciones, por lo tanto los parámetros correspondientes fueron los siguientes:

- Factor de Zona 3 :  $Z = 0,43$
- Perfil del suelo tipo : S2
- Período predominante :  $T_p = 0,6 \text{ s}$
- Factor de amplificación del suelo :  $S = 1,2$
- Factor de Importancia:
  - \* Edificación Importante :  $U = 1,3$

**c. Cargas de Viento (w)**

La velocidad máxima de diseño considerada para la zona fue de 104 km/h. En base a este dato se calculó la presión de viento para el análisis y diseño de las estructuras.

**d. Empuje de Tierra (e)**

Todo muro que tome las diferencias de nivel del terreno fue diseñado para resistir, en adición a las cargas verticales que actúan sobre él, la presión lateral del suelo y sobrecargas, más la presión hidrostática correspondiente al máximo nivel freático si existiera.

#### 4.12.3.5. Esfuerzos de Diseño

##### a. Para Diseño en Concreto Armado

La estructura de concreto fue provista con una fuerza adecuada para resistir el esfuerzo más crítico resultante de la siguiente combinación de cargas, según el Capítulo 10 Requisitos Generales de Resistencia y Servicio de la Norma E-060 de Concreto Armado del RNC.

- $1,5D + 1,8L$
- $1,25D + 1,25L \pm 1,25EQ$
- $0,9D \pm 1,25 EQ$
- $1,25D + 1,25L \pm 1,25 W$
- $0,9D \pm 1,25W$

Otras combinaciones de carga dadas en la norma E-060 serán consideradas cuando sean aplicables.

No se consideró que las fuerzas de viento y sismo actúen simultáneamente.

##### b. Para diseño en Acero Estructural

Las estructuras de acero fueron provistas con una fuerza adecuada para resistir el esfuerzo más crítico resultante de la combinación de cargas de la norma AISC, utilizando el método ASD-89 Allowable Stress Design.

Las combinaciones de carga a considerar para el diseño de los soportes de equipos, serán las siguientes:

- Viento + Carga Muerta + Tensión de Cables + Cargas de Operación + Fuerza por Corto Circuito.
- Sismo + Carga Muerta + Tensión de Cables + Cargas de Operación + Fuerzas por Corto Circuito.

#### **4.12.4. Obras Civiles a Ser Ejecutadas**

Los trabajos de Obras civiles para la subestaciones descritas se distribuyeron como:

Obras provisionales, Obras preliminares, movimiento de tierras, rellenos compactados, así como los trabajos para la construcción de las bases de equipos electromecánicos y pórticos transformadores de distribución, buzones de cables de potencia, fuerza y control y canaletas en el patio de llaves de 22,9 kV, cerco perimétrico y otros

##### **4.12.4.1. Obras Provisionales**

Las obras provisionales fueron consideradas de primera instancia.

Se construyeron oficinas y almacenes que serán ambientes cerrados con puertas y/o ventanas en un lugar muy cercano a la obra, de fácil acceso y desmontaje.

Se construyeron obras de infraestructura temporal. Estas obras fueron desmontadas y retiradas cuando se reubico la infraestructura en su posición final y/o al término de la obra.

##### **4.12.4.2. Obras Preliminares**

Las obras preliminares consistieron en la elaboración de valisas de topografía u otros que fueron utilizadas para el trazo y replanteo, además de la limpieza y retiro del material vegetal (top soil, si lo hubiera).

##### **4.12.4.3. Trabajos de Movimiento de Tierras**

Se inició el movimiento de tierras con la actividad de corte en material suelto, luego se realizó la actividad de relleno compactado de plataforma de la ampliación de la

subestación, se continuó con la actividad relleno compactado de plataforma, las actividades mencionadas se realizaron con maquinaria manual. Se realizaron las excavaciones para las bases de los equipos, canaletas buzones, tubería de drenaje, se usó material de préstamo para el relleno de bases de equipos exento de partículas dañinas al concreto. Se usó material de préstamo para el relleno compactado del acceso a la ampliación de la subestación.

#### **4.12.4.4. Bases de Equipos Electromecánicos y Pórticos**

Las bases para equipos, transformadores de distribución y pórticos fueron construidas en concreto armado de resistencia a la compresión de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , del tipo zapatas con pedestales, lo mismo que la base del transformador de distribución, que contiene un sistema de almacenamiento en caso de derrame de aceite.

Las bases para equipos y pórticos, canaletas de cables, buzones y otras estructuras que se indique en los planos, tienen un solado de concreto de resistencia  $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$  y 10 cm de espesor, salvo indicación específica en los planos. Se usó aditivos requeridos en los planos y los que benefician la calidad del concreto para la zona, previa presentación del diseño a conformidad del supervisor.

#### **4.12.4.5. Canaletas**

Se proyectaron las canaletas, en razón al número de cables de fuerza control que conectan a la de sala de control con los equipos electromecánicos del patio de llaves, las canaletas fueron de concreto armado y llevan empotradas

en sus paredes bandejas portacables de 2 y 3 soportes, según el tipo de canaleta.

Las canaletas fueron de concreto armado de resistencia a la compresión de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , de dimensiones especificadas en los planos correspondientes.

Los moldes serán piezas de triplay grueso empernadas, con aditivo desmoldante. El agregado grueso para el concreto fue del tipo confitillo. Se respetó las dimensiones de detalle indicadas en los planos.

#### **4.12.4.6. Sistema de Drenaje**

La explanación en relleno compactado que tiene una pendiente de 1% en una dirección por gravedad las aguas se dirigen a las canaletas pluviales, asimismo éstas entregan a buzones de drenaje que finalmente entregan al drenaje natural

#### **4.12.4.7. Carpintería Metálica**

El cerco perimétrico fue elaborada con material acero galvanizado, lo que corresponde a la carpintería complementaria rejillas, ángulos etc. fue con pintura epóxica anticorrosivo.

### **4.13. SISTEMA DE COMUNICACIONES**

La configuración general del Sistema de Telecomunicaciones comprendió lo siguiente:

- a. Sub Sistema de Radiocomunicación HF (fija), para las comunicaciones de las actividades operativas, administrativas, y así como para el mantenimiento de la línea, equipamiento instalados en las subestaciones de Cerro Corona y Tantahuatay.

- b. Sub Sistema de Radio móvil para las comunicaciones de las actividades operativas y para el mantenimiento de la línea y subestaciones asociadas. Esto permitió establecer la comunicación entre los operadores de las subestaciones y el personal de mantenimiento, mediante los equipos de radio instalados en los vehículos o mediante radio portátil.

#### **4.13.1. DIAGRAMA DE GANT**

Dicha herramienta permitió controlar el costo de las actividad en función del tiempo, esto con el fin de determinar si el proyecto se encontraba dentro o fuera de los días y costos programados en la ingeniería básica.

El Presupuesto Base del Estudio de Ingeniería incluyendo los suministros y gastos Intangibles, al 30 febrero del 2014, es de:

Monto Sin IGV US\$: 970 028,05 (Novecientos Setenta mil Veintiocho con 05/100 Dólares Americanos)

Los costos Intangibles son; Estudio de ingeniería, Asesoría de Suministros, Ingeniería de Detalle, Gestión y pago por Servidumbre y otros. Ver Anexo N° 2.

## V. METODOLOGIA

### 5.1. RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.

Las variables de investigación son:

- ✓ Suministros de la línea de transmisión.
- ✓ Plazo de fabricación y entrega de los suministros.
- ✓ Costos unitarios de los suministros.

### 5.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

**Variables:**

- Plazo de entrega.
- Monto presupuestado.
- Monto ejecutado.
- Lugar de fabricación.
- Ubicación del proyecto.
- Diseño teórico.
- Diseño según catálogo.

**Indicadores:**

- Grafica Costo vs Tiempo (curva "S").
- Costos por km de línea (curva "S").
- Valorización por km de línea (curva "S").

### 5.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

**Investigación aplicada:** Es aquella que utiliza los conocimientos en la práctica. La cual es fundamento para este tipo de proyectos, en los cuales los precedentes son usados para los futuros proyectos.

#### **5.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.**

- Investigación de campo.
- Investigación experimental.

#### **5.5. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN (DESCRIPCIÓN EN TÉRMINOS GENERALES).**

Desarrollo del proyecto.

#### **5.6. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

Para desarrollar esta tesis se ha considerado el desarrollo a nivel de Ingeniería Definitiva el diseño de:

- Línea Primaria 22,9 kV Cerro Corona – Tantahuatay, 6,96 km.
- Ampliación Subestación Cerro Corona, 01 bahía en 22,9 kV.
- Subestación Tantahuatay, 03 bahías en 22,9 kV, transformador de Potencia 22/0,46kV – 3/3.75MVA (ONAN/ONAF), 01 tablero de control y 01 tablero de servicios auxiliares.
- Sistema de Comunicaciones.

#### **5.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Para el desarrollo del siguiente proyecto fue necesaria la utilización de algunos instrumentos, que se mencionan a continuación:

- Software de base de datos (Excel)
- Disco duro externo destinado al almacenamiento de data.
- Cámara digital.
- Bitácora de actividades.

## VI. RESULTADOS

### 6.1. ANÁLISIS TÉCNICO

La planificación electromecánica de un proyecto es esencial para el buen funcionamiento y la continuidad del éxito de las empresas mineras. A veces, muchas empresas de este sector debido a las circunstancias, ciertos factores de negocio o asuntos extraños tienen un muy mal manejo de la alta dirección y sistemas integrados de gestión de nivel intrascendentes. La mala planificación electromecánica tiene un impacto inmediato y a largo plazo en las políticas de gestión de funcionamiento de la organización, contratación de empleados y la rentabilidad de las empresas.

Un departamento de proyecto ineficaz y con mal funcionamiento refleja el estado general de los asuntos de una organización y su posible posición competitiva en el mercado (entrega de materia prima al interior y exterior del país). Una desconexión entre el departamento de proyectos y la dirección ejecutiva conduce a la falta de comunicación, falta de decisiones sobre aspectos operativos y errores críticos de decisión. Los programas de formación y desarrollo de los empleados no están presupuestados adecuadamente y las prácticas de contratación son asimétricas. La mala planificación, asegura que los activos de recursos de la organización no estén alineados con las metas y objetivos de la organización.

La actitud indiferente de la alta dirección y de recursos se filtran rápidamente a través de los niveles de organización y las jerarquías de empleados. La ética de trabajo se ve afectada, hay conflictos de personalidad y el trabajo en equipo se vuelve inexistente. Hay subutilización de las habilidades y capacidades

de los empleados con experiencia. Otros profesionales con talento se aplanan en un ambiente de trabajo en general negativo. Poca motivación y falta de incentivos y reconocimiento conducen a los malos resultados e incluso a la producción de mala calidad de bienes y servicios.

Cuando hablamos de una mala planificación de obra podemos decir que existen falencias. Es decir, se realiza un proyecto que:

- Puede no ser útil para el cliente.
- No cumple con las especificaciones técnicas planteadas.
- Los costos de producción son inadecuados para este tipo de obra debido a:
  - Demora en el tiempo de producción.
  - Rendimientos de mano de obra y equipos bajo.
  - No hay disponibilidad de materiales.
  - No existen proveedores.
  - En caso de no realizar los estudios necesarios de impacto Ambiental, también se pueden desatar daños ambientales, etc.
  - Los proyectistas realizan su trabajo de forma perturbada, no existe el trabajo en equipo
  - Problemas políticos nacionales e internacionales, ocasionados por incumplimiento de obras o por construcciones que no cumplen con su objetivo.

Dichos errores se dan muy concurridamente en la construcción, por varios motivos que van desde la desorganización de proyectistas, hasta problemas laborales en obra

Problemas en Obra que resultan de la planificación deficiente.

Son factores que influyen negativamente a la productividad como por ejemplo:

- Sobretiempo programado o fatiga.
- Errores y omisiones en planos y especificaciones
- Modificaciones durante la ejecución del trabajo.
- Diseños muy complejos.
- Diseños incompletos o atrasados
- Agrupamiento de trabajadores en espacios reducidos.
- Falta de supervisión del trabajo.
- Reasignación de la mano de obra de tarea en tarea.
- Ubicación inapropiada de los materiales.
- Temperatura o clima adverso.
- Mala o escasa iluminación de los frentes de trabajo.
- Ausentismo de trabajadores.
- Excesiva rotación del personal.
- Falta de materiales, equipos y herramientas cuando se necesitan.
- Elevada tasa de accidentes.
- Disputas jurisdiccionales entre cuadrillas.
- Falta de personal capaz.
- Composición y tamaño inadecuado de las cuadrillas.
- Lenta toma de decisiones por parte de la administración.
- Control de calidad

Estudios han demostrado que la planificación representa aproximadamente sólo un 10% del costo total de un proyecto, sin embargo, regula la ejecución global de éste. La planificación de producción normalmente está basada solamente en la experiencia de los administradores. El control está basado en general, en el intercambio de informaciones verbales entre el ingeniero con el jefe de obras, dando como resultado, la ineficiencia en la utilización de los recursos

Han existido algunas Obras de ingeniería sin Planificación, las mismas que han tenido un costo demasiado grande, obras que incluso no fueron terminadas, debido a que nuestro país no contaba con organismos que cuiden el desempeño de obras de todo tipo de escala.

## **6.2. GRÁFICAS DE INDICADORES INICIALES DEL PROYECTO DE TESIS:**

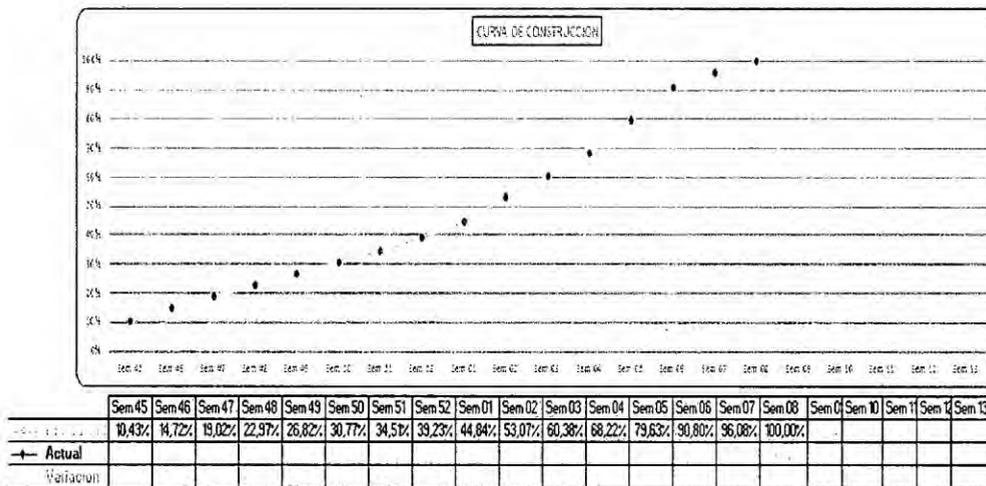
Para poder determinar la tasa de producción o la velocidad de avance del proyecto electromecánico de la unidad minera de Coimolache – Tantahuatay, fue posible elaborar una curva de construcción (curva de avance "S"), esta curva representa el avance acumulado del proyecto a través del tiempo. Esta curva relaciona unidades de producción en el eje de las ordenadas, contra las unidades de tiempo en el eje de las abscisas.

La pendiente de la curva relaciona el incremento en unidades de construcción en la ordenada, con el incremento del tiempo en las abscisas, por lo tanto la pendiente de la curva representa el número de unidades producidas en un incremento de tiempo, esto es la tasa de producción. Debido a que el inicio del proyecto el avance es lento por los procesos de instalación de las condiciones de trabajo, el acoplamiento de los trabajadores,

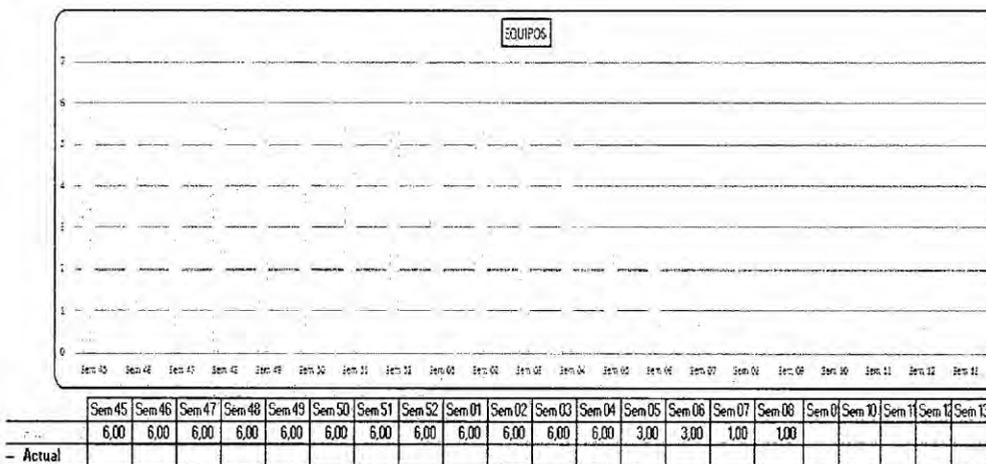
así como el almacenamiento de los materiales necesarios, por lo que se tiene una tasa de producción baja. A la mitad del proyecto se tiene un avance más rápido, pero nuevamente al final del proyecto se vuelve lento el proceso de construcción. Esto nos lleva a tener una forma de "S" alargada, como se muestra en la figura 5.0

**Figura N° 5.0**  
**Curva S Inicial de Construcción Semanal**

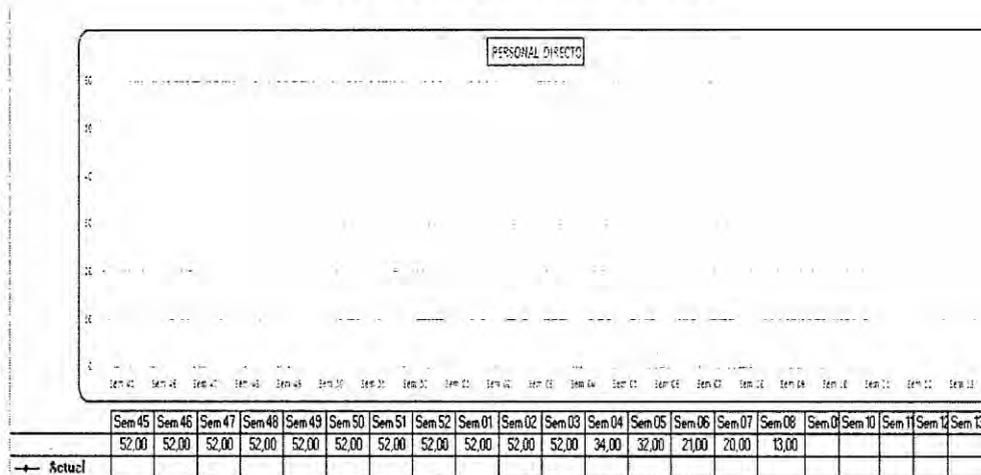
PANEL DE CONTROL



**Figura N° 6.0**  
**Control de Equipos de Producción**



**Figura N° 7.0**  
**Control de Personal Directo**



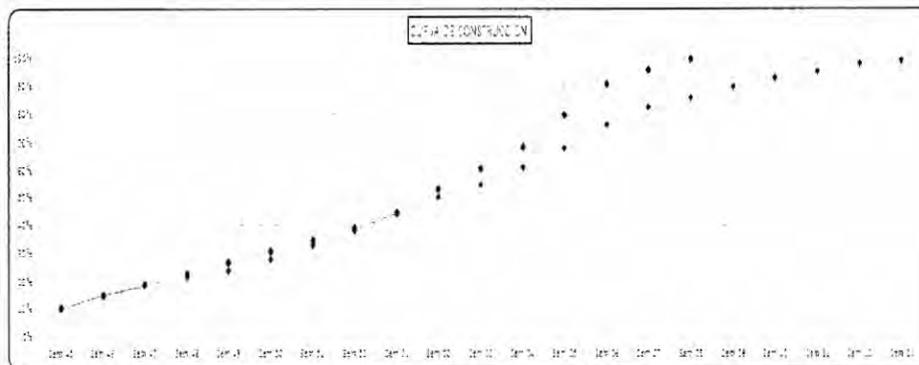
La figura 8.0, muestra la forma como culmino el proyecto durante el periodo de tiempo de ejecución de los trabajos electromecánicos realizados en la Unidad Minera de Coimolache - Tantahuatay. La curva acrecentada representa el incremento del periodo de ejecución de la obra en comparación a la curva de la figura 5.0, esto representa las pérdidas económicas en el plan de arranque inicial, la cantidad de tiempo que el proyecto se atrasó y el tiempo en el que debió haber sido terminado.

Esta curva de control fue crucial en la toma de decisiones para alcanzar un mínimo de producción estimada, fue necesario utilizar datos aproximados y simplificado. Esta curva sirvió para la toma de decisión, donde está el factor esencial del tiempo.

Figura N° 8.0

Curva S Final de Curva de Construcción Semanal

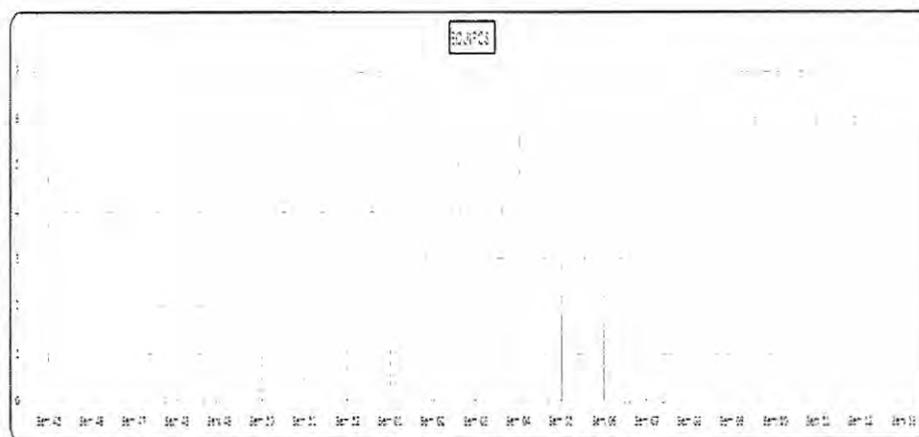
PANEL DE CONTROL



Sem 45	Sem 46	Sem 47	Sem 48	Sem 49	Sem 50	Sem 51	Sem 52	Sem 01	Sem 02	Sem 03	Sem 04	Sem 05	Sem 06	Sem 07	Sem 08	Sem 09	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	
10.43%	14.72%	19.02%	22.57%	26.82%	30.77%	34.58%	39.23%	44.84%	53.07%	60.38%	68.22%	73.63%	80.80%	86.08%	100.00%						
10.43%	15.40%	18.96%	21.88%	24.19%	27.88%	33.10%	38.10%	44.20%	50.41%	54.86%	61.00%	68.00%	76.00%	82.57%	85.71%	89.86%	93.00%	95.50%	98.22%	99.26%	
0.00%	0.68%	-0.06%	-1.05%	-2.63%	-2.89%	-1.47%	-1.13%	-0.64%	-2.66%	-5.52%	-7.22%	-11.63%	-14.80%	-13.57%	-14.29%	89.86%	93.00%	95.50%	98.22%	99.26%	

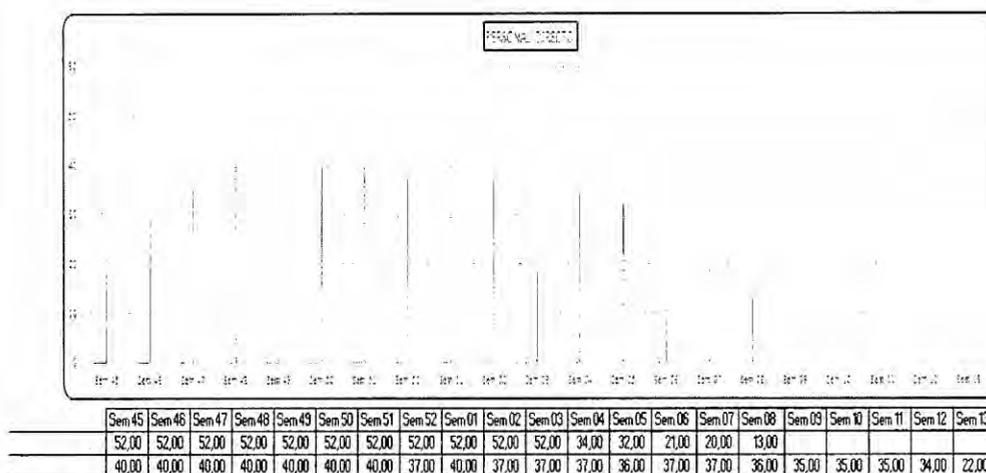
Figura N° 9.0

Control de Equipos de Producción Final



Sem 45	Sem 46	Sem 47	Sem 48	Sem 49	Sem 50	Sem 51	Sem 52	Sem 01	Sem 02	Sem 03	Sem 04	Sem 05	Sem 06	Sem 07	Sem 08	Sem 09	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	
6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	3,00	3,00	1,00	1,00						
5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	1,00	

**Figura N° 10.0**  
**Control de Personal Directo Final**



### 6.3. ANALISIS ECONOMICO

El análisis de evaluación de las curvas "S" del proyecto indican que la ampliación del periodo de ejecución del proyecto electromecánico de la Línea Primaria 22.9 kV y de Subestación Cerro Corona – Tantauatay - Cajamarca, muestra una reducción de las ganancias de US\$ 161,671.34, que representa un 16.67% de las ganancias estimadas de US\$ 970,028.05, indicadores negativos para una inversión de este tipo.

**Cuadro N° 15.0**  
**Cuadro Económico del Proyecto**

Descripción de Partida	Tiempo de Ejecución (días)	Proyecto (US\$)
Plan de Arranque Inicial	240	970,028.05
Evaluación Económica Final	278	808,356.71
Evaluación de Perdidas		161,671.34

## Cuadro N° 16.0

L.P. 22.9kV y SUBESTACIONES CERRO CORONA - TANTAHUATAY  
ESTUDIO DEFINITIVO

### RESUMEN - PRESUPUESTO BASE DEL PROYECTO

Cuadro N° 01

ITEM	SECCION DEL PROYECTO	COSTOS US\$				Sub Total US\$
		Suministros de Equipos	Transporte Local	Montaje (Incluye G.G. y Utilid.)		
				Obras Civiles	Obras Electromecánicas	
1	L.P. 22.9 KV Cerro Corona - Tantauatay, 6.96 km	97,714.21	4,885.71	67,059.59	41,469.43	211,128.93
2	Ampliación Subestación Cerro Corona (1 bahia 22.9 KV)	123,845.42	6,192.27	67,355.12	21,473.75	218,866.56
3	Subestación Tantauatay 22.9/0.46 KV	297,199.68	14,859.98	50,987.40	39,971.25	403,018.31
4	Sistema de Telecomunicaciones (radio HF)	7,000.00	350.00		1,562.50	8,912.50
5	INTANGIBLES (Ver Detalles en Cuadro N° 02)					128,101.75
<b>TOTAL PRESUPUESTO DEL PROYECTO US \$</b>		<b>525,759.31</b>	<b>26,287.97</b>	<b>185,402.10</b>	<b>104,476.93</b>	<b>970,028.05</b>

## VII. CONCLUSIONES

- Después de realizar el estudio de la empresa minera Coimolache, se determinó que si existía un incremento de inversión inicial producto de las partidas no consideradas en el presupuesto inicial.
- El estudio realizado permitió establecer que existen factores, que influyeron directamente en los incrementos de inversión de la empresa minera Coimolache, como la tecnología, la falta de credibilidad de los proveedores para la etapa de construcción.
- Al realizar el estudio de costos e ingresos proyectados, podemos observar que hay una gran cantidad de recursos necesarios del cual depende el correcto funcionamiento del proyecto, valor que dependerá del tiempo de recuperación de la inversión del proyecto.
- Se concluye diciendo que el proyecto si cumple con los objetivos de la investigación si se lleva a cabo un correcto y adecuado planeamiento electromecánico en los proyectos mineros.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Después de terminar el estudio, se recomienda poner en marcha el planeamiento electromecánico en todo proyecto minero que requiera de energía eléctrica siempre y cuando la situación económica del país no cambie.
- Se recomienda trabajar con profesionales de las carreras competentes que generan ideas innovadoras para optimizar la inversión de los proyectos mineros, teniendo presente la satisfacción al cliente.
- Se recomienda hacer estudios de mercado cada año, para saber si se está cumpliendo con los requerimientos de cada una de las empresas mineras del país.

## IX. REFERENCIAS

### 9.1. NORMAS

- LEY DE CONSESIONES ELECTRICAS PERU, 2011, Documento elaborado y actualizado por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas. Ministro de Energía y Minas Ing. Jorge Merino Tafur, Viceministro de Energía Ing. Edwin Quintanilla Acosta Director General de Electricidad Ing. Roberto Carlos Tamayo Pereyra.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DEL PERÚ.
- NORMA DE CONSTRUCCIÓN EN CONCRETO ESTRUCTURAL, ACI 318-99.
- BOLETÍN 74 DE LA ASCE: "Guidelines for Transmission Line Structural Loading", de la comisión de electricidad y estructuras de transmisión, División de estructuras.
- "MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION, LOAD AND RESISTANCE FACTOR DESIGN" Del AISC (American Institute Steel Construction).
- LAS NORMAS APLICABLES ASTM.
- IEEE Guide for Transmission Structure Foundation Design and Testing – IEEE STD 691-2001.

## 9.2. LIBROS DE ESTILO

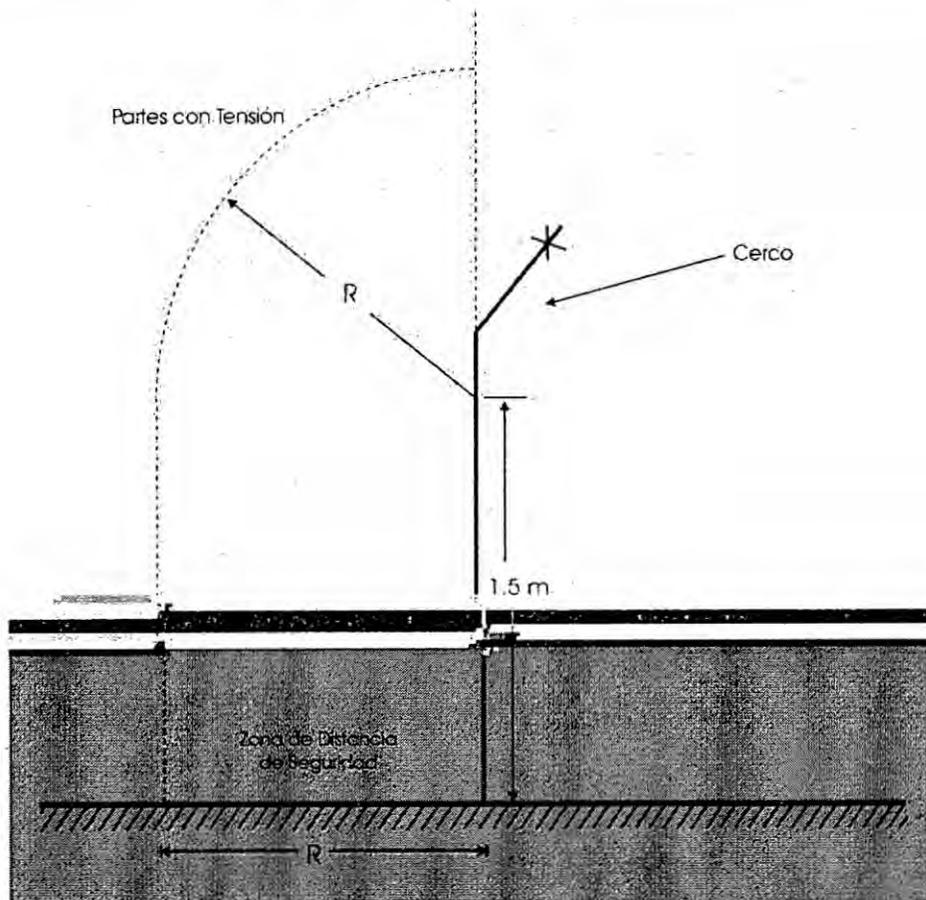
- ENRÍQUEZ HARPER. **Elementos de diseños en Subestaciones Eléctricas**. Editorial LUMISA. Segunda Edición. Año 2002.
- ENRÍQUEZ HARPER GILBERTO. **Sistemas de Transmisión y Distribución de Potencia Eléctrica**. Editorial LUMISA. Primera Edición. Año 2002
- RAMON FOLCH. **El transporte Eléctrico y su Impacto Ambiental**. Editado por la Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental. Primera Edición. Año 2002
- SAPAG CHAIN NASSIR. **Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación**. Editorial PEARSON. Segunda Edición. Año 2011
- HERNÁNDEZ SAMPIERI ROBERTO. **Metodología de la Investigación**. Editorial MC GRAW HILL. Cuarta Edición. Año 2006

## X. ANEXOS

Anexo N° 1	:	Distancia de Seguridad para los Cercos de Estaciones de Suministro Eléctrico.
Anexo N° 2	:	Diagrama de Gant.
Anexo N° 3	:	Laminas.
Lamina N° 1	:	Ubicación del Proyecto.
Lamina N° 2	:	Diagrama Unifilar General Subestación Cerro Corona.
Lamina N° 3	:	Diagrama Unifilar Medición y Protección Subestación Cerró Corona.
Lamina N° 4	:	Ubicación de La Subestación Cerro Corona.
Lamina N° 5	:	Disposición General de Equipos – Subestación Cerro Corona.
Lamina N° 6	:	Disposición de Equipos Corte A-A – Subestación Cerro Corona.
Lamina N° 7	:	Disposición de Equipos Corte B-B - Subestación Cerró Corona.
Lamina N° 8	:	Disposición de Cortes C-C y D-D – Subestación Cerro Corona.
Lamina N° 9	:	Red de Tierra Profunda – Subestación Cerró Corona.
Lamina N° 10	:	Obras Civiles Subestación Cerro Corona – Vista Planta General, Coordenadas.
Lamina N° 11	:	Obras Civiles Detalles de Cercos y Muros – Subestación Cerro Corona.
Lamina N° 12	:	Obras Civiles Disposición de Cunetas,

- Canaletas, Postes y Recloser –  
Subestación Cerro Corona.
- Lamina N° 13 : Obras Civiles Detalle de Bases Para  
Bahía Tantahuatay - Subestación  
Cerró Corona.
- Lamina N° 14 : Diagrama Unifilar General –  
Subestación Tantahuatay.
- Lamina N° 15 : Disposición General de Equipos  
Subestación Tantahuatay – Vista  
de Planta.
- Lamina N° 16 : Disposición General de Equipos  
Subestación Tantahuatay – Secciones  
A-A y B-B.
- Lamina N° 17 : Disposición General de Equipos  
Subestación Tantahuatay – Secciones  
C-C y D-D.
- Lamina N° 18 : Red de Tierra Profunda – Subestación  
Tantahuatay.
- Lamina N° 19 : Red de Tierra Superficial de Equipos  
de Patio de Llaves – Subestación  
Tantahuatay.
- Lamina N° 20 : Red de Tierra Superficial de Pórticos  
de 22,9 y 10 kV – Subestación  
Tantahuatay.
- Lamina N° 21 : Disposición General de Bases de  
Equipos Subestación Tantahuatay –  
Vista de Planta.
- Lamina N° 22 : Disposición General de Bases de  
Equipos – Secciones A-A, B-B, C-C,  
D-D y Buzón de Drenaje Subestación  
Tantahuatay.

Lamina N° 23	:	Obras Civiles, Detalle de Bases.
Lamina N° 24	:	Obras Civiles, Cerco Perimétrico y Puerta.
Lamina N° 25	:	Trazo de Ruta Línea Primaria 22.9 kV.
Lamina N° 26	:	Perfil y Planimetría - 0 + 0.00 Km a 1 + 280.00 Km.
Lamina N° 27	:	Perfil y Planimetría - 0 + 280.00 Km a 2 + 600.00 Km.
Lamina N° 28	:	Perfil y Planimetría - 2 + 600.00 Km a + 920.00 Km.
Lamina N° 29	:	Perfil y Planimetría - 3 + 920.00 Km a 5 + 280.00 Km.
Lamina N° 30	:	Perfil y Planimetría - 5 + 280.00 Km a 6 + 560.00 Km.
Lamina N° 31	:	Perfil y Planimetría - 6 + 560.00 Km a 6 + 965.16 Km.



**Figura 110-1**  
**DISTANCIA DE SEGURIDAD PARA LOS CERCOS**  
**DE ESTACIONES DE SUMINISTRO ELÉCTRICO**

### 110.B.3. Ventilación

Deberá haber suficiente ventilación para mantener las temperaturas de funcionamiento dentro de los valores nominales, regulado para minimizar la acumulación de contaminantes en suspensión en el aire en cualquier condición de operación.

### 110.B.4. Humedad y condiciones atmosféricas

Estos deberán ser secos. En las estaciones externas o las estaciones ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otras ubicaciones húmedas o de alto grado de humedad, el equipo deberá estar adecuadamente diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.

**Tabla 110-1**  
**Valores para utilizarse con la Figura 110-1**

Tensión nominal entre fases (V)	BIL Típico (kV)	Dimensión "R" (m)
151 – 7 200	95	3,0
13 800	110	3,1
23 000	150	3,1
34 500	200	3,2
46 000	250	3,3
69 000	350	3,5
115 000	550	4,0
138 000	650	4,2
161 000	750	4,4
230 000	825	4,5
230 000	900	4,7
345 000	1 050	5,0
345 000	1 175	5,3
345 000	1 300	5,5
500 000	1 550	6,0
500 000	1 800	6,6

## 110.C. Equipo eléctrico

Todo el equipo fijo será sostenido y asegurado de una manera consistente con las condiciones de servicio razonablemente esperadas. Se debe prestar consideración al hecho de que algún equipo pesado, tal como los transformadores, pueden ser asegurados en el lugar por su peso. Sin embargo, el equipo que genere fuerzas dinámicas durante la operación puede requerir medidas adicionales adecuadas.

*NOTA: La instalación de los transformadores deberá ser de tal manera que se asegure su fijación mecánica a la estructura considerando las posibles caídas o desplazamientos originados por vibraciones e incluso por los movimientos telúricos.*

## 111. Iluminación

### 111.A. En condiciones normales

Para la iluminación artificial de las áreas de trabajo (lugar donde se desarrolla la tarea visual) deberá tomarse en cuenta la Regla 111.A.1, y para la iluminación de salas y espacios, se deberá tomar en cuenta la Regla 111.A.2.

Para la aplicación de ambas Reglas 111.A.1 y 111.A.2, la relación entre los valores mínimos y medios de iluminancia, no deberá ser inferior a lo establecido en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas.

