



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA
ELÉCTRICA CON ESTÁNDARES DE CALIDAD SEGÚN LA
NTCSE Y CNE, PARA ATENDER EL RECRECIMIENTO DE
LA PRESA DE RELAVE EN LA SS.EE. CARMEN CHICO,
FRANCISCO DE ASIS DE YARUSYACAN-PASCO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
CRISTIAN DAVID OROYA INFANTES**

**ASESOR
MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ ROJAS**

LIMA – PERÚ, AGOSTO 2021

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio; y a mi amada hija Cristina, por ser la motivación de mi superación a lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de la carrera de Ingeniería Industrial de la UAP, por mi formación profesional.

A la empresa Nexa Resosurces, por haberme acogido y ser parte de mí y a los que estuvieron todo este tiempo conmigo trabajando.

A mis adorados padres, por su gran apoyo incondicional, su gran comprensión e interés y su inestimable apoyo personal; a todos mis docentes un agradecimiento inmenso por el gran aporte de conocimientos y experiencias profesionales de cada uno.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los problemas principales que tienen las empresas eléctricas, es con la calidad de servicio eléctrico que brindan a sus clientes muchas veces eso conlleva que haya un malestar y producto de ello se llegue a presentar denuncias ante el Organismo Supervisor de Inversión de Energía y Minería (OSINERMIN), muchas veces eso ocasiona que se penalice a las empresas.

Nexa, dentro de sus planes de expansión a mediano plazo está desarrollando en la unidad minera “El Porvenir”, el proyecto de ampliación de la presa de relave y por consiguiente está requiriendo contar con mayor energía eléctrica en esa zona, a consecuencia de ello, se ha presentado algunos problemas como es la caída de tensión, interrupciones fortuitas y perturbaciones; estos problemas son ocasionados debido a que la infraestructura existente no soporta un incremento de demanda de energía eléctrica.

Es así como surge la necesidad de contar con una buena calidad servicio de energía eléctrica, principalmente en la calidad de producto y suministro, como también conseguir que las infraestructuras estén bien construidas con materiales de buena calidad y que la ejecución del proyecto se realice cumpliendo con las normas mencionada por el código nacional de electricidad (CNE).

El proyecto abarca la siguiente instalación como es el remplazo de la línea primaria en 13,2 kV existente Carmen Chico de la UM El Porvenir, lo que se busca es realizar el diseño de una nueva Infraestructura eléctrica cumpliendo los estándares de calidad de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE) y el Código Nacional de Electricidad (CNE), con el fin de satisfacer las necesidades de demanda de energía eléctrica, por el incremento de nuevas áreas de producción minera en esa zona: en la actualidad las principales instalaciones existentes en la zona del proyecto son la S.E. N° 3 UM El Porvenir 50/13,2 kV; S.E. Carmen Chico y la línea primaria 13,2 kV S.E. N° 3 UM El Porvenir – Carmen Chico.

La zona del proyecto se caracteriza por presentar un bajo nivel de contaminación, el clima de la zona es frío, con presencia de precipitaciones durante los períodos de diciembre a marzo.

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional describe el diseño de Infraestructura Eléctrica desde la SS.EE. N° 3 UM El Porvenir hasta la SS.EE. Carmen Chico, ubicada en el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan, en la provincia de Cerro de Pasco y departamento de Pasco. La Infraestructura será con estructuras de madera y con conductor fase tipo AAAC de 120 mm² de sección en simple terna, la longitud aproximada de la línea es de 3,0 km.

Para el diseño la nueva infraestructura eléctrica se tuvo en cuenta los estándares de calidad establecidos en la normatividad vigente como es la NTCSE (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctrico) y la CNE (Código Nacional de Electricidad).

El primer paso que se hizo es desarrollar el trazo de ruta, en la cual se planteó 2 propuestas de ruta, considerándose la que tenía menor longitud de línea y vértices, se elijo también el tipo de estructura, la sección de conductor, para ello se hizo los cálculos mecánico y eléctrico, también se diseñó los aisladores, retenidas y las puestas a tierra.

También se hizo una simulación con el software Digsilent para poder analizar la caída de tensión en el conductor, se hizo una comparación con el conductor inicial de 35mm² y con el conductor elegido de 120mm².

La metodología utilizada en el desarrollo del proyecto es la norma alemana VDI 2221, en la cual consta de 4 partes que son: Definición del proyecto, diseño conceptual, diseño de materialización y el diseño de detalle.

Se concluyó que la implementación de la nueva infraestructura se mejorará los índices de calidad del suministro eléctrico, ya que contará con una infraestructura con capacidad suficiente para atender una mayor demanda de energía eléctrica a futuro.

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency describes the design of Electrical Infrastructure from the SS.EE. N ° 3 UM El Porvenir to SS.EE. Carmen Chico, located in the district of San Francisco de Asis de Yarusyacan, in the province of Cerro de Pasco and department of Pasco. The infrastructure will be with wooden structures and with a phase conductor type AAAC of 120 mm² of section in simple triple, the approximate length of the line is 3.0 km.

For the design of the new electrical infrastructure, the quality standards established in the current regulations were considered, such as the NTCSE (Technical Standard for the Quality of Electric Services) and the CNE (National Electricity Code).

The first step that was done was to develop the route layout, in which 2 route proposals were proposed, considering the one with the shortest line length and vertices, the type of structure, the conductor section, was also chosen. He did the mechanical and electrical calculations, he also designed the insulators, retainers, and the earthing.

A simulation was also done with the Digsilent software to be able to analyse the voltage drops in the conductor, a comparison was made with the initial conductor of 35mm² and with the chosen conductor of 120mm².

The methodology used in the development of the project is the German standard VDI 2221, in which it consists of 4 parts that are: Project Definition, Conceptual Design, Materialization Design and Detail Design.

It was concluded that the implementation of the new infrastructure will improve the quality of electricity supply, since it will have an infrastructure with sufficient capacity to meet a greater demand for electricity in the future.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
INTRODUCCIÓN	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Antecedentes de la empresa.....	1
1.2. Perfil de la empresa	1
1.3. Actividades de la empresa	2
1.3.1. Misión	2
1.3.2. Visión.....	2
1.3.3. Objetivo.....	2
1.4. Organización actual de la empresa	2
1.4.1. Asamblea general de accionistas	2
1.4.2. Consejo de Administración	3
1.4.3. Comité de Auditoría	3
1.4.4. Comité de Finanzas.....	3
1.4.5. Comité de Remuneración, Nombramiento y Gobernanza	3
1.4.6. Junta Directiva Ejecutiva.....	3
1.5. Descripción del entorno de la empresa.....	6

1.5.1. Factores Político	6
1.5.2. Factores Económicos	6
1.5.3. Factores Sociales	6
1.5.4. Factores Tecnológicos	7
CAPÍTULO II.....	11
REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	11
2.1. Descripción de la realidad problemática	11
2.2. Análisis del problema.....	13
2.3. Formulación del Problema.....	13
2.4. Objetivo del proyecto	13
2.4.1. Objetivo General	13
2.4.2. Objetivo Específico	13
CAPÍTULO III.....	15
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	15
3.1. Descripción y desarrollo del proceso	15
3.1.1. Antecedentes de la investigación, nacionales	15
3.1.2. Antecedentes Internacionales.....	17
3.2. Bases Teóricas	18
3.2.1. Infraestructura.....	18
3.2.2. Infraestructura Eléctrica	18
3.2.3. Calidad de Servicio Eléctrico	19
3.2.4. Calidad de Producto	19
3.2.5. Calidad de suministro	20
3.3. Bases Normativas.....	20
3.3.1. Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE)	20
3.4. Desarrollo del proyecto.....	24

3.4.1. Definición del Proyecto	24
3.4.2. Características climatológicas	25
3.4.3. Características Ambientales	25
3.4.4. Diseño conceptual	26
3.4.5. Diseño de materialización	27
3.4.6. Estudio Geología y Geotecnia	27
3.4.7. Trazo de ruta	33
3.4.8. Diseño y detalle	42
3.5. Presupuesto de la ingeniería de detalle del proyecto	77
3.5.1. Cronograma de la Ingeniería de Detalle del Proyecto	79
3.6. Conclusiones	80
3.7. Recomendaciones	81
CAPÍTULO IV	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
CAPÍTULO V	85
GLOSARIO DE TÉRMINOS	85
CAPÍTULO VI	86
ANEXOS	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Organización de la Empresa Nexa Resources	4
Gráfico 2 Organización del Área de Mantenimiento de Nexa Resources.....	5
Gráfico 3 Infraestructura Eléctrica con Bajo Índices de Calidad.....	12
Gráfico 4 Modelo de Diseño de la Norma Alemana VDI 2221	24
Gráfico 5 Propuesta de Trazo de Ruta.....	26
Gráfico 6 Cronograma del Proyecto	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz FODA de Nexa Resources.....	9
Tabla 2 Matriz FODA de la Problemática del Proyecto.....	10
Tabla 3 Matriz de Resultados	14
Tabla 4 Coordenadas del Proyecto	25
Tabla 5 Calicatas Excavadas.....	28
Tabla 6 Tipos de Rocas en el Proyecto	29
Tabla 7 Propiedades Físicas de las Rocas.....	29
Tabla 8 Zonificación Sísmica	31
Tabla 9 Características Geotécnicas de Suelos y Rocas	32
Tabla 10 Coordenadas de los Vértices del Trazo de Ruta.....	41
Tabla 11 Características de los Postes.....	42
Tabla 12 Armado de la Estructuras.....	43
Tabla 13 Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MSS.....	44
Tabla 14 Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MST	46
Tabla 15 Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MSTR	48
Tabla 16 Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MHT.....	49
Tabla 17 Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MHTR	51
Tabla 18 Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MSTT	52
Tabla 19 Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MSA.....	54
Tabla 20 <i>Características del Conductor</i>	55
Tabla 21 Características de la Fibra Óptica.....	55
Tabla 22 Hipótesis de Estado	58
Tabla 23 Cálculo Mecánico del Conductor (EDS).....	59
Tabla 24 Cálculo Mecánico del Conductor (Viento Máximo)	60
Tabla 25 Cálculo Mecánico del Conductor (Temperatura Mínimo).....	61

Tabla 26 Cálculo Mecánico del Conductor (Hielo Máximo)	62
Tabla 27 Cálculo Mecánico del Conductor (Viento-Hielo).....	63
Tabla 28 Cálculo Mecánico del Conductor (Temperatura Máxima)	64
Tabla 29 Fuerza de Tracción Originada.....	71
Tabla 30 Cálculo del Sistema de Puesta a tierra	75
Tabla 31 Presupuesto de la Ingeniería de Detalle del Proyecto	78

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación de la sala de control SE N° 3 UM El Porvenir.....	34
Ilustración 2 Ubicación del Vértice V1	34
Ilustración 3 Trazo de Ruta Entre Vértice V1 a Vértice V2.....	35
Ilustración 4 Trazo de Ruta Entre Vértice V2, Vértice V3 y Vértice V4.....	36
Ilustración 5 Trazo de Ruta Vértice V7, Vértice V8 y Hacia Vértice V9	36
Ilustración 6 Trazo de Ruta Vértice V8, V9, V10 Hacia Vértice V11.....	38
Ilustración 7 Trazo de Ruta desde el Vértice V12 hacia el Vértice V13.....	39
Ilustración 8 Trazo de Ruta desde el Vértice V12 hacia el Vértice V13.....	39
Ilustración 9 Trazo de Ruta desde el Vértice V15 hacia Vértice V16	40
Ilustración 10 Llegada al Vértice V16 (Subestación Carmen Chico)	40
Ilustración 11 Factores de Sobrecarga FS 1 de 1	44
Ilustración 12 Factores de Sobrecarga FS 1 de 2	45
Ilustración 13 Factores de Sobrecarga FS 1 de 3	47
Ilustración 14 Factores de Sobrecarga FS 1 de 4	49
Ilustración 15 Factores de Sobrecarga FS 1 de 5	50
Ilustración 16 Factores de Sobrecarga FS 1 de 6	52
Ilustración 17 Factores de Sobrecarga FS 1 de 7	53
Ilustración 18 Resistividad del terreno.....	68
Ilustración 19 Retenida R1	69
Ilustración 20 Verificación de Estabilidad.....	71
Ilustración 21 Configuración C1	74
Ilustración 22 Configuración C2	74
Ilustración 23 Simulación del Conductor de 35mm ²	76
Ilustración 24 Simulación del Conductor de 120mm ²	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Plano de Trazo de Ruta	87
Anexo 2 Tipo de Estructura 1 de 1	88
Anexo 3 Tipo de Estructura 1 de 2	89
Anexo 4 Tipo de Estructura 1 de 3	90
Anexo 5 Tipo de Cadena de Aisladores	91
Anexo 6 Plano del Sistema de Puesta a Tierra	92
Anexo 7 Distribución de las Estructuras 1 de 1	93
Anexo 8 Distribución de las Estructuras 1 de 1	94
Anexo 9 Distribución de las Estructuras 1 de 2	95
Anexo 10 Distribución de las Estructuras 1 de 3	96
Anexo 11 Distribución de las Estructuras 1 de 4	97
Anexo 12 Planilla de las Estructuras 1 de 5	98

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes de la empresa

Nexa Resources, es una de las empresas más sobresaliente del mundo que originalmente perteneció a Votorantim desde 1956, en sus inicios se inició con el metal no ferroso que ingresó al mercado de metales de la empresa minera, actualmente es una empresa grande a nivel mundial y obteniendo un liderazgo muy importante en América Latina. Uno de sus lemas más importante es creer en la extracción del presente para planificar un futuro mejor para todos los que luchamos todos los días.

En 2017, Votorantim Metais se convirtió en Nexa, como resultado de la unión de la empresa de metalurgia y minería del Grupo Votorantim con Milpo, una empresa minera peruana líder del mercado. Las operaciones conjuntas de las dos empresas posicionaron a Nexa Resources como una de las cinco mayores productoras de zinc a nivel mundial y líder en América Latina.

Nexa Resources, se unió al mundo minero, obteniendo grandes desafíos, la selección de sus nuevos participantes es muy importante por la calidad de los productos y minerales, además, han logrado un gran desafío con un equipo competentes en el campo de los minerales. Ahora tienen presencia, comercio y servicios internacionales que ya son conocidos por su éxito y rápido crecimiento.

1.2. Perfil de la empresa

Nexa Resosurces, es una empresa minera y metalúrgica enfocada en zinc y cobre, con más de 60 años de experiencia en desarrollo de activos y asociaciones en Brasil y Perú. Desde octubre de 2017, las acciones de la compañía se negocian en las bolsas de valores de Nueva York, Toronto y Canadá, y su principal accionista es Votorantim SA, que posee el 64,3% del capital. (Nexa Resources S.A, 2017, p. 10)

1.3. Actividades de la empresa

1.3.1. Misión

Ser una organización líder en la adquisición, ejecución y operación de proyectos mineros-metalúrgicos que crean valor que es relevante para los accionistas, clientes, empleados, socios comerciales y las comunidades.

1.3.2. Visión

Ser uno de los grandes productores de minerales del mundo. La estrategia para su desarrollo sostenible depende de un proceso creativo bien desarrollado para todos de manera correcta.

1.3.3. Objetivo

Ofrecer un producto que agrade a nuestros clientes, en forma apropiado, optimizando los costos de producción, innovando y ser competitivo internacionalmente.

1.4. Organización actual de la empresa

La estructura organizacional de Nexa Resources, se divide de la siguiente manera:

1.4.1. Asamblea general de accionistas

Son los que toman las decisiones más importantes en la compañía, la asamblea general de accionistas tiene tienen la autoridad para modificar las reglas, nombrar o destituir a los miembros del Consejo de Administración, aprobar informes contables y financieros sobre asuntos importantes como activos, fusiones, adquisiciones y fusiones, entre otros temas vitales para el desempeño de los negocios. (Nexa Resources S.A, 2017, p. 23)

1.4.2. Consejo de Administración

Su función es ayudar a la empresa a alcanzar sus objetivos y gestionar sus operaciones para el crecimiento empresarial. Nuestro Estatuto Social define que el Consejo de Administración (CA) están conformado por al menos cinco y a lo sumo 11 miembros activos, siendo al menos tres sean independientes para cumplir las reglas propuesta por las Bolsas de Valores en las que están asociados. Los miembros se eligen por decisión de la Asamblea General de Accionistas por un año, con posibilidad de reelección. (Nexa Resources S.A, 2017, p. 24)

1.4.3. Comité de Auditoría

Su función es de mantener la integridad de los sistemas de gestión interna y de información financiera, reconoce y gestiona el riesgo, establece los procedimientos y las normas de ética y conducta. (Nexa Resources S.A, 2017, p. 25)

1.4.4. Comité de Finanzas

Responsable de comprender el ambiente y tendencias del mercado, determina el significado de la estrategia y política financiera, evalúa y monitorea su plan de inversión anual y presenta las pautas financieras y posición de liquidez de la empresa. (Nexa Resources S.A, 2017, p. 25)

1.4.5. Comité de Remuneración, Nombramiento y Gobernanza

Evalúa los modelos de retribución, aconseja candidatos a la Presidencia y a los del Consejo de Administración, evalúa el desempeño del Consejo de Administración, del CEO y de cada uno del Comité de Asesoramiento, realiza directrices y principios de gobernanza corporativa. (Nexa Resources S.A, 2017, p. 25)

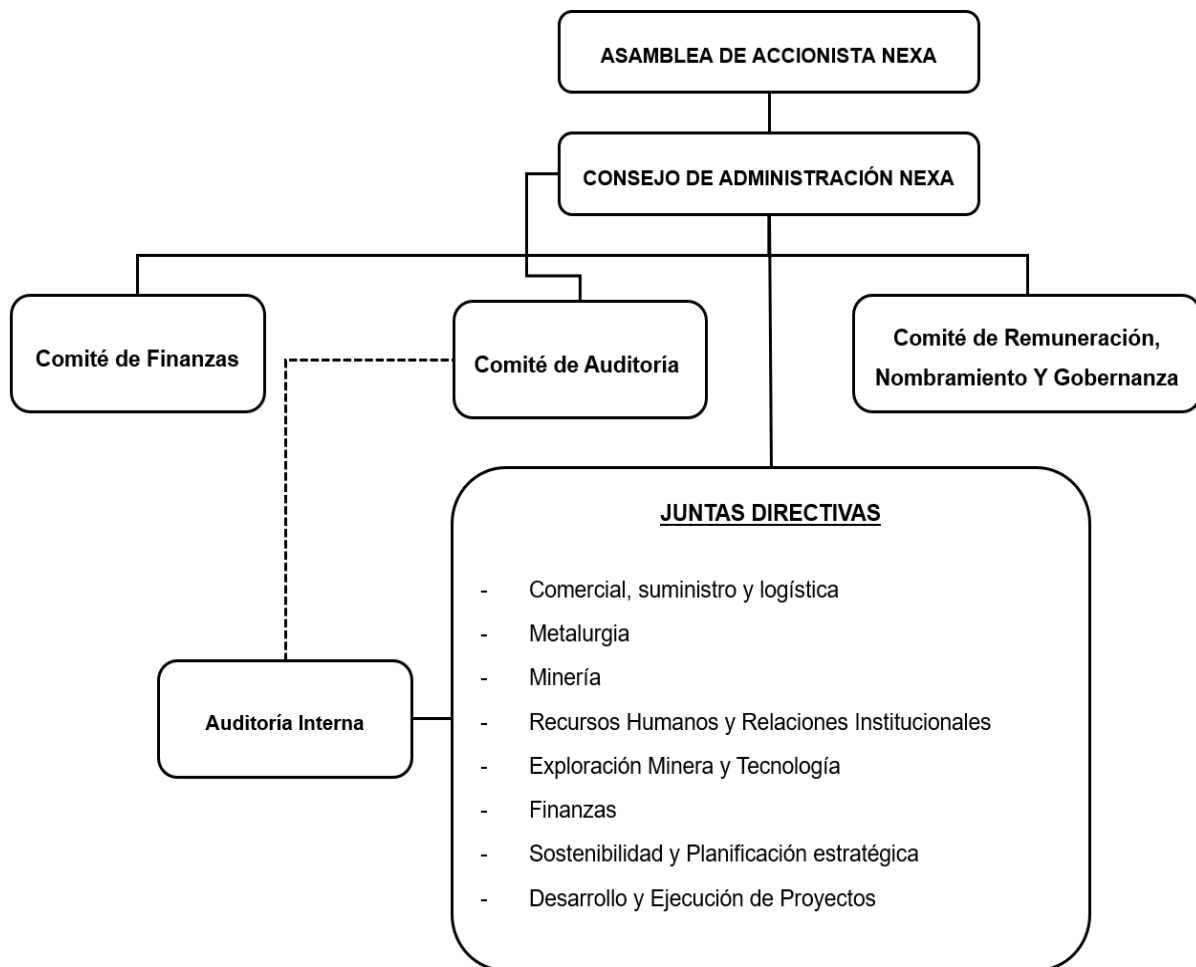
1.4.6. Junta Directiva Ejecutiva

Está a cargo de la gestión diaria y mantiene el contacto con todos los interesados. Este grupo de liderazgo es responsable de asegurar la

sostenibilidad del marco estratégico y la implementación del presupuesto de acuerdo con los lineamientos recibidos de la junta directiva. Una junta directiva de ocho directores clave se reúne cada semana para supervisar la planificación estratégica, discutir asuntos financieros y no financieros y desarrollar estrategias de implementación estratégica para la organización. (Nexa Resources S.A, 2017, p. 25)

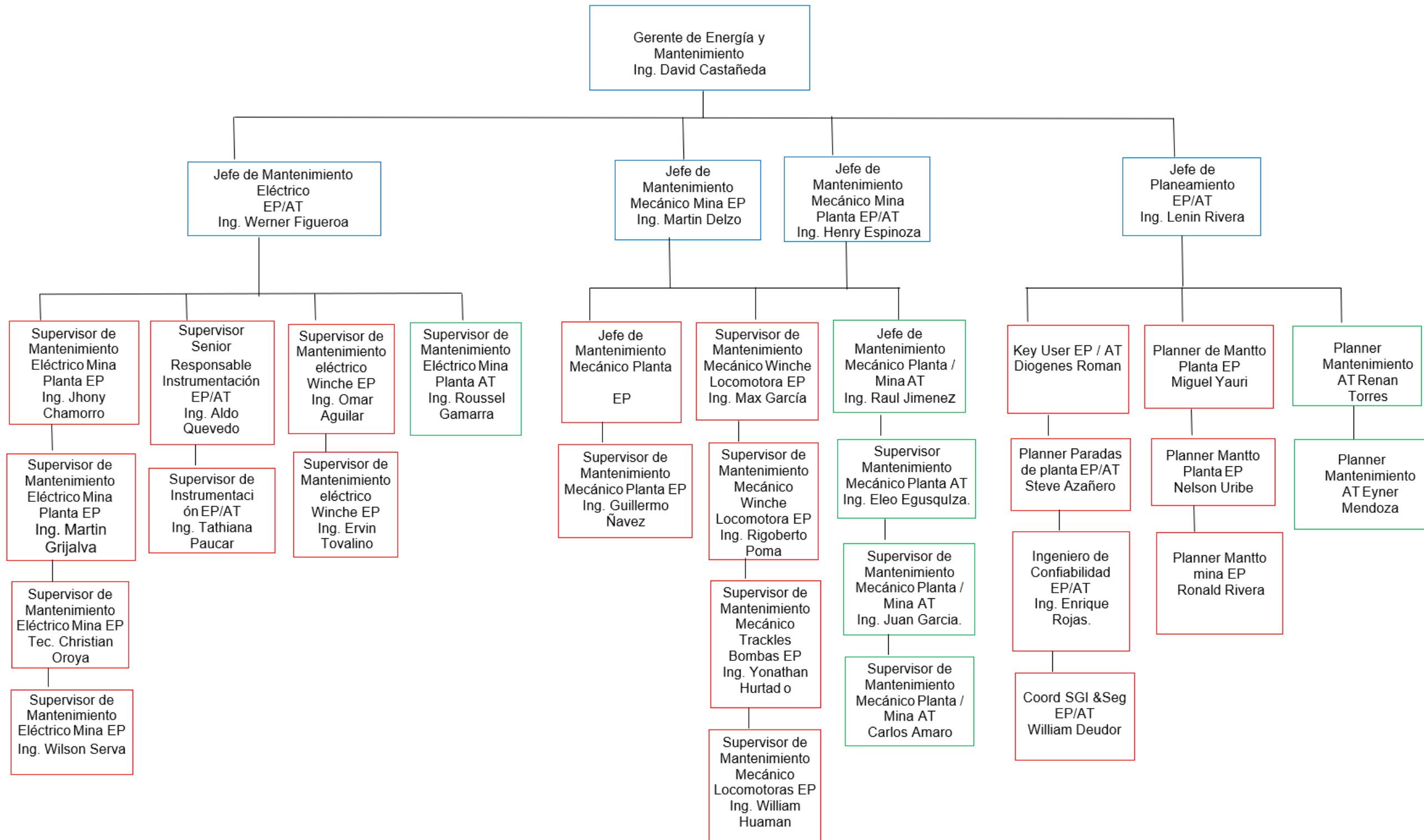
Gráfico 1

Organización de la Empresa Nexa Resources



Fuente: (Nexa Resources S.A, 2021)

Gráfico 2
Organización del Área de Mantenimiento de Nexa Resources



Fuente: (Nexa Resources S.A, 2021)

1.5. Descripción del entorno de la empresa

1.5.1. Factores Político

La incertidumbre que ocurre actualmente en la política está conllevando que las inversiones por parte de las empresas extranjeras se vea afectadas, uno de ello es sector minero, la ideología por partes de los partido político está conllevando un incertidumbre para el inversionista, por una parte tenemos un partido de derecha, que propone seguir con las inversiones, aumentar sectores mineros en distintos lugares del país, y el por otro lado tenemos un partido de izquierda que propone, revisar los contratos , y aplicar mayor impuesto en el sector minero, ya que argumentan que las transnacionales mineras están obteniendo sobre ganancias, y para la cual pretende imponer un impuesto en ese aspecto.

1.5.2. Factores Económicos

Actualmente el Perú y el mundo se viene afectado por una crisis económica, producida por la pandemia del Covid-19, muchas empresas han fracasado y otros han seguido funcionando pero con poca producción, pero sin embargo algunos no se ha visto muy afectado, como es el sector minero, los precios de los minerales se han elevado y su producción se ha mantenido, según el banco central de reserva del Perú proyecta que en el 2021 el PBI en el sector minero crecerá en un 14.4% , cabe resaltar que en el año 2020 las inversiones mineras a nivel mundial ha tenido un decrecimiento, pero las cotizaciones de los minerales se ha incrementado.

Es así como Nexa Resources sigue trabajando con el fin de seguir creciendo y satisfacer a su cliente con un producto de buena calidad.

1.5.3. Factores Sociales

Uno de los problemas sociales que tiene las empresas mineras es la contaminación ambiental y la destrucción del ecosistema, eso conllevado que muchas comunidades no prefieran la presencia de la

minería en sus localidades, por lo que perjudicaría a la agricultura, ganadería y contaminarían del agua.

Uno de los principales impactos de la minería en el entorno social es la aparición de asentamientos humanos. Esto no solo conduce a una falta de planificación urbana, sino que también genera un entorno de vida inestable para esta población en términos de falta de servicios de saneamiento (agua potable y drenaje), atención médica, educación y vivienda.

En el 2020 Nexa Resources, ha invertido más de 18 millones de soles en las comunidades que se encuentra dentro del área de influencia, uno de los compromisos que tiene con los pobladores es de brindar oportunidades y condiciones a las personas, con mano de obra local., además lo que se busca es mejorar las condiciones de vida de la población, mediante proyectos importantes.

1.5.4. Factores Tecnológicos|

El impacto de la tecnología conlleva a tener ventajas competitivas, como mayor productividad, mejora en la comunicación, reducción de costos, mejora en la toma de decisiones y mayor competitividad.

La automatización es una de las tecnologías más utilizadas en los últimos años por las empresas más modernas del mundo, este tipo de tecnología conllevó a la transformación digital de las unidades productivas, haciéndolo más rentable en las áreas de producción, logrando reducir costos sistemáticamente.

La llegada de Internet y el auge de las comunicaciones móviles facilitaron la conexión entre muchas fábricas y el acceso a la información.

Nexa Resources, invirtió 8.5 millones de dólares en investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, lo que se busca es ser más competitivo en las operaciones de minería y metalurgia. Una de la

tecnología que se viene utilizando es el proceso de electrolisis mediante corriente continua generada, mediante la implementación de paneles solares, Tres María tiene una presa donde se ha instalado este tipo de tecnología.

Tabla 1
Matriz FODA de Nexa Resources

FACTORES INTERNOS		FORTALEZAS (F)		DEBILIDADES (D)	
		F1	Contar con más de 60 años de experiencia.	D1	Infraestructura de producción antigua.
FACTORES EXTERNOS		F2	Integración productiva vertical de la minería y refinería.	D2	Procesos administrativos y operativos deficientes.
		F3	Línea de negocio con bajo gasto en la producción	D3	Inversión limitada en el mantenimiento de sus activos.
OPORTUNIDADES (O)		OPORTUNIDADES-FORTALEZAS		OPORTUNIDADES-DEBILIDADES	
O1	Expectativa de invertir en nuevas exploraciones mineras	O1-F1	La experiencia de Nexa Resources le permitirá invertir en nuevas exploraciones mineras	O1-D2	Los Procesos administrativos y operativos deficientes disminuirá las expectativas de invertir en nuevas exploraciones mineras
O2	Incremento de sectores productivos	O2-F2	La integración productiva vertical incrementara los sectores productivos de la empresa	O2-D3	La inversión limitada en el mantenimiento de sus activos no permite el crecimiento de los sectores productivos.
O3	Esperanza de crecimiento de los activos	O3-F3	La línea de negocio con bajo gasto en la producción generara esperanza de crecimiento en los activos	O3-D1	la infraestructura de producción antigua amenaza la esperanza de crecimiento de los activos
AMENAZAS (A)		AMENAZAS - FORTALEZAS		AMENAZAS - DEBILIDADES	
A1	incertidumbre en la política de Brasil y Perú	A1-F3	La incertidumbre en la política de Brasil y Perú afectara la línea de negocio de la empresa	A1-D3	La incertidumbre en la política de Brasil y Perú evitará la inversión en el mantenimiento de su activo
A2	Conflictos sociales	A2-F2	Los conflictos sociales podrían interrumpir la fluidez de la integración productiva vertical de la empresa.	A2-D2	Los Procesos administrativos y operativos deficientes generarán los conflictos sociales
A3	Variación de los precios de los metales	A3-F1	La variación de los precios de los metales será ajena a la experiencia de la empresa	A3-D1	La variación elevada de los precios de los metales es consecuencia de una infraestructura antigua.

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Tabla 2
Matriz FODA de la Problemática del Proyecto

		FORTALEZAS (F)		DEBILIDADES (D)	
		F1	F2	D1	D2
FACTORES INTERNOS		F1	Recurso humano especializado	D1	Mala calidad de servicio eléctrico.
		F2	Capacitaciones constantes hacia el personal.	D2	Crecimiento de la demanda de energía eléctrica en las áreas de producción.
FACTORES EXTERNOS		F3	Cadena logística integrada cercana a la unidad minera.	D3	Índices demográficos desfavorable en el sector
OPORTUNIDADES (O)		OPORTUNIDADES-FORTALEZAS		OPORTUNIDADES-DEBILIDADES	
O1	Respaldo financiero del Grupo Votorantim.	O1-F1	El grupo Votorantim, a través de Nexa Resources viene contratando personal especializado.	O1-D1	El Grupo Votorantim buscará mejorar la calidad de servicio eléctrica mediante el financiamiento de nuevas infraestructuras.
O2	Adquisición de los últimos avances tecnológico que pueda dar mejorar la eficiencia del sector eléctrico.	O2-F2	El uso de nuevas tecnologías conlleva que el personal reciba capacitaciones constantemente.	O2-D2	El crecimiento de la demanda de energía eléctrica nos lleva a buscar otras formas de generar energía eléctrica, según los últimos avances de la tecnología.
O3	Adquisición de materiales de buena calidad para la remodelación de su infraestructura eléctrica.	O3-F3	Tenemos una logística eficiente con materiales de buena calidad.	O3-D1	La adquisición de materiales de buena calidad conllevará a mejorar el servicio eléctrico.
AMENAZAS (A)		AMENAZAS - FORTALEZAS		AMENAZAS - DEBILIDADES	
A1	Inestabilidad en su sistema eléctrico.	A1-F1	La inestabilidad del sistema eléctrico se debe solucionar mediante un personal especializado	A1-D1	La mala calidad de servicio eléctrico nos conlleva a una inestabilidad en su sistema eléctrica
A2	Pérdidas de energía eléctrica	A2-F2	Mediante capacitaciones se debe buscar las causas de las pérdidas de energía eléctrica	A2-D2	El crecimiento de la demanda de energía eléctrica ha conllevado que se produzca caída de tensión, por ende, se genere perdidas de energía.
A3	Sanciones por el Organismo Supervisor de la inversión en Energía y Minería.	A3-F2	Osinerming brinda seminarios de actualización a los personales dedicado al servicio de energía eléctrica.	A3-D1	Osinerming será el encargado de sancionar la mala calidad del servicio de energía eléctrica

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

CAPÍTULO II

REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1. Descripción de la realidad problemática

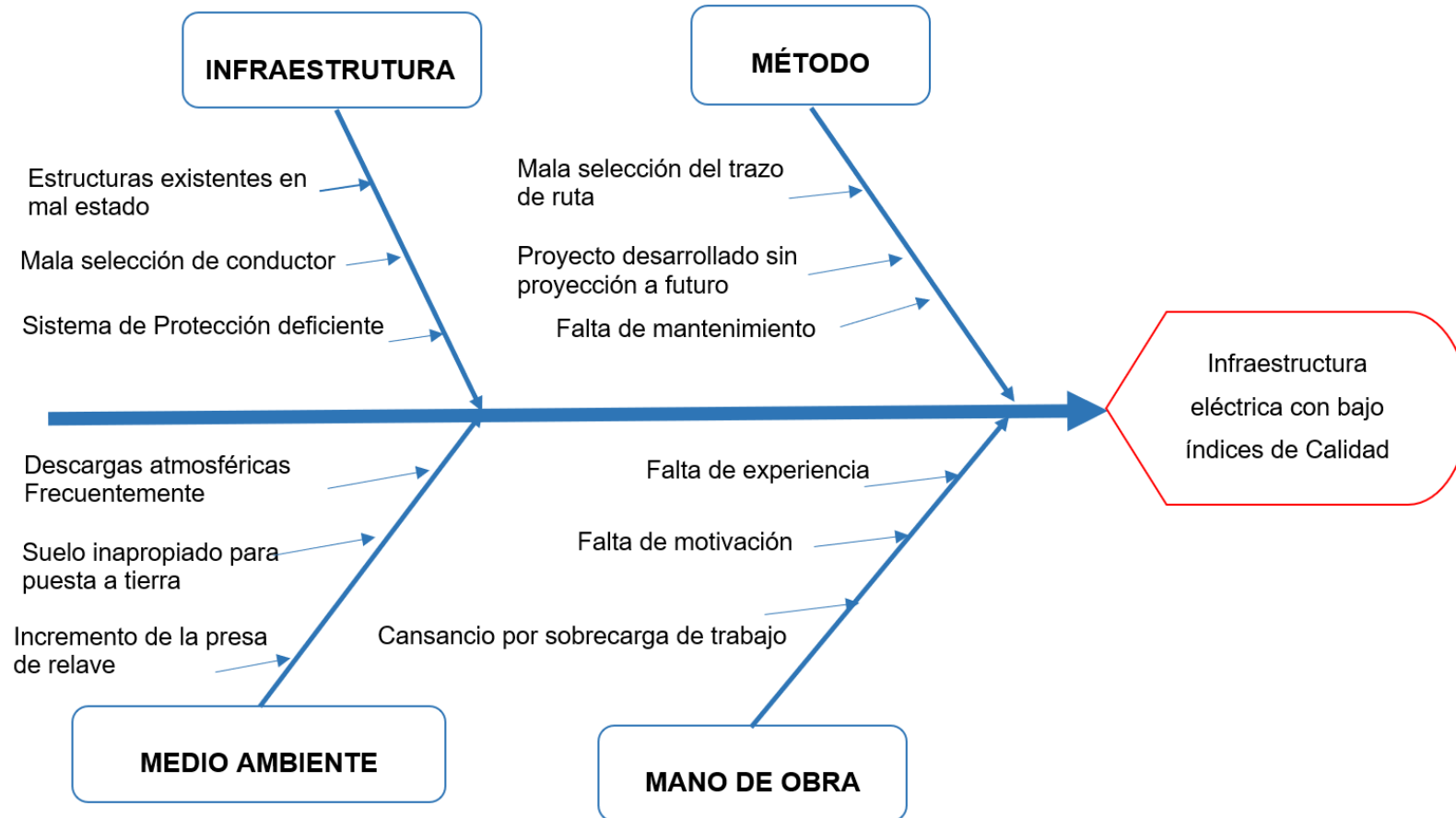
Uno de los problemas que sufren actualmente algunas empresas, ante el incremento de sus áreas de producción, es la calidad servicio eléctrico que les brindan las concesionarias, eso implica que no se esté cumpliendo con los estándares de calidad de servicio eléctrico, principalmente en la calidad de producto, mayormente la causa principal de ese problema sería la infraestructura de sus redes, es decir sus instalaciones no soportarían ante una mayor demanda de energía eléctrica. Ante ese problema las concesionarias optan por la remodelación de sus redes, eso conllevaría que sus infraestructuras nuevas, cumplan con lo que se menciona en el código nacional de electricidad y se proyecten para atender una mayor demanda a futuro.

La empresa Nexa Resources, de la unidad minera El Porvenir, vendría a no ser ajeno a las necesidades de contar de una buena calidad de servicio eléctrico, debido a que su Línea primaria existente tendría una proyección limitada para atender el recrecimiento de la presa de relave de la SS.EE. Carmen Chico y no estaría cumpliendo con los estándares de calidad establecidos en la normatividad vigente como la NTCSE y CNE, razón por el cual los llevaría a realizar el remplazo de la línea primaria existente en 13,2 kV por una nueva infraestructura con capacidad y una proyección suficiente para atender, ante el aumento de la demanda de energía eléctrica.

El no remplazo de la línea existente con llevaría a tener problemas en el funcionamiento y en la infraestructura de la línea primaria. Los problemas que podría ocasionarle en el funcionamiento son: caída de tensión, perdidas de energía e inestabilidad, y en caso de la infraestructura sería el deterioro y envejecimiento prematuro de sus conductores ante un incremento de temperatura por encima de su valor de régimen permanente a causa del aumento de la potencia eléctrica demandada.

Gráfico 3

Infraestructura Eléctrica con Bajo Índices de Calidad



Fuente Propia: (Oroya Infantes, 2021)

2.2. Análisis del problema.

Con la propuesta de diseño de la nueva Infraestructura Eléctrica ¿Se logrará mejorar los índices de calidad según la NTCSE y CNE para atender el recrecimiento de la presa de relave en la SS.EE Carmen Chico, Francisco de Asís de Yarusyacan-Pasco?

2.3. Formulación del Problema

La propuesta de diseño de la nueva Infraestructura Eléctrica se mejorará los índices de calidad según NTCSE y CNE y se garantizará una proyección suficiente para atender el recrecimiento de la presa de relave en la SS.EE. Carmen Chico, Francisco de Asís de Yarusyacan-Pasco.

2.4. Objetivo del proyecto

2.4.1. Objetivo General

Diseñar una nueva Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según la NTCSE y CNE, con capacidad y proyección suficiente para atender el recrecimiento de la presa de relave en la SS.EE. Carmen Chico, Francisco de Asís de Yarusyacan-Pasco.

2.4.2. Objetivo Específico

- Diseñar el Trazo de ruta de la nueva Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según el CNE.
- Diseñar las estructuras electromecánicas y civiles de la nueva Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según el CNE.
- Diseñar el dimensionamiento de los conductores de la nueva Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según el CNE.
- Diseñar los accesorios y ferretería de la nueva Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según el CNE.
- Diseñar el sistema de protección de la nueva Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según el CNE.
- Mejorar los indicadores de calidad de suministro de la S.E. Carmen Chico según NTCSE

Tabla 3
Matriz de Resultados

MATRIZ DE RESULTADOS			
PROBLEMA	OBJETIVOS	RESULTADO ESPERADO	INDICADOR VERIFICABLE
¿Cómo sería el diseño de Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según la NTCSE y CNE, con capacidad y proyección suficiente para atender el recrecimiento de la presa de relave en la SS.EE? Carmen Chico, Francisco de Asís de Yarusyacan-Pasco?	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar la Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según la NTCSE y CNE, con capacidad y proyección suficiente para atender el recrecimiento de la presa de relave en la SS.EE. Carmen Chico, Francisco de Asís de Yarusyacan-Pasco. 	Infraestructura Eléctrica diseñada	Cálculos, planos, simulación en software Digisilent, Diseños
	OBJETIVOS ESPECIFICOS		
	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar el Trazo de ruta de la nueva Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según el CNE. 	Trazo de ruta diseñado	Estudios geotécnicos del terreno, análisis químicos de los suelos, selección y descripción del trazo de la ruta, planos del trazo de la ruta, evidencias fotográficas.
	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar las estructuras electromecánico y civiles de la nueva Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según el CNE 	Estructura civil, electromecánico diseñado	Dimensionamiento de las estructuras, Cálculos mecánico de las estructuras.
	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar el dimensionamiento de los conductores de la nueva Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según el CNE 	Dimensionamiento de los conductores diseñados	Selección del conductor, selección de la fibra óptica, cálculo mecánico presión del viento, Parámetros ambientales de diseño, hipótesis de carga del conductor, cálculo mecánico del conductor.
	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar los accesorios y ferretería de la nueva Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según el CNE. 	Accesorios y ferretería diseñado	Cálculos nivel de aislamiento, selección de aisladores, retenidas.
	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar el sistema de protección de la nueva Infraestructura Eléctrica con estándares de calidad según el CNE. 	Sistema de protección diseñado	Determinación de la resistividad aparente, dimensionamiento de la puesta a tierra, cálculo del sistema de puesta a tierra.
	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar los indicadores de calidad de suministro de la S.E. Carmen Chico según la NTCSE 	Indicadores de calidad de suministro mejorado.	Simulación en software Digisilent

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Descripción y desarrollo del proceso

3.1.1. Antecedentes de la investigación, nacionales

Huayta, (2019) en su tesis de pregrado titulada: “Propuestas para mejorar la calidad de energía del sistema eléctrico en media tensión de la ciudad de Huancayo, departamento de Junín”, tuvo como objetivo buscar opciones para mejorar la calidad de energía eléctrica en el sistema eléctrico de la provincia de Huancayo. Su población fue el sistema eléctrico de Huancayo, el método que utilizó fue descriptivo correlacional, los datos se recogieron en una lista de cotejo y en un cuaderno de observación, hizo proyecciones de máxima demanda hasta el año 2026, luego de ejecutar el análisis de flujo de potencia al alimentador A4244, concluyó que la caída de tensión superará al 5% para el año 2026 y sugiere que para mejorar esa caída de tensión se debe instalar banco de capacitores y posteriormente el cambio de la infraestructura en los puntos más críticos.

Aduviri, (2017) en su tesis de pregrado titulada: “Control de calidad para el suministro y montaje electromecánico de líneas y redes primarias aplicado a una empresa constructora”, tuvo como objetivo mejorar la calidad de suministro y montaje del proyecto denominada “Mejoramiento de distancias mínimas de seguridad en media tensión en el centro poblado de la rinconada y lunar de oro”, los instrumentos que se utilizaron fueron mediante diagramas de Ishikawa y Pareto, los cuales les permitió identificar los problemas ocasionado al proyecto. Concluyó que las fallas encontradas en el suministro y montaje electromecánico del proyecto, conlleva a mejorar su capacidad, así como también conseguir la información necesaria para tener una buena planificación, para determinar la eficiencia y las necesidades de la obra.

Inga, (2019) en su tesis de pregrado titulada: “Remodelación del subsistema de distribución, primaria en 10 Kv, para mejorar la calidad de energía en la Troncal A4003 del distrito San Juan Bautista de la región Ayacucho” menciona que el objetivo fue mejorar la calidad de energía eléctrica en el troncal A4003 del distrito de San Juan Bautista de la región Ayacucho. El método utilizado fue experimental, se utilizaron instrumentos de medición (revelador de tensión, pinza amperimétrica, GPS), documentos (planos, plan de trabajo) y software (AutoCAD, MAP INFO, NGC, SMARWOLL), en la investigación se concluyó que gracias al cambio de la infraestructura eléctrica principalmente en el remplazo del conductor y de los postes se logró corregir en un 11% la caída de tensión.

Pollack, (2019) en su tesis de pregrado titulada: “Análisis del subsistema de distribución SE HI0032 - Trujillo para mejorar la calidad del servicio eléctrico y reducir pérdidas de energía”, menciona que el objetivo fue plantear mejoras en las instalaciones en la SE HI0032 relacionado a calidad de servicio eléctrico y las pérdidas de energía. El diseño de la investigación fue pre experimental, se obtuvieron datos, mediciones y cálculos en un software para obtener la solución, el software que se utilizó es DAP10 en la cual se simuló y se identificó los circuitos que son críticos, concluye que la propuesta de inversión es justificada a través de los indicadores económicos, determinó su rentabilidad, con un tiempo de recuperación de 4 años y medio con una relación beneficio costo de 1.24.

Ramos & Rivero, (2018) en su tesis de pregrado titulada: “Análisis de la eficiencia energética y calidad de la energía eléctrica en la planta industrial de procesamiento de alimentos agroindustrias CIRNMA S.R.L. en la región Puno”, tuvieron como objetivo el análisis experimental de la calidad de suministro eléctrico de acuerdo a la NTCSE en la planta industrial CIRNMA S.R.L. El instrumento que utilizaron fue un medidor de energía y calidad (Power Logic ION 7650) en la cual realizaron las mediciones de tensión, corrientes y potencias, con el fin de saber la situación real del sistema eléctrico de la planta, también hicieron un análisis del consumo de energía eléctrica verificando la tarifa actual.

Finalmente, los autores concluyeron que la tensión, frecuencia y THD de tensión se encuentran dentro de los límites permitido por la Norma Técnica de Calidad de los Servicio Eléctrico.

3.1.2. Antecedentes Internacionales

Vargas, (2015) en su tesis de maestría titulada: “Estudio de indicadores de calidad del suministro de energía eléctrica de una red de distribución a 13.2 kV tuvo como objetivo analizar el impacto de las compensaciones respecto a los índices de calidad, en el circuito Agua Azul en el departamento de Caldas en Colombia. El autor buscó la manera de solucionar las desconexiones fortuitas que se viene presentando y producto de ello les ha causado el pago de compensaciones a los usuarios. El análisis se basó a los indicadores (SAIDI, SAIFI, CAIDI, CAIFI, ASIDI, ASIFI, ASUI, MAIFI) y simulaciones con el software Digsilent, con el fin de analizar los perfiles de tensión en el circuito Agua azul, luego del análisis concluyó que era necesario implantar sistemas automatizados para así aumentar la confiabilidad del sistema y mejorar los índices de calidad de servicio eléctrico.

Cruz, (2020) en su tesis de maestría titulada: “Optimización del deslastre de carga en un sistema de distribución para mejorar el indicador de calidad SAIDI” tuvo como objetivo desarrollar una metodología para optimizar el deslastre de carga con la finalidad de reducir el número de usuarios desconectados en caso de contingencias, con el fin de mejorar el indicador de calidad SAIDI. Lo primero que se realizo fue hacer un pronóstico de carga a corto plazo mediante la serie de Fourier, segundo se utilizó ese pronóstico para realizar el análisis de contingencia para determinar los puntos más críticos del sistema, con el fin de mantener de manera segura el sistema operando, tercero se hizo la evaluación de los métodos, ultimo se evaluó el indicador SAIDI antes y después de utilizar los métodos, Se concluyó que utilizar el método propuesto hubo una mejora en el indicador SAIDI.

Con ello lo que se consiguió, es que el operador logre tener una herramienta ante la toma de decisiones en el sistema ante una falla.

3.2. Bases Teóricas

3.2.1. Infraestructura

Reinikka y Svenson, (1999) definen a la infraestructura como “aquel capital complementario que ofrece los servicios de soporte necesario para la operación de las actividades privadas”.

Hirschman, (1973) señala que “todo el conjunto de aquellas instalaciones y facilidades relacionadas con el transporte, las telecomunicaciones y la energía eléctrica constituyen la infraestructura básica que tiene un país”.

Rozas & Sánchez, (2004) señalan que la “ausencia de una infraestructura adecuada, así como la provisión ineficiente de servicios de infraestructura, constituyen obstáculos de primer orden para la implementación eficaz de políticas de desarrollo y la obtención de tasas de crecimiento económico que superen los promedios internacionales”.

La infraestructura logra que los países desarrollen ventajas competitivas, por la cual mucho de ellos buscan la ampliación y modernización de sus infraestructuras, asimismo la infraestructura es un elemento central del sistema económico, pues consiguen las transacciones dentro de un lugar determinado con el exterior.

3.2.2. Infraestructura Eléctrica

Fernández (2019) indica que la construcción, operación y mantención de la infraestructura eléctrica, se encuentra sujeta a un estatuto especial, conformado por la normativa de carácter legal y reglamentario del sector. Este estatuto la ha dotado de determinados derechos y beneficios, como la facultad de imponer servidumbres legales emanadas de una concesión, o la exención de la obtención de permisos municipales de obras; pero a la vez se le han impuesto obligaciones, como la necesidad de someter sus proyectos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental entre otras.

Se entiende por Infraestructura eléctrica a los componentes, líneas e instalaciones, que forman parte del sistema de transporte de energía, incluido desde las centrales eléctricas hasta los usuarios finales. La infraestructura comprende tres áreas fundamentales: generación, transmisión y distribución.

3.2.3. Calidad de Servicio Eléctrico

Tamayo, (2013) indica que la calidad del servicio eléctrico es el conjunto de características de un bien o servicio”. El servicio eléctrico de calidad está compuesto por la calidad de producto, calidad de suministro, comercial, alumbrado público, aspectos que tienen como propósito mejorar el nivel de vida de las personas y avalar la seguridad del estado en favor de los usuarios.

La calidad de producto menciona los criterios técnicos relacionado (tensión, frecuencia y las perturbaciones), en la calidad de suministro se refiere a la cantidad de interrupciones y duración de estas. La calidad del servicio en lo comercial se refiere a la atención al cliente, información al usuario y facturación; por otra parte, en la calidad del alumbrado público, establece la cantidad de alumbrado público que se debe tener y el nivel de iluminación óptima para la circulación de las personas.

3.2.4. Calidad de Producto

Evans, (2014) indica que la calidad del producto se entiende como un instrumento de posicionamiento de las empresas en el mercado eléctrico. La calidad del servicio eléctrico mide también directamente el producto que se entrega al usuario bajo ciertos indicadores y condiciones que están establecidas en la norma y sujeta a supervisión permanente por el regulador. En un amplio sentido más detallado, el concepto de la calidad se refiere a demostrar al cliente liberado de defectos. En tal sentido, casi todas las empresas orientadas en el usuario “...amplían esa definición limitada y en su lugar la definen en términos de la creación de satisfacción y valor para el cliente”.

Las tolerancias permitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía, es del $\pm 5.0\%$ en zonas urbanas y el $\pm 7.5\%$ en las zonas calificadas como urbanos-rurales y/o rurales, las tensiones inferiores o superiores a ese rango se considera como energía de mala calidad, procediendo a ser sancionada por el organismo supervisor de energía y minería a las concesionarias.

3.2.5. Calidad de suministro

(MEM, 1997) menciona que calidad de suministro se expresa en función de la continuidad del servicio eléctrico a los clientes, es decir, de acuerdo con las interrupciones del servicio. Para evaluar la calidad de suministro, se toman en cuenta indicadores que miden el número de interrupciones del servicio eléctrico, la duración de estas y la energía no suministrada a consecuencia de ellas. El período de control de interrupciones es de seis (6) meses calendario de duración.

Las interrupciones se pueden presentar por diversos motivos como, por ejemplo: Salida de equipos, malas maniobras por parte del personal, ampliaciones, cortes no programados o fallas producido por descargas atmosféricas. Las interrupciones se miden con los indicadores SAIFI y SAIDI, donde el primero indica la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones, y el segundo mide el tiempo de la duración de la interrupción.

3.3. Bases Normativas

3.3.1. Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE)

Fue aprobada el 9 de octubre del 1997 mediante Decreto Supremo N° 009-93-EM y fue actualizado el 13 de Setiembre del 2010, constando de 8 títulos y 12 disposiciones finales.

a) Objetivo

La presente norma tiene como objetivo “dar a conocer los niveles mínimo de calidad de servicio eléctrico, incluido lo de alumbrado

público, y las obligaciones que tienen las empresas de electricidad y los clientes que operan bajo el régimen de la Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Ley N.º 25844”. (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, 2010, p.3)

Esta norma lo que busca es hacer cumplir las reglas a las empresas eléctricas de generación, transmisión, distribución y comercialización, con el propósito de que puedan dar una buena calidad de servicio a sus clientes, la norma también incluye a las personas naturales o jurídicas que realicen las actividades de generación, transmisión y distribución.

b) Alcances

Esta norma es obligatoria para la aplicación de todas las empresas eléctricas relacionados con la producción, transmisión y distribución de energía eléctrica, de acuerdo con un sistema de libertad de precios, lo que se establece en esta norma son los indicadores y parámetros a lo que se rige la calidad del servicio de la electricidad, por consiguiente, se establecen todas los deberes de las empresas eléctricas que hacen uso del servicio de la cual se encuentra asociado con el control de calidad.

Los indicadores de calidad de energía según la NTCSE miden explícitamente a la calidad de producto, suministro, comercial y alumbrado público.

La calidad de los servicios eléctricos se rige a la siguiente clasificación:

- **Calidad de Producto:** La tensión; debe tener como máximo un margen del $\pm 5\%$ en zona urbana, y un $\pm 7.5\%$ en zona rural; la frecuencia; debe estar en el siguiente margen $\pm 1\text{Hz}$; perturbaciones; son producidos por los Flícker y Tensiones Armónicas.

- **Calidad de suministro:** Interrupciones se miden mediante indicadores (SAIDI, SAIFI)
- **Calidad de servicio comercial:** Relacionado en la forma en que se debe comportar el personal que labora en la empresa eléctrica hacia sus clientes, como la atención rápida, evitar esperar demasiado para la atención en las ventanillas, ofrecer un buen trato a los clientes, solucionar sus problemas que se pueda presentar.
- **Calidad de alumbrado público:** Lo que se busca es que se cumpla con los niveles de iluminación especificados en la NTCSE, y que se instale la cantidad de alumbrado público que se requiera y que la cantidad de luminaria defectuosa no supere el 10%.

c) Código Nacional de Electricidad (CNE)

Fue aprobada el 27 de julio del 2001 mediante la resolución ministerial N° 366-2001-EM/VME y entró en vigencia el 1 de julio del 2002, y fue actualizado el 29 de abril del 2011, constando de 44 secciones.

d) Objetivo

El objetivo del Código Nacional de Electricidad es establecer las reglas preventivas que permitan salvaguardar a las personas (de la concesionaria, contratistas, o terceros) y las instalaciones, durante la construcción, operación y/o mantenimiento de las instalaciones tanto de suministro eléctrico como de comunicaciones, y sus equipos asociados, cuidando de no afectar a las propiedades públicas y privadas, ni el ambiente, ni el Patrimonio Cultural de la Nación. (Código Nacional de Electricidad, 2011, p. 1)

En este código contiene criterios que son necesario para la seguridad del personal de la empresa que va a ejecutar el proyecto, y como también del público.

e) Alcances y obligatoriedad de su uso

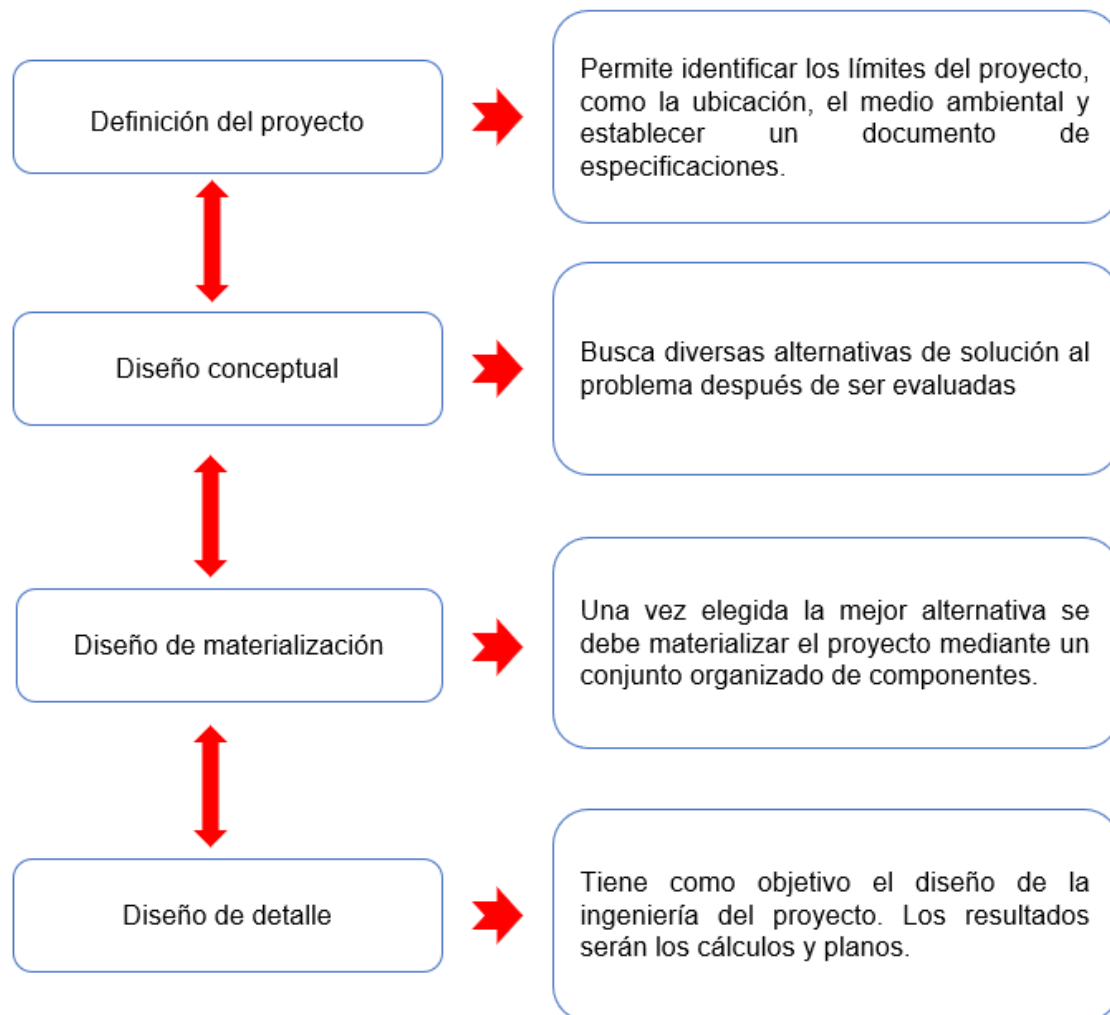
- Estas reglas serán utilizadas a las instalaciones contempladas al suministro eléctrico y de comunicaciones.
- El cumplimiento del Código Nacional de Electricidad es obligatorio para toda institución, empresa, persona natural o jurídica que realice actividades relacionada con instalaciones eléctricas, remodelaciones, modificaciones y ampliaciones.
- El cumplimiento del Código Nacional de Electricidad también es obligatorio para las industrias, para cualquier potencia en sus instalaciones eléctricas.
- El Código Nacional de Electricidad establece las reglas para todas las instalaciones referente a vivienda, industria o servicios, que estén operando en baja tensión (menores a 1kV) en alta tensión (mayores a 1kV hasta los 36kV).
- La autoridad para atender las consultas relacionado a la modificación interpretación es la Dirección General de Electricidad.
- El organismo encargado de fiscalizar y dar cumplimiento con lo que se menciona en este código es OSINERMIN, mediante los ingenieros electricistas que se encuentren especializados y habilitados por el Colegio de Ingenieros del Perú.
- Los proyectos relacionados con instalaciones en embarcaciones, equipo automotriz o aeronaves, no se debería aplicar con el Código Nacional de Electricidad.

3.4. Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se utilizó el modelo de estructura de la norma alemana VDI 2221.

Gráfico 4

Modelo de Diseño de la Norma Alemana VDI 2221



Fuente: (Revista Espacios, 2018, p. 6)

3.4.1. Definición del Proyecto

La unidad minera El Porvenir se encuentra ubicada en la sierra central del Perú, a unos 4150 msnm, distrito de San Francisco de Yarusyacan, en la provincia de Cerro de Pasco y departamento de Pasco. El área de estudio está ubicada entre las siguientes coordenadas (PSAD 56):

Tabla 4
Coordenadas del Proyecto

ITEM	COORDENADAS ESTE	COORDENADAS NORTE
S.E. No 3	367 955	8 827 070
S.E. Carmen Chico	368 274	8 824 302

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

El acceso a la zona donde se desarrolla el proyecto, partiendo de la ciudad de Lima es por vía terrestre a través de la vía principal denominada carretera central hasta llegar a la ciudad de Cerro de Pasco (km 325), esta carretera está asfaltado en su totalidad y además mediante una carretera afirmada que comunica a la unidad minera El Porvenir.

3.4.2. Características climatológicas

Según lo establecido en la normativa eléctrica peruana “Código Nacional de Electricidad – Suministro” (2011) se adoptan para el desarrollo del proyecto las siguientes condiciones climatológicas:

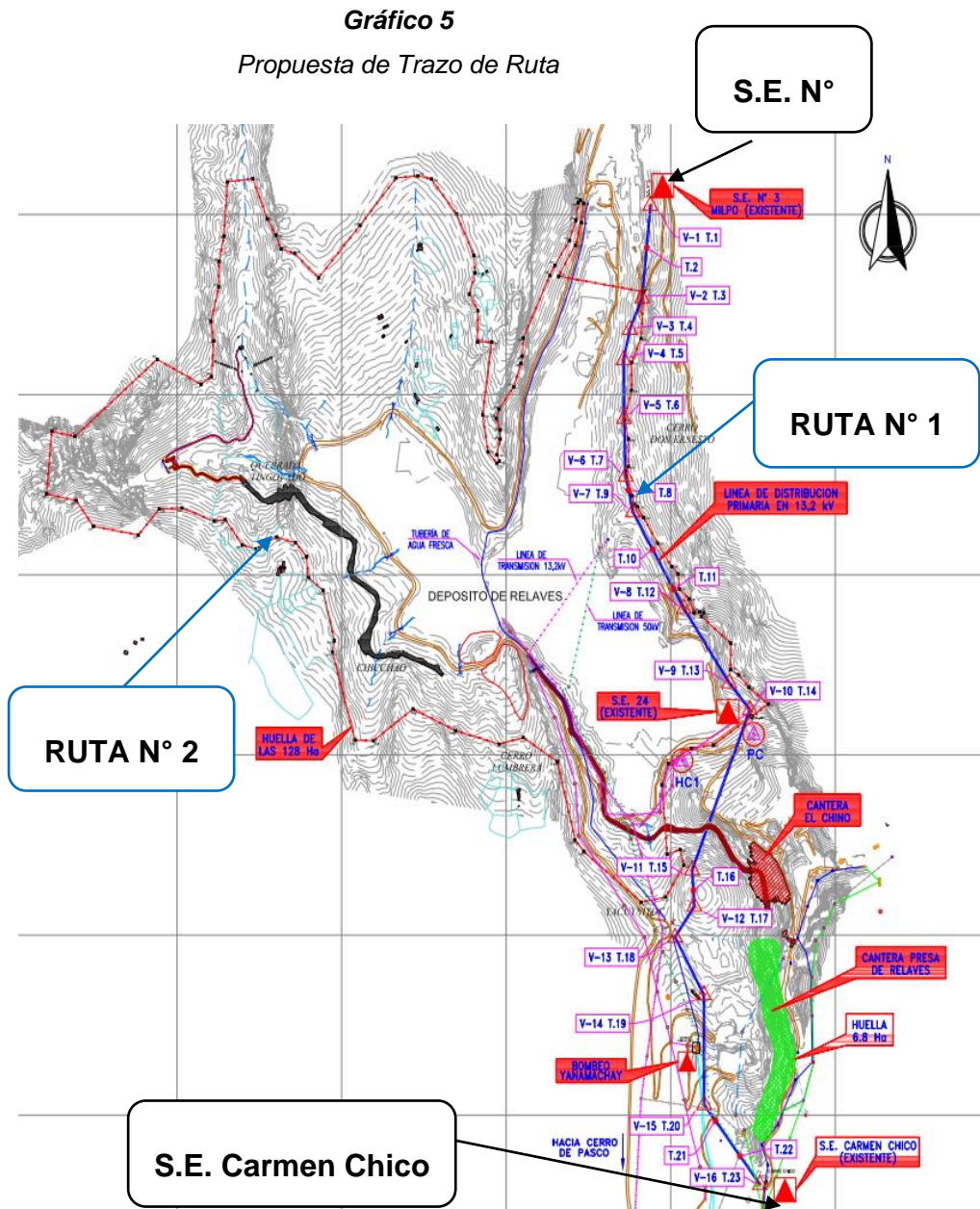
- Temperatura ambiente: Máxima: 30°C con una media: 10°C y la mínima: -10°C
- Velocidad viento máxima: Área 2 (4001 – 4500 m.s.n.m.): 113 km/h
- Espesor máximo de hielo: Área 2 (4001 – 4500 m.s.n.m.): 25 mm (Tabla 250-1-B Código Suministro 2011).
- Humedad relativa: 70%

3.4.3. Características Ambientales

La zona del proyecto se caracteriza por presentar un bajo nivel de contaminación, el clima de la zona es frío, con presencia de precipitaciones durante los períodos de diciembre a marzo.

3.4.4. Diseño conceptual

Para la aplicación del proyecto se tiene 2 opciones a diseñar. La ruta número 1, que se muestra de color azul ira por el lado oeste de la presa de relave y la ruta número 2, propuesta que se muestra de color rojo ira por el lado este, de la presa de relave.



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

3.4.5. Diseño de materialización

La ruta elegida para el diseño sería la ruta 1 ya que como se observa en la imagen, la ruta 2 tiene una extensión mayor, esto puede producir caídas de tensiones y dimensionamiento de cables con mayor sección de conductor, aumento de pérdidas de energía por las características de conductores (mayor resistencia, reactancia inductiva y reactancia conductiva).

Y un aspecto fundamental, si la línea es de mayor longitud y calibres de conductores mayores, por lo tanto, esto significaría un mayor costo en la ejecución del proyecto.

3.4.6. Estudio Geología y Geotecnia

Para hacer los trabajos topográficos para el desarrollo del trazo de ruta se hizo un estudio Geológico y Geotécnico.

a.1). Calicatas

Se realizaron 12 calicatas, de las cuales se extrajeron muestras representativas, en el siguiente cuadro se presentan la ubicación de las calicatas realizadas:

Tabla 5
Calicatas Excavadas

Calicata N°	Ubicación	Profundidad (m)	Densidad Natural
			in situ (m)
CLT-01	Vértice V-01	2.4	2.25 - 2.40
CLT-02	Vértice V-02	1.6	1.15 - 1.30
CLT-02 A	Vértice V-4	2.2	2.05 - 2.20
CLT-03	Vértice V-05	0.65	Roca caliza
CLT-04	Vértice V-06	0.7	“
CLT-05	Vértice V-07	1.4	Roca de lutitas alteradas
CLT-06	Vértice V-08	0.52	Roca caliza
CLT-07	Vértice V-10	0.45	“
CLT-08	Vértice V-12	0.65	“
CLT-09	Vértice V-14	0.45	“
CLT-10	Vértice V-15	2.3	2.15 - 2.30
CLT-11	Vértice V-16	1.4	1.20 – 1.35

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

a.2). Rocas

En el siguiente cuadro se muestra los tipos de rocas encontradas en las calicatas excavadas.

Tabla 6
Tipos de Rocas en el Proyecto

Calicata	Excavación	Tipo de Roca
CLT-V-03	Vértice V-05	Calizas, alteradas y fracturadas
CLT-V-04	Vértice V-06	Calizas, alteradas y fracturadas
CLT-V-05	Vértice V-07	Lutitas calcáreas
CLT-V-06	Vértice V-08	Calizas, alteradas y fracturadas
CLT-V-07	Vértice V-10	Calizas, alteradas y fracturadas
CLT-V-08	Vértice V-12	Calizas, alteradas y fracturadas
CLT-V-09	Vértice V-14	Calizas, alteradas y fracturadas

Fuente Propia: (Oroya Infantes, 2021)

Estas rocas muy localmente presentan oquedades de disolución, de diversa magnitud; estas rocas según la Clasificación Geotécnica de Macizos Rocosos (ISRM 1,976), por su grado de alteración, se presentan como rocas moderadamente alteradas (A3); por su grado de fracturamiento como roca poco fracturada (F2); por su grado de dureza o resistencia, como roca moderadamente resistente (R4) y por su estratificación, como gruesa (d2).

Tabla 7
Propiedades Físicas de las Rocas

Tipo de Roca	Resistencia total a la compresión	Peso específico aparente	Porosidad	Absorción	Peso unitario
Lutitas	540	2.48	6.1	2.48	155.1
Caliza	30,700	2.54	4.36	1.73	158.9

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Para el presente proyecto se estima que la capacidad admisible (q_a) de las rocas fracturadas y alteradas como las

lutitas y calizas no serán menor a 5.0 kg/cm²; no existiendo asentamientos previsibles.

a.3). Análisis químico de los suelos

Los análisis químicos de muestras representativas de suelos obtenidas de las 12 excavaciones realizadas indican que los contenidos de sulfatos en suelos de zona de cimentación varían de 39.09 a 502.39 p.p.m., cuyos contenidos es despreciable.

El contenido de sales solubles totales (S.S.T.) varía de 142.00 a 1110.00 p.p.m., (CLT-V-08 y V-09), los que indica que es alto, debido principalmente a la presencia de abundantes ganados en dicha área. La conductividad eléctrica (CE) varía de 0.40 -1.80 micro ohmios/cm.

a.4). Sismicidad

Se ha revisado el riesgo sísmico de la zona. De acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificación E-030: Diseño Sismorresistente – Resolución Ministerial N.º 355/2018- Vivienda (22-10.2018), Capítulo II – Peligro Sísmico, Artículo 10.- Zonificación, la zona de estudios se encuentra enmarcado en la “Zona 2, de sismicidad media”, donde se espera la ocurrencia de sismos con intensidades entre IV y V de Mercalli modificada (MM) de acuerdo a Deza y Carbonell.

Tabla 8
Zonificación Sísmica

Factor de Zona "Z"	
Zona	Z
2	0.25

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

a.4). Capacidad de carga admisible en suelos y rocas

En la tabla N° 8, se muestra la capacidad admisible y asentamiento de los suelos y rocas, determinadas para cada punto de cimentación de las estructuras soporte (postes de madera) de la línea proyectada.

Tabla 9
Características Geotécnicas de Suelos y Rocas

Postes N°	Cap. admisible qa = kg/cm²	Asentamiento (cm)	Observaciones
P-1	2.07	0.2	Gravas limosas
P-2	2.07	0.19	Arenas limosas y arcillosas
P-3	2.07	0.19	Arenas limosas y arcillosas
P-4	1.93	0.17	Arenas arcillosas
P-5	1.93	0.17	Arenas arcillosas
P-6	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-7	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-8	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-9	5	--	Lutitas calcáreas
P-10	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-11	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-12	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-13	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-14	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-15	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-16	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-17	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-18	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-19	5	--	Calizas, alteradas y fractura
P-20	1.44	0.29	Arcillas y limos inorgánicos
P-21	1.44	0.29	Arcillas y limos inorgánicos
P-22	1.67	0.11	Arenas arcillosas c/rocas
P-23	1.67	0.11	Arenas arcillosas c/rocas

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)¹

¹ Hace referencia donde se cimentarán los Postes.

En el trazo de la línea proyectada, no existen problemas de geodinámica externa, como levantamientos, hundimientos, caídas de roca, desplazamiento de cortezas de suelos y rocas, que pongan en peligro la cimentación de los postes.

De las 12 excavaciones ejecutadas a cielo abierto, hasta la profundidad investigada, en 11 calicatas no se encontró el nivel freático. Sólo en la calicata CLT-11 (Carmen Chico), se encontró el nivel freático a la profundidad de 1.40 m.

3.4.7. Trazo de ruta

El trazo de ruta seleccionada de la nueva infraestructura eléctrica presenta las siguientes características:

- Longitud total: 2,950 km
- Altitud S.E. N° 3 Mina: 4 126,9 m.s.n.m.
- Altitud S.E. N° 24: 4 075 m.s.n.m.
- Altitud S.E. Carmen Chico: 3 956,06 m.s.n.m.
- Altitud máxima: 4 126,9 m.s.n.m.

El trazo de ruta constatará de 16 vértices desde la S.E. N° 3 hasta S.E. N° Carmen Chico. Los tramos de toda la línea se detallan de la siguiente manera:

Tramo SE N° 3 a Vértice V1

Como punto de partida tiene a la celda en 13,8 kV ubicada dentro de la sala de control de la Subestación No 3, a partir de este punto la línea se desplaza con cable con aislamiento por las canaletas existentes a lo largo de todo el patio de la subestación hasta llegar cerca al transformador N° 2 de 15 MVA, a partir de este punto la línea se desplazará por un ducto embebido en concreto hasta llegar al V1.

Ilustración 1

Ubicación de la sala de control SE N° 3 UM El Porvenir



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Tramo Vértice V1 a Vértice V10 (SE N° 24)

En el Vértice V1 la línea cambia de cable subterráneo a cable aéreo y a partir de este punto la línea se desplazará en forma aérea y a lo largo de la línea alimentará en derivación a otras subestaciones proyectadas.

Ilustración 2

Ubicación del Vértice V1



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

A partir del Vértice V1 la línea se desplaza al lado derecho y en forma paralela a la línea existen en 50 kV y 138 kV, cruza la zona industrial de la unidad minera para llegar al Vértice V2.

Ilustración 3

Trazo de Ruta Entre Vértice V1 a Vértice V2

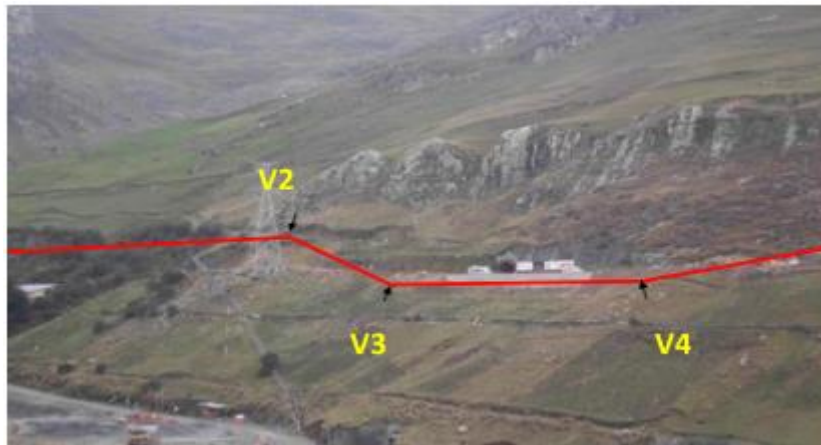


Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Con un ángulo aproximado de 5° en el Vértice V2 y en dirección Sur la línea proyectada cruza los accesos y la tubería de relaves proyectados, llegando al Vértice V-3 y V-4 de esta manera se aleja del Túnel de ingreso a la mina y continuado en dirección sur y en forma paralela a la línea existente en 50 kV llega a los Vértice V5, V6.

Ilustración 4

Trazo de Ruta Entre Vértice V2, Vértice V3 y Vértice V4



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

A partir del Vértice V6 la línea proyectada cruza por la parte inferior de la línea existente en 50 kV y continua en forma paralela al acceso proyectado hasta llegar a los vértices V7 y V8. A partir de este punto la línea cruza la quebrada de la zona extrema del relave para luego llegar al vértice V9 y V10 donde se ubica la SE N° 24.

Ilustración 5

Trazo de Ruta Vértice V7, Vértice V8 y Hacia Vértice V9



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

En todo este tramo la línea proyectada se desplaza por la zona baja del cerro y por terrenos que presenta una topografía accidentada. La definición de la ubicación de los vértices en este tramo de línea se fundamenta principalmente a evitar las interferencias con instalaciones existentes tales como accesos, carreteras, tuberías de relave y principalmente los límites de servidumbre.

Ilustración 6

Trazo de Ruta Vértice V8, V9, V10 Hacia Vértice V11



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Tramo Vértice V10 a Vértice V16 (SE Carmen Chico)

Con un ángulo de 65° aproximadamente y en dirección sur la línea proyectada cruza la quebrada profunda en la zona del dique de relave y llegar al Vértice V11 luego continuar a media loma del cerro llegar al Vértice V12, la línea comienza a descender hasta llegar al vértice V13 y V14.

Ilustración 7

Trazo de Ruta desde el Vértice V12 hacia el Vértice V13



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Ilustración 8

Trazo de Ruta desde el Vértice V12 hacia el Vértice V13

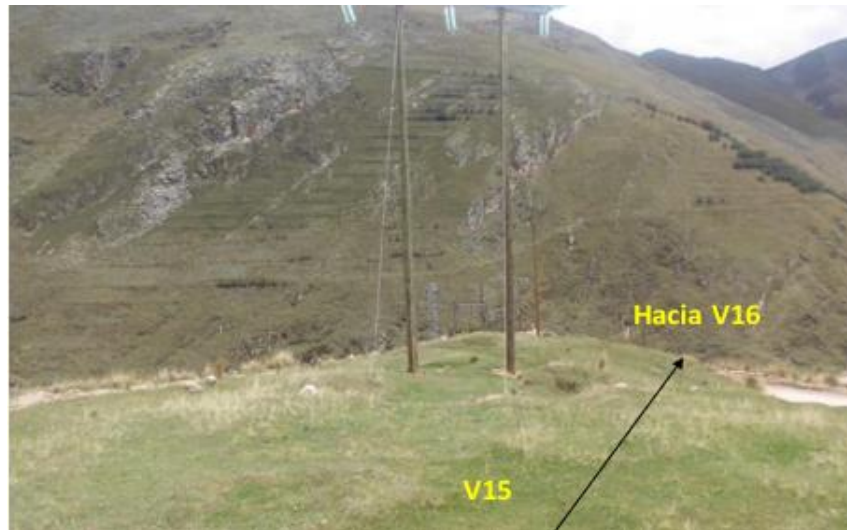


Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

A partir del Vértice V14 la línea continua descendiendo y con un vano de aproximadamente de 200 m llega al Vértice V15 cruzando la carretera existente. Con un ángulo de 50° aproximadamente en el Vértice V15 la línea continua descendiendo cruza por la parte baja de la línea existente en 50 kV hasta llegar finalmente al Vértice V16 donde se ubica la SE Carmen Chico.

Ilustración 9

Trazo de Ruta desde el Vértice V15 hacia Vértice V16



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Ilustración 10

Llegada al Vértice V16 (Subestación Carmen Chico)



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

A continuación, se presentan, las siguientes coordenadas de los vértices obtenidas mediante el levantamiento topográfico del trazo de ruta seleccionado para la nueva infraestructura.

Tabla 10
Coordenadas de los Vértices del Trazo de Ruta

VÉRTICE	COORDENADAS		OBSERVACIONES
	ESTE	NORTE	
V-1	367 938,40	8'827 024,95	Ubicado frente a la SE N° 3 UM El Porvenir
V-2	367 913,06	8'826 768,69	Vértice ubicado cerca a parte exterior de la propiedad de la UM (Cerco Metálico)
V-3	367 875,80	8'826 681,07	Vértice ubicado parte exterior de la UM cerca al Túnel de ingreso a la mina.
V-4	367 856,68	8'826 596,55	Vértice ubicado parte exterior de la UM cerca al Túnel de ingreso a la mina.
V-5	367 858,42	8'826 434,25	Vértice ubicado parte exterior de la UM, cerca hito N° C29.
V-6	367 863,34	8'826 274,20	Vértice ubicado parte exterior de la UM. (Cruce con LT 50 kV), cerca al hito N° C26
V-7	367 884,75	8'826 174,70	Vértice ubicado parte exterior de la UM (Cruce con LT 50 kV).
V-8	368 039,73	8'825 906,13	Vértice ubicado parte exterior de la UM (Ubicación S.E. N° 25 – Bomba de relave).
V-9	368 178,19	8'825 699,75	Vértice ubicado parte exterior de la UM; cerca hito C11.
V-10	368 240,40	8'825 626,02	Vértice ubicado parte exterior de la UM (Ubicación S.E. N° 24 – Bomba de relave).
V-11	368 065,05	8'825 180,71	Vértice ubicado parte exterior de la UM, cerca hito C1.
V-12	368 071,88	8'825 080,33	Vértice ubicado parte exterior de la UM, (Ubicación cerca Antena).
V-13	368 013,01	8'824 993,79	Vértice ubicado parte exterior de la UM, (Ubicación acceso a Carmen Chico).
V-14	368 100,51	8'824 834,33	Vértice ubicado parte exterior de la UM, (Ubicación límite cantera presa de relaves).
V-15	368 101,47	8'824 529,55	Ubicado cerca al Área 712 Crushing Plant
V-16	368 270,93	8'824 307,92	Ubicado en la zona de Bombeo de Carmen Chico

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

3.4.8. Diseño y detalle

a) Estructuras

Las estructuras de la Infraestructura eléctrica serán de madera conformados por postes, crucetas y riostras, dimensionadas para soportar todas las cargas transversales, verticales y longitudinales que se determinen en el cálculo mecánico, considerando los factores de sobrecarga establecidas en las normas de diseño del Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011 (CNE).

a.1) Dimensionamiento de las Estructuras

Los postes que se van a utilizar serán de madera importada del tipo Southern Yellow Pine de 35, 40, 45, 50 y 55 pies, clase 4, las crucetas serán de madera importada del tipo Douglas Fir. Los postes que se emplearán tendrán las siguientes características mínimas:

Tabla 11
Características de los Postes

TIPO DE POSTE	ALTURA DEL POSTE (m)	CIRCUNFERENCIA MINIMA EN LA PUNTA (mm)	CIRCUNFERENCIA MINIMA EN LA LINEA DE TIERRA (mm)	ESFUERZO MÁXIMO DE FLEXIÓN (MPa)
35'/C4	10,67	534	800	55,20
40'/C4	12,20	534	851	55,20
50'/C4	15,24	534	927	55,20
55'/C4	16,76	534	965	55,20

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Las estructuras serán diseñadas para simple circuito, un conductor por fase. Los armados de las estructuras a utilizar según su función serán los siguientes:

Tabla 12
Armado de la Estructuras

ARMADO	UTILIZACIÓN	ANGULO
1MSS	Suspensión	1°
1MSTR	Terminal	90°
1MHT	Anclaje Angular	30°
1MHTR	Anclaje Terminal	0°
1MSA	Angular	18°
1MSAA	Angular	35°
1MST	Anclaje Angular	65°
1MSTT	Anclaje grande	65°

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

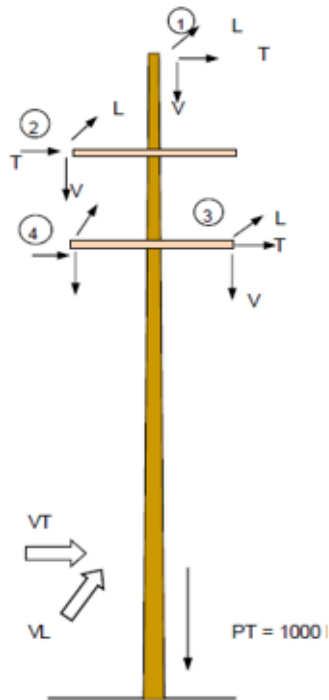
a.2) Cálculos mecánico de las estructuras

Los cálculos mecánicos de las estructuras se detallan de la siguiente manera:

- Estructura: Tipo: Suspensión Tangente (S.T.) (1MSS)
- Aplicación: Conductor: Aleación de Aluminio AAAC 120 Mm²
- Cable Guarda: Cable Guarda OPGW 97.43mm²
- Angulo: 1 °

Ilustración 11

Factores de Sobrecarga FS 1 de 1



Factores de Sobrecarga (FS) (CNE - Tabla 253 1)

* Cargas Verticales =	1
* Cargas Transversales Viento =	1
* Cargas Transversales Tensión =	1
* Cargas Longitudinales =	1

PUNTO 1: Cable OPGW

PUNTOS 2, 3, 4: Conductor

Casos de Carga Normales: A-B-C-D

Casos de Carga Excepcionales: E-F-G-H

Caso de Carga de Montaje: I

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Tabla 13

Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MSS

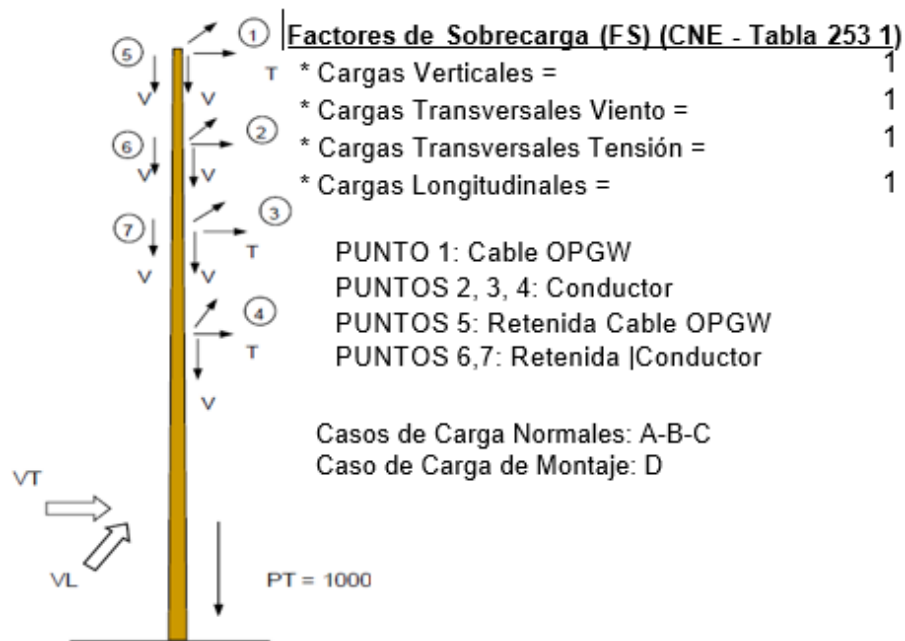
PUNTO		CASOS DE CARGA								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	T (kg)	81	61	26	59	10	10	10	5	5
	L (kg)	15	8	15	8	0	0	0	601	0
	V (kg)	112	112	596	282	112	112	112	60	224
2	T (kg)	89	67	24	60	4	8	8	8	4
	L (kg)	10	10	12	5	239	0	0	0	0
	V (kg)	108	108	609	286	64	108	108	108	216
3	T (kg)	89	67	24	60	8	4	8	8	4
	L (kg)	10	10	12	5	0	239	0	0	0
	V (kg)	108	108	609	286	108	64	108	108	216
4	T (kg)	89	67	24	60	8	8	4	8	4
	L (kg)	10	10	12	5	0	0	239	0	0
	V (kg)	108	108	609	286	108	108	64	108	216
VT (kg/m ²)		144	101.82	0	35.648	0	0	0	0	0
VL (kg/m ²)		0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

- Estructura: Tipo: Suspensión Tangente (S.T.) (1MST)
- Aplicación: Conductor: Aleación de Aluminio AAAC 120 Mm²
- Cable Guarda: Cable Guarda OPGW 97.43mm²
- Angulo: 65 °

Ilustración 12

Factores de Sobrecarga FS 1 de 2



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Tabla 14
Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MST

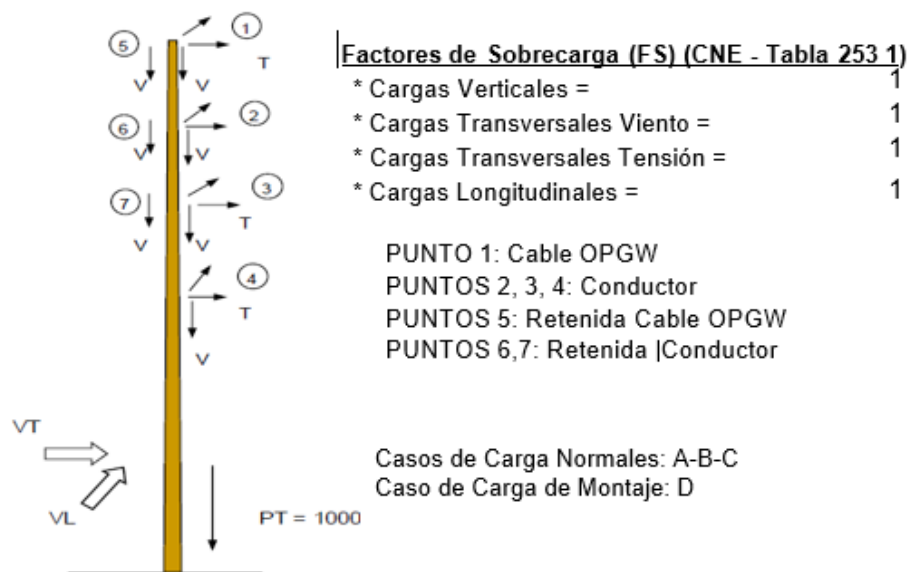
PUNTO		CASOS DE CARGA			
		A	B	C	D
1	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	89	476	224	177
2	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	101	502	244	203
3	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	101	502	244	203
4	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	101	502	244	203
5	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	1713	3448	2263	1203
6	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	1715	3262	2133	954
7	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	1715	3262	2133	954
VT (kg/m2)		45	0	11.14	0
VL (kg/m2)		0	0	0	0

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

- Estructura: Tipo: Suspensión Tangente (S.T.) (1MSTR)
- Aplicación: Conductor: Aleación de Aluminio AAAC 120 Mm²
- Cable Guarda: Cable Guarda OPGW 97.43mm²
- Angulo: 90 °

Ilustración 13

Factores de Sobrecarga FS 1 de 3



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Tabla 15
Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MSTR

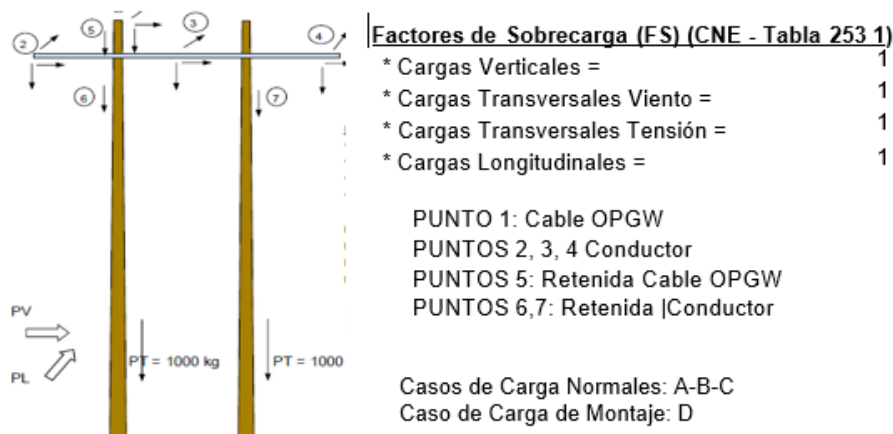
PUNTO		CASOS DE CARGA			
		A	B	C	D
1	T (kg)	48	0	11	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	49	123	87	177
2	T (kg)	59	0	13	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	67	208	111	203
3	T (kg)	59	0	13	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	67	208	111	203
4	T (kg)	59	0	13	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	67	208	111	203
5	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	838	1570	1067	601
6	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	811	1465	985	477
7	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	811	1465	985	477
VT (kg/m2)		45	0	11.14	0
VL (kg/m2)		0	0	0	0

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

- Estructura: Tipo: Suspensión Tangente (S.T.) (1MHT)
- Aplicación: Conductor: Aleación de Aluminio AAAC 120 Mm²
- Cable Guarda: Cable Guarda OPGW 97.43mm²
- Angulo: 30 °

Ilustración 14

Factores de Sobrecarga FS 1 de 4



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Tabla 16

Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MHT

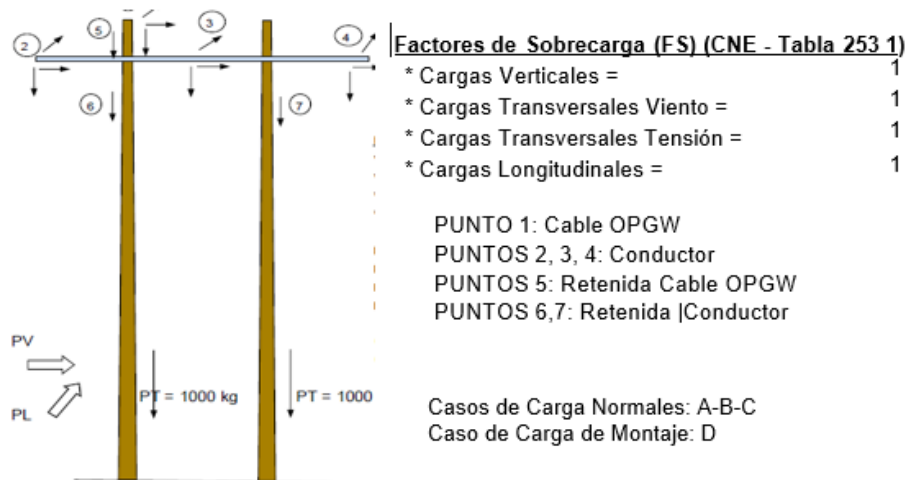
PUNTO		CASOS DE CARGA			
		A	B	C	D
1	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	151	829	389	303
2	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	153	855	403	307
3	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	153	855	403	307
4	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	153	855	403	307
5	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	1749	3448	2514	1203
6	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	2820	4893	3734	1431
7	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	2820	4893	3734	1431
VT (kg/m2)		45	0	11.14	0
VL (kg/m2)		0	0	0	0

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

- Estructura: Tipo: Suspensión Tangente (S.T.) (1MHTR)
- Aplicación: Conductor: Aleación de Aluminio AAAC 120 Mm²
- Cable Guarda: Cable Guarda OPGW 97.43mm²
- Angulo: 0 °

Ilustración 15

Factores de Sobrecarga FS 1 de 5



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Tabla 17
Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MHTR

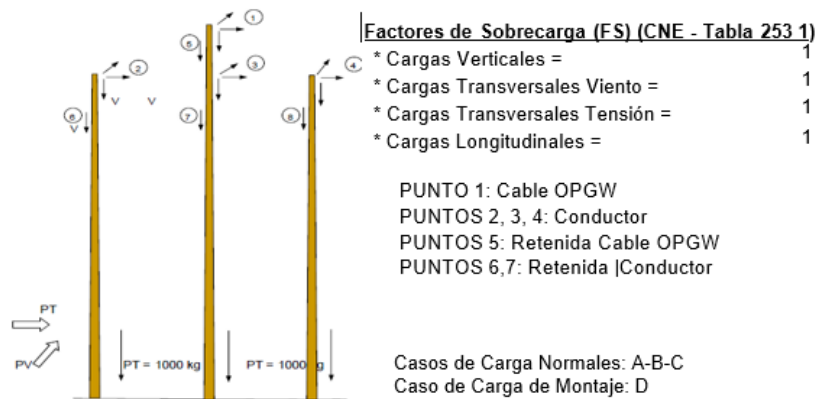
PUNTO		CASOS DE CARGA			
		A	B	C	D
1	T (kg)	48	0	15	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	49	162	115	177
2	T (kg)	59	0	17	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	67	267	138	203
3	T (kg)	59	0	17	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	67	267	138	203
4	T (kg)	59	0	17	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	67	267	138	203
5	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	859	1769	1149	601
6	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	1304	2523	1636	716
7	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	1304	2523	1636	716
VT (kg/m2)		45	0	11.14	0
VL (kg/m2)		0	0	0	0

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

- Estructura: Tipo: Suspensión Tangente (S.T.) (1MSTT)
- Aplicación: Conductor: Aleación de Aluminio AAAC 120 Mm²
- Cable Guarda: Cable Guarda OPGW 97.43mm²
- Angulo: 65 °

Ilustración 16

Factores de Sobrecarga FS 1 de 6



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Tabla 18

Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MSTT

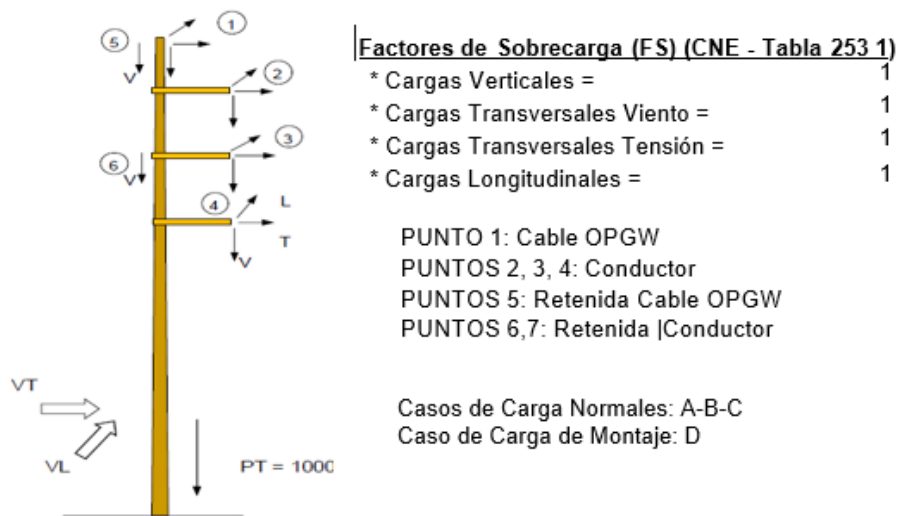
PUNTO		CASOS DE CARGA			
		A	B	C	D
1	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	193	1065	498	386
2	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	188	1090	509	376
3	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	188	1090	509	376
4	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	188	1090	509	376
5	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	1749	4744	2663	1203
6	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	1963	4852	2744	954
7	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	1963	4852	2744	954
8	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	1963	4852	2744	954
VT (kg/m2)		45	0	11.14	0
VL (kg/m2)		0	0	0	0

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

- Estructura: Tipo: Suspensión Tangente (S.T.) (1MSA)
- Aplicación: Conductor: Aleación de Aluminio AAAC 120 Mm²
- Cable Guarda: Cable Guarda OPGW 97.43mm²
- Angulo: 20 °

Ilustración 17

Factores de Sobrecarga FS 1 de 7



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Tabla 19
Cálculo Mecánico de Estructura Tipo 1MSA

PUNTO		CASOS DE CARGA			
		A	B	C	D
1	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	110	594	279	219
2	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	119	620	297	238
3	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	119	620	297	238
4	T (kg)	7	0	2	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	119	620	297	238
5	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	838	1570	1067	601
6	T (kg)	0	0	0	0
	L (kg)	0	0	0	0
	V (kg)	811	1465	985	477
VT (kg/m ²)		45	0	11.14	0
VL (kg/m ²)		0	0	0	0

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

b) Conductor

b.1) Selección del Conductor

Se utilizará conductor de aleación de aluminio (AAAC) por presentar buen comportamiento del material al tipo de ambiente y geografía que presenta la zona del proyecto. El conductor seleccionado presenta las siguientes características técnicas:

Tabla 20
Características del Conductor

DESCRIPCIÓN	VALOR
Tipo	AAAC
Sección nominal (mm ²)	120
N° de alambres (diámetro hilo, mm)	19 (2,91)
Sección real (mm ²)	126,7
Diámetro exterior (mm)	14,57
Peso unitario (kg/m)	0,347
Tensión de rotura nominal (kg)	3 976
Resistencia C.C. a 20°C Ω/m	0,2245

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

b.2) Selección de la Fibra Óptica

En la nueva infraestructura se empleará un cable de guarda del tipo OPGW de 97,4 mm² el cual presenta las siguientes características:

Tabla 21
Características de la Fibra Óptica

DESCRIPCIÓN	VALOR
Tipo	OPGW
Sección real (mm ²)	97,43
N° de alambres (diámetro hilo, mm)	4 hilos de alambre de acero y 10 hilos de aleación de aluminio
Diámetro exterior (mm)	13,4
Peso unitario (kg/m)	0,418
Tensión de rotura nominal (kg)	5600
Resistencia C.C. a 20°C Ω/m	0,2245

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

b.3) Cálculo mecánico presión del viento

De acuerdo al CNE - Regla 250.C., las presiones sobre los conductores estructuras debidas al viento se calculó de acuerdo a la siguiente formula:

- $P_v = K * V^2 * S_f$
- Donde:
- P_v = Presión de viento en Pa
- K = Constante de presión
- $K = 0,613$ para las elevaciones hasta 3 000 m.s.n.m.
- $K = 0,455$ para las elevaciones mayores de 3 000 m.s.n.m.
- V = Velocidad del viento en m/s
- S_f = Factor de forma:
- $S_f = 1,0$ para conductores y cable de guarda
- $S_f = 3,2$ para estructuras en celosía (Regla 252.B.2.c)

b.4) Parámetro Ambientales de Diseño

- Para el diseño mecánico se consideró los siguientes parámetros:
- Presión máxima de viento a temperatura de 10°C, en dirección normal a la superficie proyectada.
- Así, para la máxima velocidad de viento considerada se tiene:

Área 2 (4 001 – 4 500 m.s.n.m.):

- $V = 113 \text{ km/h} \leftrightarrow 31,5 \text{ m/s}$
- Luego:

- Presión de viento sobre conductores = $(0.455) \cdot (31,5)^2 \cdot 1 = 451.5 \text{ Pa} \leftrightarrow 45,04 \text{ kg/m}^2$
- Presión de viento sobre aisladores = $(0.455) \cdot (31,5)^2 \cdot 1 = 451.5 \text{ Pa} \leftrightarrow 45,04 \text{ kg/m}^2$
- Presión de viento sobre estructuras = $(0.455) \cdot (31,5)^2 \cdot 3.2 = 1\,444.8 \text{ Pa} \leftrightarrow 147,3 \text{ kg/m}^2$
- La presión máxima de viento a utilizarse ha sido obtenida del Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011.

b.4) Hipótesis de carga del conductor

De las características climatológicas establecidas, se aplica las condiciones más exigentes según lo establece el CNE, para nuestro caso la presión de viento será de 113 km/h a 10°C.

Tabla 22
Hipótesis de Estado

	TEMPERATURA	PRESIÓN DEL VIENTO	ESPESOR HIELO	ESFUERZO DE TRABAJO
HIPOTESIS N°1 EDS INICIAL	10°C	0 kg/m ²		12% Carga Rotura
HIPOTESIS N°2 VIENTO MÁXIMO	0°C	452 Pa		< 60% Carga Rotura
HIPOTESIS N°3 FLECHA MINIMA	-10°C	0 kg/m ²		< 60 % Carga Rotura
HIPOTESIS N°4 SOLO HIELO	-10°C	0 kg/m ²	25 mm	< 60 % Carga Rotura
HIPOTESIS N°5 VIENTO MEDIO-HIELO	0°C	109 Pa	12 mm	< 60% Carga Rotura
HIPOTESIS N°6 FLECHA MÁXIMA	60°C	0 kg/m ²		

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

b.5) Cálculo mecánico de conductores

- Hipótesis 1 (EDS).
- Temperatura (°C): 10 Hielo (mm): 0
- Presión del Viento (Pa): 0

Tabla 23
Cálculo Mecánico del Conductor (EDS)

VANO	CONDICION INICIAL					CONDICION FINAL DESPUES DE CREEP				
	TENSION MAX. (daN)	TENSION HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLECHA (m)	TENSION MAX. (daN)	TENSION HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLECHA (m)
40	468	468	12.00%	1368	0.15	468	468	12.00%	1368	0.15
50	469	469	12.00%	1371	0.23	469	469	12.00%	1371	0.23
60	468	468	12.00%	1368	0.33	468	468	12.00%	1368	0.33
70	468	468	12.00%	1368	0.45	468	468	12.00%	1367	0.45
80	482	482	12.40%	1409	0.57	468	468	12.00%	1369	0.58
90	493	493	12.60%	1441	0.7	469	468	12.00%	1369	0.74
100	502	501	12.80%	1466	0.85	469	468	12.00%	1370	0.91
110	508	508	13.00%	1485	1.02	468	468	12.00%	1368	1.11
120	512	512	13.10%	1497	1.2	469	468	12.00%	1369	1.32
130	516	515	13.20%	1506	1.4	468	468	12.00%	1367	1.55
140	518	517	13.30%	1512	1.62	468	467	12.00%	1367	1.79
150	519	518	13.30%	1516	1.86	469	468	12.00%	1369	2.05
160	520	519	13.30%	1517	2.11	469	468	12.00%	1369	2.34
170	519	518	13.30%	1515	2.38	469	468	12.00%	1369	2.64
180	519	518	13.30%	1515	2.67	469	468	12.00%	1369	2.96
190	518	517	13.30%	1511	2.99	469	468	12.00%	1368	3.3
200	517	516	13.20%	1508	3.32	469	468	12.00%	1369	3.65
210	516	514	13.20%	1504	3.67	469	468	12.00%	1368	4.03
220	514	513	13.20%	1500	4.04	469	468	12.00%	1368	4.42
230	512	511	13.10%	1494	4.43	469	468	12.00%	1368	4.84
240	511	510	13.10%	1490	4.83	470	468	12.00%	1368	5.27
250	510	508	13.00%	1485	5.26	470	468	12.00%	1369	5.71
260	508	506	13.00%	1481	5.71	470	468	12.00%	1369	6.18
270	507	505	12.90%	1476	6.18	470	468	12.00%	1368	6.67
280	506	503	12.90%	1472	6.66	471	468	12.00%	1369	7.17
290	504	502	12.90%	1467	7.17	471	468	12.00%	1369	7.69
300	499	497	12.70%	1452	7.76	471	468	12.00%	1368	8.23
310	502	499	12.80%	1459	8.24	471	468	12.00%	1369	8.79
320	501	498	12.80%	1456	8.8	471	468	12.00%	1368	9.37
330	500	497	12.70%	1452	9.39	471	468	12.00%	1368	9.96
340	499	496	12.70%	1449	9.98	472	468	12.00%	1369	10.57
350	498	494	12.70%	1445	10.61	472	468	12.00%	1368	11.21
360	497	493	12.60%	1442	11.25	472	468	12.00%	1368	11.86
370	496	492	12.60%	1439	11.91	472	468	12.00%	1368	12.52
380	496	491	12.60%	1437	12.58	473	468	12.00%	1369	13.21

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

- Hipótesis 2 (viento máximo)
- Temperatura (°C): 0 Hielo (mm): 0
- Presión del Viento (Pa): 452

Tabla 24
Cálculo Mecánico del Conductor (Viento Máximo)

VANO	CONDICION INICIAL					CONDICION FINAL DESPUES DE CREEP				
	TENSION MAX. (daN)	TENSION HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLECHA (m)	TENSION MAX. (daN)	TENSION HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLECHA (m)
40	637	637	16.30%	877	0.23	637	637	16.30%	877	0.23
50	652	651	16.70%	897	0.35	652	651	16.70%	897	0.35
60	667	667	17.10%	918	0.49	667	667	17.10%	918	0.49
70	683	682	17.50%	939	0.65	683	682	17.50%	939	0.65
80	711	710	18.20%	977	0.82	711	710	18.20%	977	0.82
90	736	736	18.90%	1012	1	736	736	18.90%	1012	1
100	759	758	19.40%	1044	1.2	759	758	19.40%	1044	1.2
110	779	778	19.90%	1071	1.41	779	778	19.90%	1071	1.41
120	797	796	20.40%	1096	1.64	797	795	20.40%	1095	1.64
130	814	813	20.80%	1119	1.89	808	807	20.70%	1110	1.9
140	829	828	21.20%	1139	2.15	819	818	21.00%	1126	2.18
150	843	841	21.60%	1158	2.43	830	828	21.20%	1139	2.47
160	855	853	21.90%	1174	2.73	839	837	21.50%	1152	2.78
170	866	864	22.20%	1189	3.04	849	846	21.70%	1165	3.1
180	877	874	22.40%	1203	3.37	857	855	21.90%	1177	3.44
190	886	883	22.60%	1216	3.71	865	862	22.10%	1187	3.8
200	894	891	22.80%	1226	4.08	873	870	22.30%	1197	4.18
210	902	899	23.10%	1237	4.46	880	876	22.50%	1206	4.57
220	909	905	23.20%	1246	4.86	886	883	22.60%	1215	4.98
230	915	911	23.40%	1254	5.28	892	888	22.80%	1222	5.41
240	921	917	23.50%	1262	5.71	898	894	22.90%	1230	5.86
250	927	922	23.60%	1269	6.16	904	899	23.10%	1237	6.32
260	932	927	23.80%	1276	6.63	909	904	23.20%	1244	6.8
270	936	931	23.90%	1281	7.12	913	908	23.30%	1250	7.3
280	940	935	24.00%	1287	7.62	918	912	23.40%	1255	7.81
290	944	938	24.10%	1291	8.15	922	916	23.50%	1261	8.35
300	950	943	24.20%	1280	8.8	933	926	23.70%	1257	8.96
310	952	945	24.20%	1300	9.25	930	923	23.70%	1271	9.47
320	955	947	24.30%	1304	9.83	934	926	23.70%	1275	10.05
330	958	950	24.40%	1308	10.42	937	929	23.80%	1279	10.66
340	961	953	24.40%	1311	11.04	940	932	23.90%	1283	11.28
350	963	955	24.50%	1314	11.67	944	935	24.00%	1287	11.92
360	966	957	24.50%	1317	12.32	947	938	24.10%	1290	12.58
370	968	959	24.60%	1319	12.99	949	940	24.10%	1293	13.25
380	970	960	24.60%	1322	13.68	952	942	24.20%	1296	13.95
390	973	962	24.70%	1324	14.38	955	944	24.20%	1299	14.66

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

- Hipótesis 3 (temperatura mínima) con una temperatura (°C): -10 Hielo (mm): 0; y una presión del Viento (Pa): 0

Tabla 25*Cálculo Mecánico del Conductor (Temperatura Mínimo)*

VANO	CONDICION INICIAL					CONDICION FINAL DESPUES DE CREEP				
	TENSION MAX. (daN)	TENSION HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLECHA (m)	TENSION MAX. (daN)	TENSION HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLECHA (m)
40	666	666	17.10%	1946	0.1	666	666	17.10%	1946	0.1
50	661	661	16.90%	1932	0.16	661	661	16.90%	1932	0.16
60	654	654	16.80%	1912	0.24	654	654	16.80%	1912	0.24
70	645	645	16.50%	1887	0.32	645	645	16.50%	1887	0.32
80	654	654	16.80%	1912	0.42	654	654	16.80%	1912	0.42
90	659	659	16.90%	1926	0.53	659	659	16.90%	1926	0.53
100	662	662	17.00%	1935	0.65	658	658	16.90%	1923	0.65
110	661	661	16.90%	1932	0.78	644	643	16.50%	1881	0.8
120	658	658	16.90%	1923	0.94	630	630	16.20%	1841	0.98
130	654	654	16.80%	1912	1.11	617	617	15.80%	1803	1.17
140	648	648	16.60%	1895	1.29	605	604	15.50%	1766	1.39
150	643	642	16.50%	1878	1.5	593	593	15.20%	1734	1.62
160	636	635	16.30%	1858	1.72	584	583	14.90%	1704	1.88
170	628	628	16.10%	1835	1.97	573	573	14.70%	1674	2.16
180	621	620	15.90%	1812	2.24	565	564	14.50%	1650	2.46
190	613	612	15.70%	1790	2.52	558	557	14.30%	1628	2.77
200	605	604	15.50%	1767	2.83	550	549	14.10%	1606	3.11
210	598	597	15.30%	1746	3.16	544	543	13.90%	1588	3.47
220	591	589	15.10%	1723	3.51	538	537	13.80%	1570	3.85
230	584	583	14.90%	1704	3.88	533	532	13.60%	1554	4.26
240	578	576	14.80%	1685	4.27	529	527	13.50%	1542	4.67
250	572	570	14.60%	1667	4.69	525	523	13.40%	1529	5.11
260	566	564	14.50%	1650	5.12	521	519	13.30%	1519	5.57
270	561	559	14.30%	1633	5.58	518	516	13.20%	1508	6.05
280	556	554	14.20%	1619	6.06	515	513	13.20%	1499	6.54
290	551	549	14.10%	1605	6.55	512	510	13.10%	1490	7.06
300	542	540	13.80%	1578	7.14	509	507	13.00%	1482	7.6
310	543	541	13.90%	1581	7.61	508	505	12.90%	1476	8.15
320	539	536	13.70%	1569	8.17	505	502	12.90%	1469	8.72
330	536	533	13.70%	1559	8.74	504	501	12.80%	1464	9.31
340	533	530	13.60%	1549	9.34	502	499	12.80%	1459	9.92
350	530	527	13.50%	1540	9.95	501	497	12.70%	1453	10.55
360	528	524	13.40%	1532	10.59	500	496	12.70%	1449	11.19
370	525	521	13.40%	1524	11.24	498	494	12.70%	1444	11.86
380	523	519	13.30%	1517	11.92	497	493	12.60%	1441	12.54
390	521	516	13.20%	1510	12.61	496	492	12.60%	1437	13.25
400	519	514	13.20%	1503	13.33	495	490	12.60%	1434	13.97

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

- Hipótesis 4 (hielo máximo): Temperatura (°C): 0; Hielo (mm): 25 y una presión del Viento (Pa): 0

Tabla 26*Cálculo Mecánico del Conductor (Hielo Máximo)*

VAN (mm)	CONDICION INICIAL					CONDICION FINAL DESPUES DE CREEP				
	TENSI ON MAX. (daN)	TENSI ON HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLECHA (m)	TENSION MAX. (daN)	TENSION HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLEC HA (m)
40	870	869	22.30 %	382	0.52	870	869	22.30%	382	0.52
50	949	948	24.30	417	0.75	949	948	24.30%	417	0.75
60	1025	1023	26.20	450	1	1025	1023	26.20%	450	1
70	1097	1094	28.10	482	1.27	1097	1094	28.10%	482	1.27
80	1175	1172	30.10	516	1.55	1175	1172	30.10%	516	1.55
90	1249	1244	31.90	548	1.85	1249	1244	31.90%	548	1.85
100	1317	1312	33.60	578	2.17		1312	33.60%	578	2.17
110	1382	1376	35.30	606	2.5	1382	1376	35.30%	606	2.5
120	1443	1437	36.80	632	2.85	1443	1437	36.80%	632	2.85
130	1502	1495	38.30	658	3.21	1502	1495	38.30%	658	3.21
140	1557	1549	39.70	682	3.6	1557	1549	39.70%	682	3.6
150	1610	1600	41.00	704	4	1610	1600	41.00%	704	4
160	1660	1650	42.30	726	4.41	1660	1650	42.30%	726	4.41
170	1707	1696	43.50	746	4.84	1707	1696	43.50%	746	4.84
180	1753	1741	44.60	766	5.29	1753	1741	44.60%	766	5.29
190	1797	1784	45.70	785	5.76	1797	1784	45.70%	785	5.76
200	1838	1824	46.80	803	6.24	1838	1824	46.80%	803	6.24
210	1879	1863	47.80	820	6.73	1879	1863	47.80%	820	6.73
220	1917	1900	48.70	836	7.24	1917	1900	48.70%	836	7.24
230	1954	1936	49.60	852	7.77	1954	1936	49.60%	852	7.77
240	1989	1970	50.50	867	8.32	1989	1970	50.50%	867	8.32
250	2024	2003	51.40	882	8.88	2024	2003	51.40%	882	8.88
260	2056	2035	52.20	895	9.45	2056	2035	52.20%	895	9.45
270	2088	2065	52.90	909	10.05	2088	2065	52.90%	909	10.05
280	2118	2094	53.70	921	10.66	2118	2094	53.70%	921	10.66
290	2147	2121	54.40	934	11.28	2147	2121	54.40%	934	11.28
300	2161	2134	54.70	933	12.08	2161	2134	54.70%	933	12.08
310	2203	2174	55.70	957	12.58	2203	2174	55.70%	957	12.58
320	2229	2199	56.40	968	13.26	2229	2199	56.40%	968	13.26
330	2255	2223	57.00	978	13.95	2255	2223	57.00%	978	13.95
340	2279	2246	57.60	989	14.65	2279	2246	57.60%	989	14.65
350	2303	2268	58.20	998	15.38	2303	2268	58.20%	998	15.38
360	2326	2290	58.70	1008	16.12	2326	2290	58.70%	1008	16.12
370	2349	2310	59.20	1017	16.88	2349	2310	59.20%	1017	16.88
380	2370	2330	59.70	1025	17.65	2370	2330	59.70%	1025	17.65
390	2391	2349	60.20	1034	18.44	2391	2349	60.20%	1034	18.44
400	2412	2368	60.70	1042	19.25	2412	2368	60.70%	1042	19.25

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

- Hipótesis 5 (viento-hielo): Temperatura (°C): 0 Hielo (mm): 12 y la presión del viento (Pa): 109

Tabla 27

Cálculo Mecánico del Conductor (Viento-Hielo)

VANO	CONDICION INICIAL					CONDICION FINAL DESPUES DE CREEP				
	TENSION MAX. (daN)	TENSION HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLECHA (m)	TENSION MAX. (daN)	TENSION HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLECHA (m)
40	688	687	17.60%	629	0.32	688	687	17.60%	629	0.32
50	721	721	18.50%	660	0.47	721	721	18.50%	660	0.47
60	754	753	19.30%	689	0.65	754	753	19.30%	689	0.65
70	785	784	20.10%	718	0.85	785	784	20.10%	718	0.85
80	828	827	21.20%	757	1.06	828	827	21.20%	757	1.06
90	868	866	22.20%	793	1.28	868	866	22.20%	793	1.28
100	904	902	23.10%	826	1.51	904	902	23.10%	826	1.51
110	937	935	24.00%	856	1.77	937	935	24.00%	856	1.77
120	968	966	24.80%	884	2.04	968	966	24.80%	884	2.04
130	998	995	25.50%	911	2.32	998	995	25.50%	911	2.32
140	1024	1021	26.20%	935	2.62	1024	1021	26.20%	935	2.62
150	1050	1046	26.80%	958	2.94	1050	1046	26.80%	958	2.94
160	1073	1070	27.40%	979	3.27	1073	1070	27.40%	979	3.27
170	1095	1091	28.00%	999	3.62	1095	1091	28.00%	999	3.62
180	1116	1111	28.50%	1017	3.98	1116	1111	28.50%	1017	3.98
190	1135	1130	29.00%	1035	4.36	1135	1130	29.00%	1035	4.36
200	1153	1148	29.40%	1051	4.76	1152	1147	29.40%	1050	4.77
210	1170	1165	29.90%	1066	5.17	1168	1162	29.80%	1064	5.18
220	1186	1180	30.30%	1080	5.6	1183	1177	30.20%	1077	5.62
230	1201	1194	30.60%	1094	6.05	1197	1190	30.50%	1090	6.07
240	1216	1208	31.00%	1106	6.51	1211	1204	30.90%	1102	6.54
250	1229	1221	31.30%	1118	7	1224	1216	31.20%	1113	7.02
260	1241	1233	31.60%	1129	7.49	1236	1228	31.50%	1124	7.52
270	1253	1244	31.90%	1139	8.01	1247	1239	31.80%	1134	8.04
280	1265	1255	32.20%	1149	8.54	1259	1249	32.00%	1144	8.58
290	1275	1265	32.40%	1159	9.09	1269	1259	32.30%	1153	9.13
300	1279	1268	32.50%	1153	9.77	1278	1267	32.50%	1152	9.78
310	1295	1284	32.90%	1176	10.23	1289	1278	32.80%	1170	10.29
320	1304	1292	33.10%	1183	10.83	1298	1286	33.00%	1177	10.89
330	1313	1300	33.30%	1191	11.45	1307	1294	33.20%	1185	11.51
340	1321	1308	33.50%	1198	12.09	1315	1301	33.40%	1192	12.15
350	1329	1315	33.70%	1204	12.74	1323	1309	33.60%	1198	12.8
360	1337	1322	33.90%	1210	13.41	1330	1316	33.70%	1204	13.48
370	1344	1329	34.10%	1216	14.1	1338	1322	33.90%	1210	14.17
380	1351	1335	34.20%	1222	14.8	1345	1328	34.10%	1216	14.87

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

- Hipótesis 6 (temperatura máxima): Temperatura (°C): 40; Hielo (mm): 0; Presión del Viento (Pa): 0

Tabla 28
Cálculo Mecánico del Conductor (Temperatura Máxima)

VANO	CONDICION INICIAL					CONDICION FINAL DESPUES DE CREEP				
	TENSION MAX. (daN)	TENSION HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLECHA (m)	TENSION MAX. (daN)	TENSION HORIZ. (daN)	% Tr	PARAMETRO (m)	FLECHA (m)
40	120	119	3.10%	349	0.57	111	111	2.80%	324	0.62
50	142	141	3.60%	413	0.76	130	130	3.30%	380	0.82
60	162	161	4.10%	472	0.95	148	148	3.80%	432	1.04
70	180	180	4.60%	525	1.17	165	164	4.20%	481	1.27
80	200	200	5.10%	585	1.37	183	182	4.70%	533	1.5
90	219	219	5.60%	639	1.59	200	199	5.10%	582	1.74
100	236	236	6.10%	690	1.81	215	215	5.50%	627	1.99
110	252	252	6.50%	736	2.06	230	229	5.90%	670	2.26
120	267	266	6.80%	779	2.31	243	243	6.20%	709	2.54
130	281	280	7.20%	818	2.58	256	255	6.50%	747	2.83
140	293	292	7.50%	854	2.87	268	267	6.80%	781	3.14
150	305	304	7.80%	888	3.17	279	278	7.10%	813	3.46
160	316	314	8.10%	919	3.48	290	289	7.40%	844	3.8
170	325	324	8.30%	947	3.82	299	298	7.60%	871	4.15
180	335	333	8.50%	974	4.16	309	307	7.90%	898	4.51
190	343	341	8.70%	998	4.52	317	316	8.10%	923	4.89
200	351	349	8.90%	1021	4.9	325	323	8.30%	946	5.29
210	358	356	9.10%	1042	5.3	333	331	8.50%	967	5.71
220	365	363	9.30%	1061	5.71	340	338	8.70%	987	6.13
230	371	369	9.50%	1078	6.14	346	344	8.80%	1006	6.58
240	377	374	9.60%	1095	6.58	353	350	9.00%	1024	7.04
250	382	380	9.70%	1110	7.05	358	356	9.10%	1040	7.52
260	387	384	9.80%	1124	7.53	364	361	9.30%	1056	8.01
270	392	389	10.00%	1137	8.02	369	366	9.40%	1071	8.52
280	396	393	10.10%	1149	8.54	374	371	9.50%	1084	9.05
290	400	397	10.20%	1160	9.07	379	375	9.60%	1097	9.59
300	402	398	10.20%	1165	9.67	383	380	9.70%	1110	10.15
310	407	404	10.40%	1181	10.19	387	383	9.80%	1121	10.74
320	411	407	10.40%	1190	10.77	391	387	9.90%	1131	11.33
330	414	410	10.50%	1198	11.38	395	390	10.00%	1142	11.94
340	417	413	10.60%	1206	12	398	394	10.10%	1151	12.57
350	419	415	10.60%	1214	12.64	401	397	10.20%	1160	13.23
360	422	418	10.70%	1221	13.29	404	400	10.30%	1169	13.89
370	425	420	10.80%	1227	13.97	407	402	10.30%	1177	14.57
380	427	422	10.80%	1234	14.66	410	405	10.40%	1184	15.27

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

La distancia mínima de seguridad en la estructura para conductores de línea mayores de 35 mm² está dado por:

$$H = 7,6 * kV + 8 * 2,12 * S + l * \text{Sen}\Phi$$

Donde:

- H: Distancia mínima horizontal entre conductores (mm)
- kV: Máxima tensión de servicio (17,5 kV)
- S: Flecha (para: T=25°C, Pv=0, Vano = 150m S = 3,46m)
- Φ : Máximo ángulo de oscilación de la cadena del aislador
- l: Longitud de cadena del aislador (L= 700 mm)
- Reemplazando los valores correspondientes se obtiene el siguiente valor:
- H(mín.) = 1,30 m

Aisladores y retenidas

c.1) Aislamiento

El aislamiento de la nueva infraestructura eléctrica en 13,2 kV estará conformado por cadenas de aisladores de material Porcelana, debido principalmente al buen comportamiento de estos tipos de materiales en las líneas existentes que se ubican en las zonas del proyecto.

c.2) Aisladores

Se utilizarán aisladores cerámicos del tipo standard cuyos requerimientos mínimos se establecerán para las características siguientes:

Material: Porcelana

- Dimensiones del vástago: 16 mm
- Diámetro del disco: 254 mm

- Altura: 146 mm
- Distancia de fuga: 320 mm
- Carga de falla electromecánica: 70 kN
- Voltaje resistencia a frecuencia Industrial:
 - ✓ Seco, un minuto: 70 kV
 - ✓ Húmedo, un minuto: 40 kV
- Voltaje resistente al Impulso de Rayo: 100 kV
- Voltaje resistente a la perforación: 110 kV
- Conexión: Ball & socket
- Peso aproximado: 4,5 kg

c.3) Cadena de aisladores

Los ensambles de las cadenas de aisladores deberán soportar un esfuerzo de 70 kN y tendrán las siguientes características:

Ensamblés de suspensión y angular

Constituido por:

- Grillete recto
- Anillo – Bola
- Rotula Ojal
- Grapa de suspensión
- Varilla de armar

Ensamblés de Anclaje Normal

Constituido por:

- Grillete recto
- Anillo – Bola
- Rotula Ojal
- Grapa de anclaje tipo pistola de 4 pernos

Ensamblajes de Anclaje Invertido

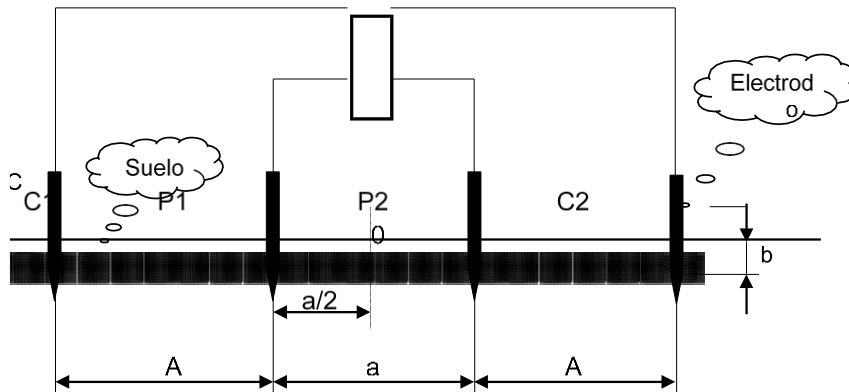
Constituido por:

- Grillete recto
- Rotula Horquilla
- Horquilla Bola
- Eslabón
- Grapa de anclaje tipo pistola de 4 pernos

c.4) Resistividad

Las características eléctricas del suelo a largo de toda la línea, se realizó una evaluación geológica y geotécnica visual en cada uno de los puntos de instalación de las estructuras de la línea proyectada. Para el cálculo de la resistividad del terreno, se utilizó el método de Wenner usando cuatro electrodos que se ubicó en línea recta y equidistante, y se hizo mediciones haciendo separaciones de 1, 2, 4 y 6 metros.

Ilustración 18
Resistividad del terreno



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

c.5) Retenida

El diseño de la retenida, se utilizó el método de fuerzas en un elemento en equilibrio. La cimentación de la retenida consta de dos secciones: triangular y rectangular. La varilla metálica de la retenida realizará una fuerza de tracción, la cual tratará de arrancar el bloque de concreto enterrado en el extremo de la varilla. Las fuerzas opuestas a la tracción son los siguientes:

- Peso del bloque de concreto armado: P_b
- Peso del material de relleno compactado: W_t

Retenida R1

Datos:

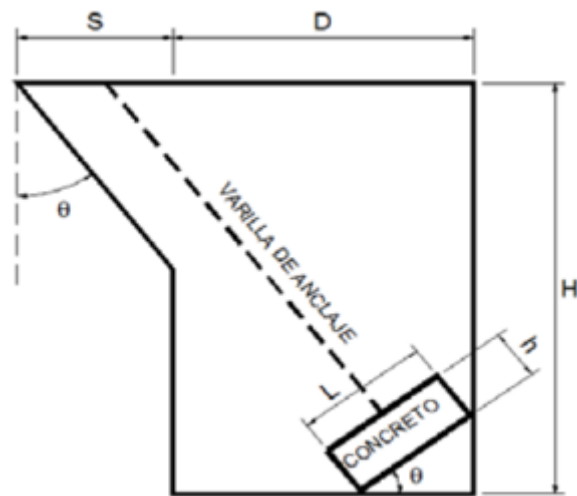
Fuerza de tracción originada en la varilla (F_t): 2.00Tn

Angulo de la retenida con la horizontal (Φ): 45.00 °

Factor de seguridad al arrancamiento (F.S.): 1.50

Ilustración 19

Retenida R1



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Datos de excavación para retención:

$$S = 0.80\text{m}$$

$$D = 0.90\text{m}$$

$$H = 1.70\text{m}$$

$$f = 1.40\text{m}$$

$$\theta = 45.00^\circ$$

Datos de bloque de concreto:

$$L = 0.30\text{m}$$

$$h = 0.30\text{m}$$

$$B = 0.70\text{m}$$

Datos del suelo de relleno:

$$\gamma_s = 1600 \text{ Kg/m}^3$$

$$\Phi = 21.00^\circ$$

$$\mu = 0.24$$

$$K_a = 0.47$$

Peso de bloque de concreto:

$$P_b = 151.20 \text{ Kg}$$

Área de sección lateral bruta:

$$A_s = 1.85 \text{ m}^2$$

Área de sección lateral a restar:

$$A_1 = 0.09 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0.02 \text{ m}^2$$

$$A_3 = 0.31 \text{ m}^2$$

$$A_4 = 0.05 \text{ m}^2 / 0.47$$

Área de sección lateral neta:

$$A_n = 1.38 \text{ m}^2$$

Volumen total neto de relleno:

$$V_n = 1.94 \text{ m}^3$$

Peso del relleno:

$$W_t = 3097.83 \text{ Kg}$$

Fuerza Opositoras:

$$P_w = 2190.50 \text{ Kg}$$

$$F_{r1} = 524.95 \text{ Kg}$$

$$F_{r2} = 333.11 \text{ Kg}$$

$$F_{r3} = 518.18 \text{ Kg}$$

Fuerza total de oposición:

$$F_{to} = 4.01 \text{ Tn}$$

Verificación de Factor de Seguridad:

$$F.S.: 2.00 > 1.50 \text{ O.K}$$

Retenida R2

Datos del suelo:

$$\gamma_s = 2300 \text{ Kg/m}^3$$

$$\Phi = 30.00^\circ \quad (\text{ángulo de fricción de la roca})$$

$$B = 20.00^\circ \quad (\text{ángulo de arrancamiento})$$

Datos de las retenidas:

Factor de seguridad al arrancamiento (F.S.): 1.50

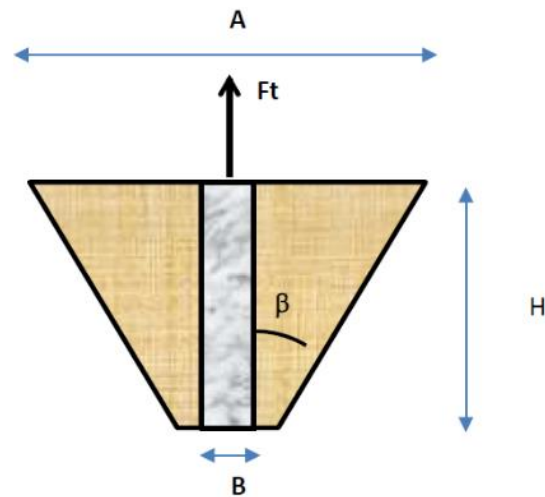
Fuerza de tracción originada en la varilla (Ft):

Tabla 29
Fuerza de Tracción Originada

Fza	Ft (Tn)	α (°)
F1	2	45

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Ilustración 20
Verificación de Estabilidad



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Por Arrancamiento:

Datos

$B = 0.04$ m (Diámetro de barreno)

$H = 2.30$ m (Longitud de perforación)

Ang. De Arranque (β) = 20.00°

$A = 1.71$ m

$H = 2.30$ m

Volumen de arranque

$$V_a = (A^2 + B^2 + A*B) * H/3 \quad V_a = 2.30 \text{ m}^3$$

Volumen de roca

$$V_r = V_a \quad V_r = 2.30 \text{ m}^3$$

Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra se ha diseñado como protección a las personas de elevaciones peligrosas de tensión en caso de fallas a tierra. Su instalación se efectuará en cada una de las estructuras.

El tipo de puesta a tierra se asigna en función de la percepción de las diferentes formas de terreno en la ubicación de las estructuras. El uso de electrodos verticales y contrapesos horizontales está destinado y puede usarse para reducir la resistencia de puesta a tierra a valores aceptables en suelos de alta resistividad. Los materiales para las puestas a tierra son los siguientes:

Cable de puesta a tierra se usará conductor de acero recubierto con cobre, utilizando como sección mínima 35 mm².

Varillas de puesta a tierra:

- Se usarán varillas de acero recubierto con cobre tipo copperweld de 16 mm x 2,4m de longitud.
- Conector conductor – varilla y Conector doble vía tipo compresión.
- Se utilizarán material de buena conductividad eléctrica y resistente a la corrosión.

d.1) Determinación de la resistividad aparente

Tal como se muestra en el Informe “Estudio de Resistividad del Suelo”, el comportamiento del suelo en el tramo de la línea primaria está mayormente constituido por suelos de dos capas cuyas resistividades difieren una de la otra.

De la misma manera se puede mencionar que el paso de la corriente eléctrica desde el sistema de aterramiento hacia el suelo depende:

- De la composición del suelo con sus respectivas capas;

- De la geometría del sistema de aterramiento; y
- Del tamaño del sistema de aterramiento.

Por lo que se hace necesario calcular la resistividad aparente del suelo, para un manejo más práctico de su comportamiento. Este equivalente representa la característica de un suelo uniforme, y será utilizado en el cálculo y diseño de los sistemas de puesta a tierra.

Las configuraciones típicas en el dimensionamiento de los sistemas de puesta a tierra se han considerado los siguientes:

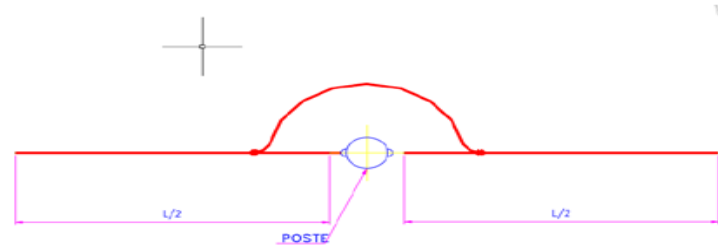
Donde:

- $R = \rho_a \times f(g)$ Ohm
- R Resistencia eléctrica de la puesta a tierra.
- ρ_a Resistividad aparente en Ohm –m.
- $f(g)$ Función que depende de la geometría de la puesta a tierra y su forma de colocación en el suelo.

d.2) Dimensionamiento de la Puesta a tierra

Configuración C1: Configuración compuesta por un (1) contrapesos horizontales de longitud variable L.

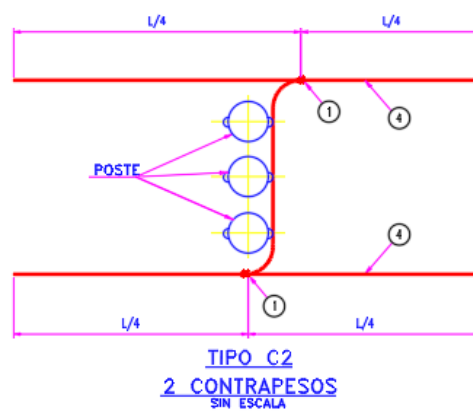
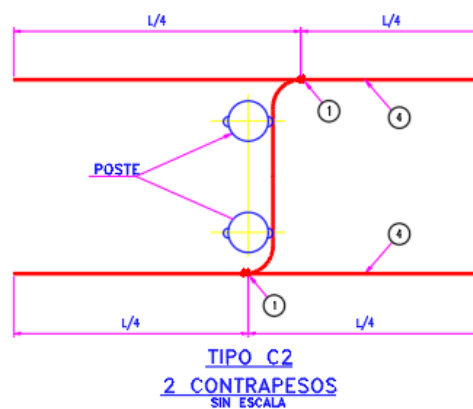
Ilustración 21
Configuración C1



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Configuración C2: Configuración compuesta por dos (2) contrapesos horizontales de longitud variable L .

Ilustración 22
Configuración C2



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

d.3) Cálculo de los sistemas de puesta a tierra

Los resultados de los cálculos de puesta a tierra se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 30
Cálculo del Sistema de Puesta a tierra

No.	Rh(1) (Ohm-m)	Rh(2) (Ohm-m)	d1 (m)	Tipo de Config.	Long. del Contrap eso	Resistivida d Aparente (Ohm-m)	Resistencia de Puesta a Tierra (Ohm)	Tipo de Suelo
1.0	3,579.0	269.4	1.61	C1	14	429.10	24.34	Roca normal
2.0	6,965.0	647.0	1.47	C2	36	970.57	24.10	Roca fracturada
3.0	6,950.0	483.2	1.51	C1	26	744.76	24.42	Roca fracturada
4.0	1,022.0	725.0	6.00	C1	27	1,533.00	24.78	Roca fracturada
5.0	1,280.0	2,658.5	1.01	C2	46	2,090.11	24.96	Roca fracturada
6.0	7,447.0	603.8	1.31	C2	24	863.75	23.76	Roca fracturada
7.0	947.0	521.2	2.12	C2	24	684.28	24.50	Roca fracturada
8.0	227.0	8,853.0	1.01	C2	28	835.58	24.89	Roca fracturada
9.0	454.0	371.5	1.12	C2	20	391.38	23.84	Roca fracturada
10.0	300.0	440.7	1.01	C1	20	394.06	24.43	Roca fracturada
11.0	300.0	440.7	1.03	C1	16	393.24	24.39	Roca fracturada
12.0	573.0	714.6	2.92	C2	24	605.40	24.77	Roca normal
13.0	947.0	521.2	2.12	C2	36	684.28	24.50	Roca normal
14.0	680.0	1,337.0	4.66	C1	14	667.55	24.77	Roca normal
15.0	1,022.0	725.0	6.00	C.2	24	1,533.00	24.78	Roca fracturada
16.0	563.0	1,689.0	1.45	C.1	10	979.13	24.92	Roca normal

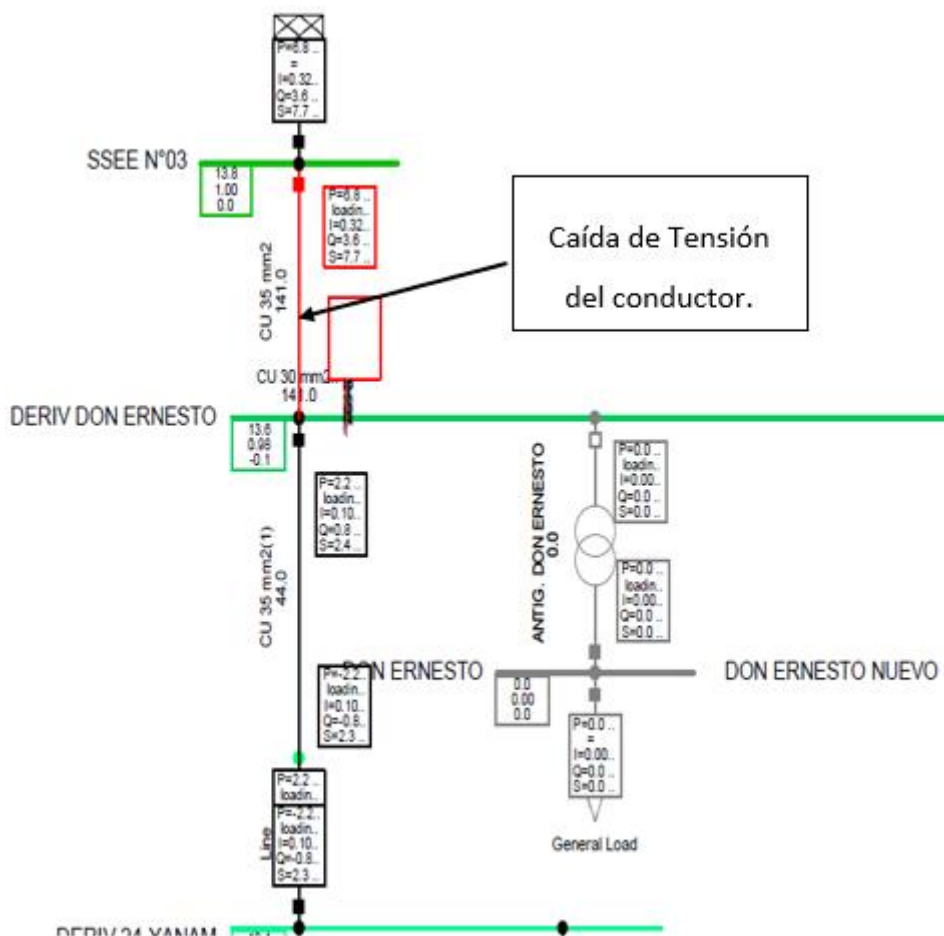
Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Calidad de Servicio Eléctrico

En la línea existente de 13.2 kV se puede observar la ilustración 14 que en la salida de la S.E N° 3 el conductor esta sobrecargado, este se debe que la sección del conductor nos es lo suficiente para soportar ante un aumento de la demanda de energía eléctrica. La sección del conductor existente es de 35 mm².

Ilustración 23

Simulación del Conductor de 35mm²

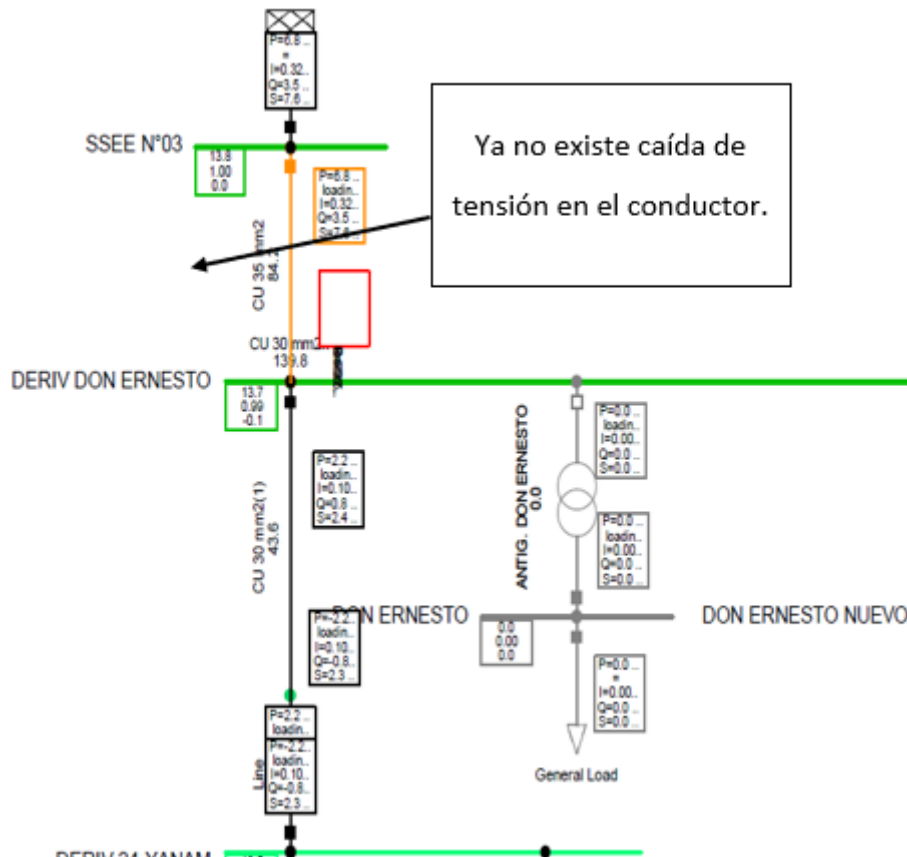


Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

En la línea proyectada de la nueva infraestructura eléctrica de 13.2 kV se puede observar en la ilustración 15 que en la salida de la S. E N° 3 el conductor ya no se encuentra sobrecargado, esto se debe al incremento en la sección del conductor a 120mm². Con ello nos garantiza atender la demanda de energía eléctrica a futuro.

Ilustración 24

Simulación del Conductor de 120mm²



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

3.5. Presupuesto de la ingeniería de detalle del proyecto

El costo total de la Ingeniería de Detalle de la nueva Infraestructura Eléctrica desde la SS.EE. N° 3 UM El Porvenir hasta la SS.EE. Carmen Chico, ubicada en el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan, en la provincia de Cerro de Pasco y departamento de Pasco., es de US\$ 28,795.54 incluido el IGV; donde está constituido el costo de los honorarios de diseño de ingeniería, los gastos administrativos y las utilidades, tal como se detalla en la tabla 30.

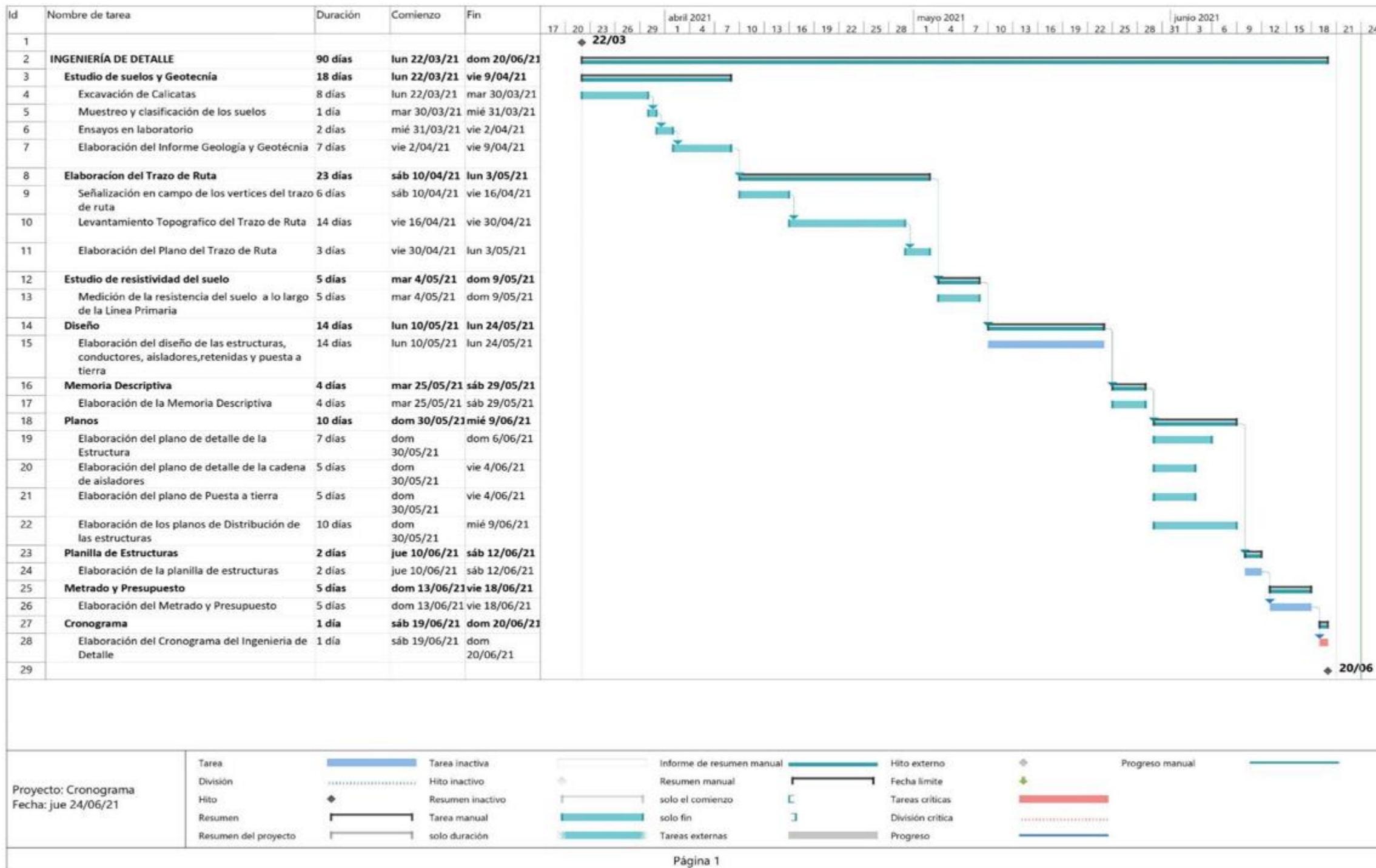
Tabla 31
Presupuesto de la Ingeniería de Detalle del Proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	SUBTOTAL
				US\$	US\$
1.10	HONORARIOS DISEÑO E INGENIERIA				
1.103	Especialista Líneas de Transmisión	H-h	120	30	3,600.00
1.105	Especialista Obras Civiles	H-h	50	25	1,250.00
1.114	Senior Mecánico	H-h	110	25	2,750.00
1.115	Especialista en Topografía (Estación Total)	H-h	50	35	1,750.00
1.116	Geólogo Geotecnista	H-h	75	30	2,250.00
1.118	Asistente LLTT	H-h	200	15	3,000.00
1.121	Dibujante	H-h	150	10	1,500.00
1.122	Gestor de proyectos	H-h	42	15	630.00
1.123	Administración y Control Documentario	H-h	0	7.5	-
(A)	TOTAL, GASTOS DIRECTOS		797		16,730.00
2.00	COSTOS GASTOS ADMINISTRATIVOS				
2.01	Transporte: Camioneta 4X4, Traslados locales y en Obra	Día	5	240	1,200.00
2.02	Exámenes Médicos y Seguros	Global	1	500	500.00
2.03	Oficina Administrativa	Mes	0.5	1400	700.00
2.04	Viáticos	Día	20	25	500.00
2.05	Alojamiento	Día	20	35	700.00
2.06	Estudio de suelos (calicatas) y ensayos de laboratorio	Ptos.	4	600	2,400.00
2.09	Ediciones, Impresiones, copias, etc.	Global	0	500	-
(B)	TOTAL, GASTOS ADMINISTRATIVOS	US\$			6,000.00
(C)	UTILIDAD	US\$			1,673.00
	TOTAL (A)+(B)+ (C) SIN IGV	US\$			24,403.00
	IGV	US\$			4,392.54
	TOTAL, GENERAL	US\$			28,795.54

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

3.5.1. Cronograma de la Ingeniería de Detalle del Proyecto

Gráfico 6
Cronograma del Proyecto



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

3.6. Conclusiones

- En el diseño del trazo de ruta de la nueva infraestructura eléctrica de 13.2kV se consideró una menor cantidad de vértices y una menor longitud de línea, también se hizo un estudio geotécnico y el levantamiento topográfico del terreno donde irán ubicada las estructuras, retenida y puesta a tierra, también se fijó la accesibilidad y el traslado de los suministros, con el fin de dar cumplimiento con las recomendaciones del (Código Nacional de Electricidad, 2011)
- Las estructuras de la nueva infraestructura eléctrica de 1.32kV serán de madera con longitudes de 35 a 55 pies, de clase 4, y serán ubicadas en lugares donde se cumpla las distancias de seguridad, indicado en la regla 117.A. del (Código Nacional de Electricidad, 2011, p. 57)
- Según los cálculos realizados, las estructuras soportaran las cargas verticales y transversales, y el diseño para cada tipo de estructura se basó en función al vano lateral, vano viento y peso, con el fin de dar cumplimiento con la regla 252 del (Código Nacional de Electricidad, 2011, p. 216).
- El conductor de la nueva infraestructura será de aleación de aluminio (AAAC) y la sección de 120 mm², con eso nos garantiza una proyección a futuro ante un crecimiento de la demanda de energía eléctrica.
- La distancia mínima horizontal entre conductores no será menor a
- 1.30 m, según las reglas 235.B.1.b y 235.B.2 del (Código Nacional de Electricidad, 2011, p. 140)
- Las distancias mínimas del conductor hacia el suelo, no será menor con lo dispuesto por las Reglas 232.C.1.a y 232.C.1.b de (Código Nacional de Electricidad, 2011, p. 126)
- Las características eléctricas del suelo a largo de toda la línea, se realizó una evaluación geológica y geotécnica en cada uno de los puntos de instalación de las estructuras de la línea proyectada.

- Las configuraciones típicas de los sistemas de tierra considerados en este proyecto son los siguientes:
- C1 Un contrapeso conectado a una pata del poste de madera.
- C2 Dos contrapesos en forma paralela conectados a las patas del poste de madera.
- La longitud de la varilla de puesta a tierra será mayor a 2.40m y con diámetro no menor a 16 mm para electrodos de acero revestido con cobre, así como indica en la regla 034.B.2.a. del (Código Nacional de Electricidad, 2011, p. 32)
- Con la implementación de la nueva infraestructura eléctrica de 13.2kV, se conseguirá mejorar los índices de calidad, relacionado en la calidad de producto, y se evitará caída de tensiones y perturbaciones en la línea, dando cumplimiento al título quinto de la (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, 2010, p. 11)

3.7. Recomendaciones

- En el trazo de la nueva infraestructura eléctrica se debe buscar la menor longitud de línea para así lograr reducir el costo del proyecto, en el sentido que necesitamos una menor cantidad de suministro para su ejecución, también se debe evitar pasar por zonas protegidas y zonas consideradas como futuras ampliaciones industriales dentro de la unidad minera.
- Las estructuras de la nueva infraestructura eléctrica se deben evitar que tengan defectos inadmisibles, y deben ser rechazados, para evitar tener problemas posteriores
- La selección del conductor de debe basar a una proyección de la demanda de energía eléctrica, con el propósito de hacer una selección adecuada y evitar sobrecargas a futuro.
- Los aisladores que están agrietados o astillados, que tiene clavijas sueltas o dobladas o con otros defectos aparentes, deberán ser separados y

puestos de lado para que sean, rechazados, a fin de que no sean nuevamente presentados.

- Los valores del sistema de puesta a tierra de los Postes de madera se recomiendan que sean menores o iguales a los 25 ohmios de acuerdo a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad – Suministro, caso contrario deberá de aplicarse el tratamiento con suelo artificial para poder obtener el valor deseado.
- Nexa Resources debe de incrementar la inversión en el mantenimiento de sus infraestructuras, para así mejorar su producción y evitar gastos innecesarios en el reemplazo de nuevas infraestructuras.
- Nexa Resources debe implementar un área de control de calidad para el cumplimiento de los estándares y normas.
- Nexa Resources debe adquirir recursos de calidad en sus proyectos, para así evitar el reemplazo a corto plazo.

CAPÍTULO IV

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aduviri, A. C. (2017). *Control de calidad para el suministro y montaje electromecánico de líneas y redes primarias aplicado a una empresa constructora*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Código Nacional de Electricidad. (29 de Abril de 2011). Diario oficial el Peruano. *Código Nacional de Electricidad (Suministro)*. Lima, Perú.
- Cruz, L. (2020). *Optimización del deslastre de carga en un sistema de distribución para mejorar el indicador de calidad SAIDI*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Huayta, J. (2019). *Propuestas para mejorar la calidad de energía del sistema eléctrico en media tensión de la ciudad de Huancayo, Departamento de Junín*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- Inga, R. (2019). *Remodelación del sub sistema de distribución primaria en 10kv, para mejorar la calidad de energía en la Troncal A4003 del distrito San Juan Bautista de la región Ayacucho*. Tesis de Pregrado, Universidad Continental, Huancayo.
- MA Consultores S.A.C. (Junio de 2019). Ingeniería de Detalle. *Reemplazo de la Línea primaria 13.2 KV Carmen Chico*. San Francisco de Yarusyacan, Pasco.
- Nexa Resources S.A. (2021). *Informe Anual Nexa Resources S.A.* Lima: Editora Contadino.
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. (13 de Setiembre de 2010). Diario oficial El Peruano. Lima, Perú.
- Oroya Infantes, C. (2021). Foda. Lima, Perú.
- Pollack, W. (2019). *Análisis del subsistema de distribución SE HI0032 - Trujillo para mejorar la calidad del servicio eléctrico y reducir pérdidas de energía*. Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Trujillo.

Ramos, E., & Rivero, S. (2018). *Análisis de la eficiencia energética y calidad de la energía eléctrica en la planta industrial de procesamiento de alimentos agroindustrias CIRNMA S.R.L. en la región Puno*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Resources, N. (2018). *Informe Anual*. Lima.

Revista Espacios. (2018). Metodología de Diseño de Producto bajo la estructura de Innovación y Creatividad. *Espacios*, 6.

Vargas, D. (2015). *Estudio de indicadores de calidad del suministro de energía eléctrica de una red de distribución a 13.2 kV*. Tesis de Maestría, Universidad de Colombia, Manizales.

CAPÍTULO V

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Infraestructura eléctrica: Son los elementos, líneas e instalaciones que conjuntamente transportan y distribuyen la electricidad.

Demanda de energía eléctrica: Es la intensidad de corriente, o potencia eléctrica, relativa a un intervalo de tiempo específico, que absorbe su carga para funcionar.

Relave: es un conjunto de desechos de procesos mineros de la concentración de minerales, usualmente constituido por una mezcla de rocas molidas, agua y minerales de ganga.

Índices de calidad eléctrica: Se utilizan para cuantificar la continuidad de suministro eléctrico para una red eléctrica o para una zona determinada

Poste de energía eléctrica: Son columnas que se utilizan para sostener líneas eléctricas aéreas y otros servicios públicos, como cables eléctricos, cables de fibra óptica y equipos relacionados, como transformadores y farolas.

Sistema de suministro eléctrico: Es el conjunto de medios y elementos utilizados para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica, los cuales cuentan con mecanismos de control, seguridad y protección.

Línea Primaria: Es la línea de Distribución o transporte que alimenta a los centros de transformación de energía eléctrica.

Trazo de Ruta: Es el camino paso a paso que una conexión toma hasta llegar a su destino.

Diseño eléctrico: Es el proceso de planificación y creación de equipos eléctricos, tales como componentes eléctricos, esquemas, equipos de iluminación, sistemas de energía e infraestructura de telecomunicaciones.

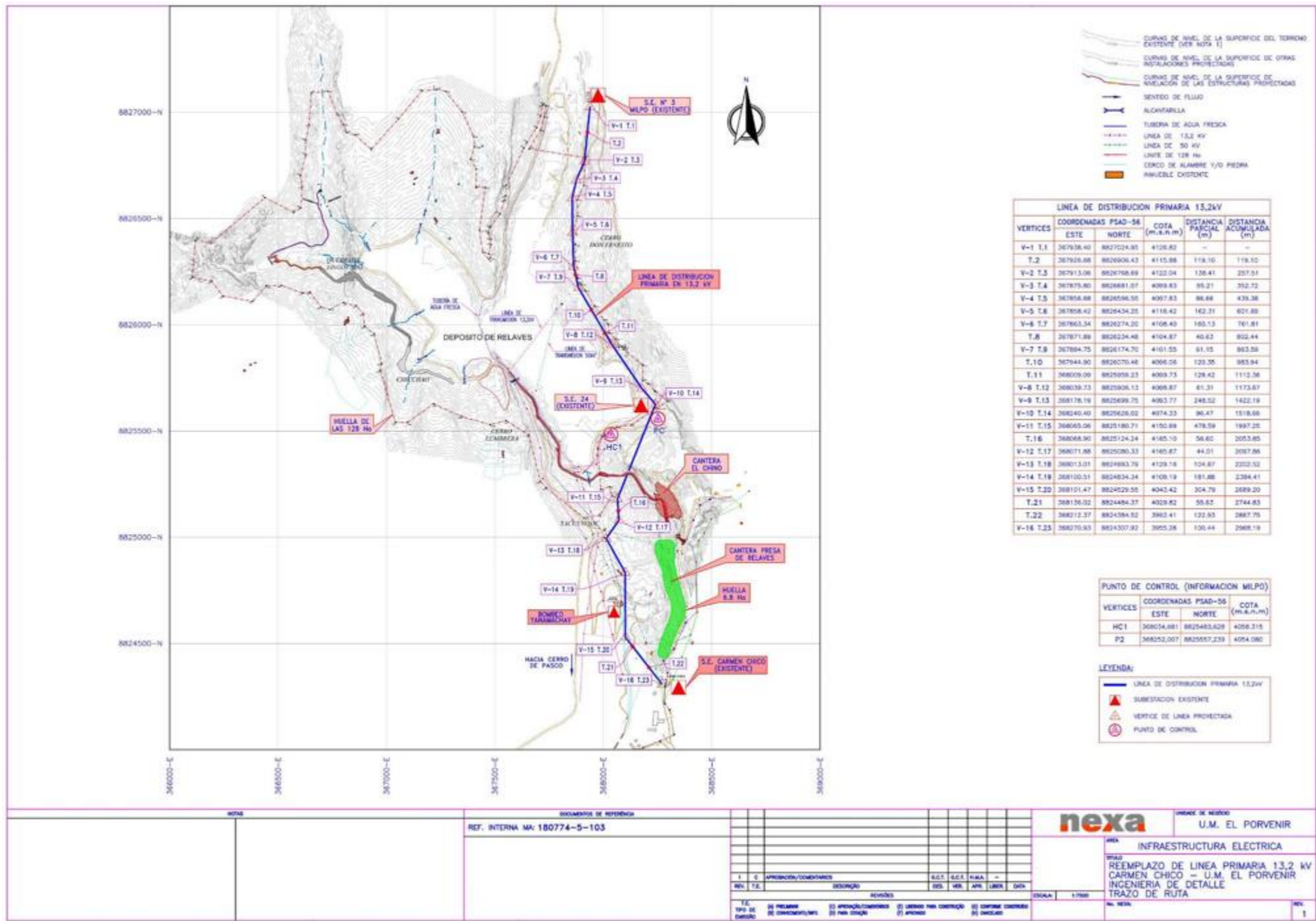
Corriente eléctrica: Es un fenómeno físico causado por el desplazamiento de una carga (ion o electrón). En el caso de un conductor metálico, son principalmente los electrones los que toman parte en la corriente

Intensidad de corriente: Es la cantidad de carga que pasa por un conductor por unidad de tiempo.

CAPÍTULO VI

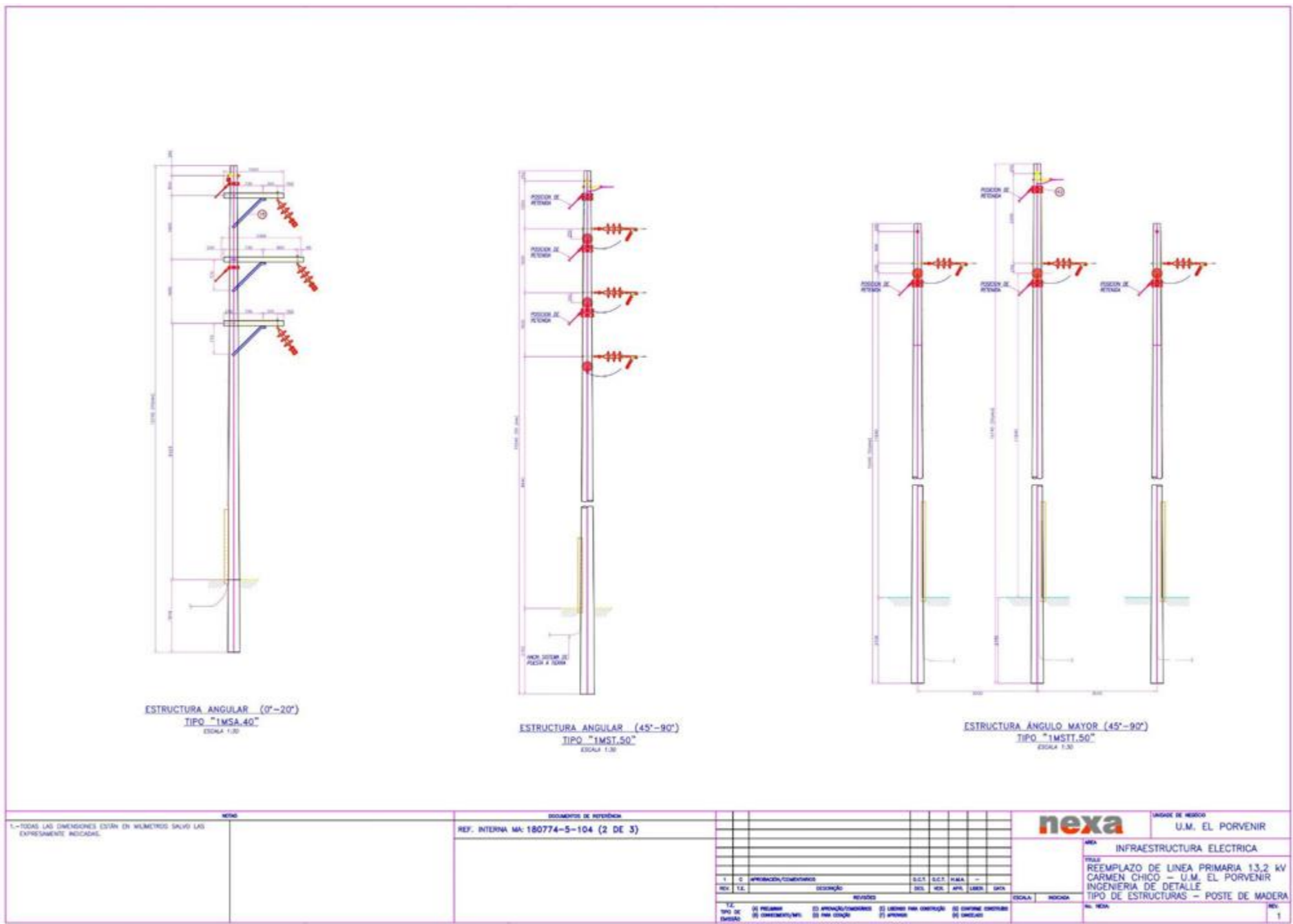
ANEXOS

Anexo 1
Plano de Trazo de Ruta



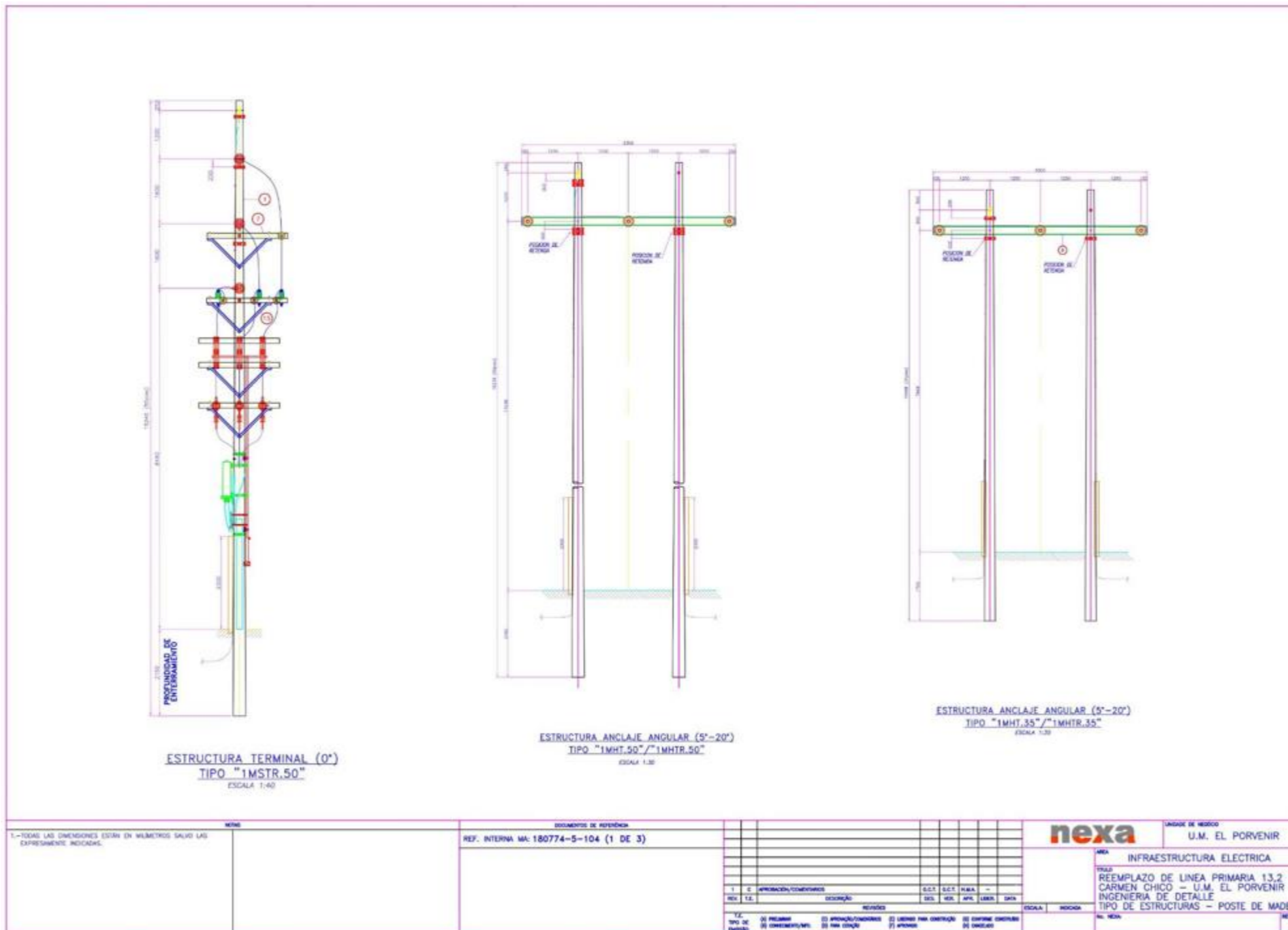
Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Anexo 2
 Tipo de Estructura 1 de 1



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

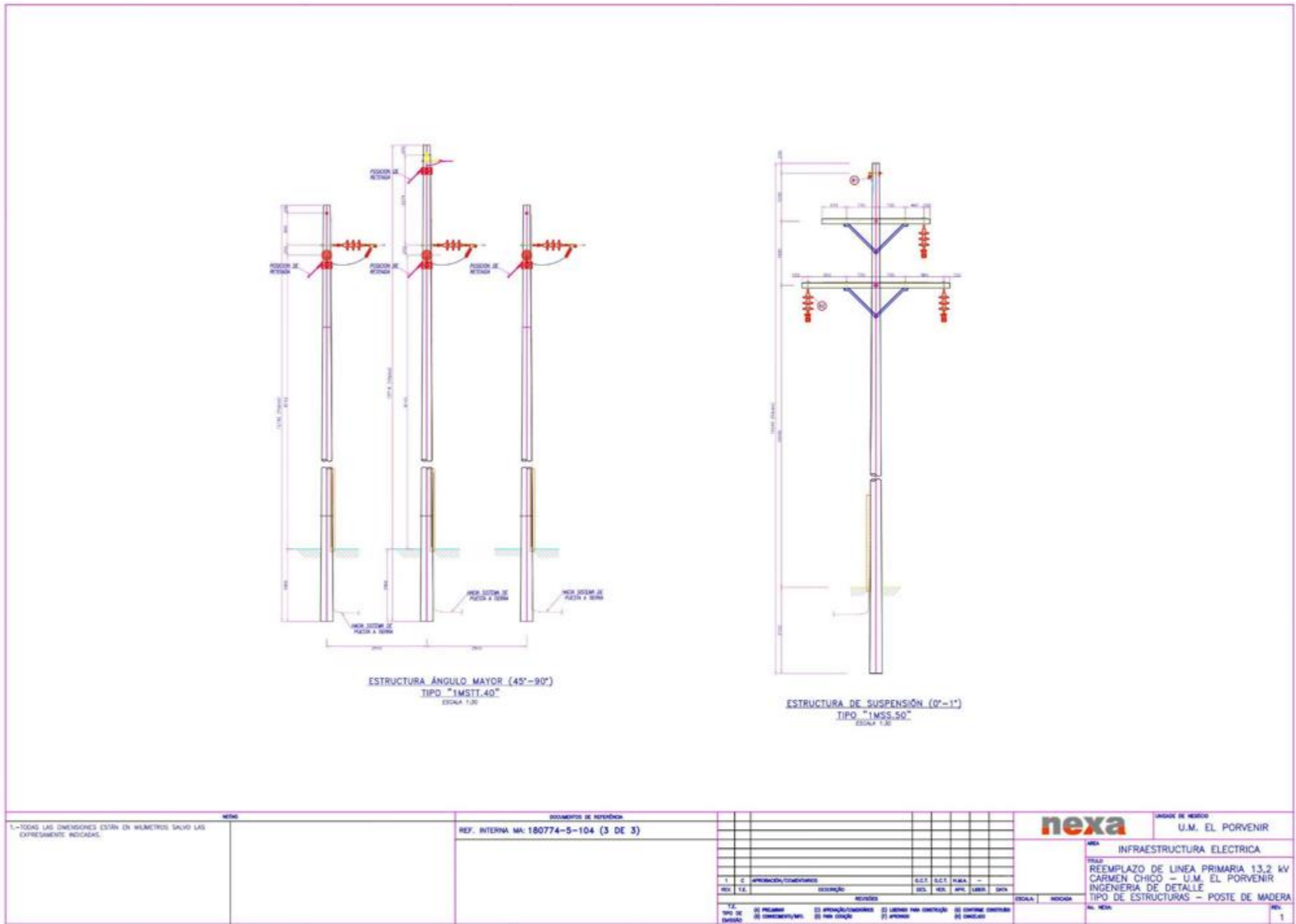
Anexo 3
 Tipo de Estructura 1 de 2



1.-TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS SALVO LAS EXPRESAMENTE INDICADAS.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA REF. INTERNA MA: 180774-5-104 (1 DE 3)		U.M. EL PORVENIR	
	AREA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA		TITULO REEMPLAZO DE LINEA PRIMARIA 13.2 KV CARMEN CHICO - U.M. EL PORVENIR INGENIERIA DE DETALLE TIPO DE ESTRUCTURAS - POSTE DE MADERA	
REVISOR:		ESCALA:		HOJA: 1

Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Anexo 4
 Tipo de Estructura 1 de 3



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Anexo 5
 Tipo de Cadena de Aisladores

ENSAMBLE DE CADENA DE AISLADORES

CADENA DE SUSPENSION (SN1)
S/E

CADENA DE SUSPENSION ANGULAR (SN2)
S/E

LISTA DE MATERIALES POR ENSAMBLE			
NUMERO	DESCRIPCION	SN1	SN2
1	GRILLETE RECTO	1	1
2	ANILLO BOLA	1	1
3	ROTULA OVAL	1	1
4	GRAPA DE SUSPENSION NORMAL	1	—
5	AISLADOR STANDARD	3	3
6	VARELLA DE AMARRA	1	1
7	GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR	—	1

ENSAMBLE DE CADENA DE AISLADORES

CADENA DE ANCLAJE INVERTIDA (AN2)
S/E

CADENA DE ANCLAJE NORMAL (AN1)
S/E

LISTA DE MATERIALES POR ENSAMBLE			
NUMERO	DESCRIPCION	AN1	AN2
1	GRILLETE RECTO	1	1
2	ANILLO BOLA	1	—
3	ROTULA OVAL	1	—
4	ROTULA HORQUILLA	—	1
5	AISLADOR STANDARD	3	3
6	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PASANTE 4 PERROS	1	1
7	HORQUILLA - BOLA	—	1
8	ESLABON	—	1

NOTAS:
 1.-TODAS LAS FERRERIAS TIENE UNA RESISTENCIA A LA ROTURA MINIMA DE 70KN.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

REVISOS

NO.	FECHA	DESCRIPCION	ELAB.	REV.	APR.	LIBER.	DATA
1		APROBACION/COMENTARIOS					

S/E: 01 PARA DISEÑO 02 PARA EJECUCION 03 PARA COTIZACION 04 PARA/DEFINICION DE OBRAS 05 PARA/DEFINICION DE OBRAS 06 PARA/DEFINICION DE OBRAS 07 PARA/DEFINICION DE OBRAS 08 PARA/DEFINICION DE OBRAS 09 PARA/DEFINICION DE OBRAS 10 PARA/DEFINICION DE OBRAS
 CERRADO: 01 PARA APROBACION 02 PARA COTIZACION 03 PARA COTIZACION 04 PARA COTIZACION 05 PARA COTIZACION 06 PARA COTIZACION 07 PARA COTIZACION 08 PARA COTIZACION 09 PARA COTIZACION 10 PARA COTIZACION

nexa

UNIDAD DE NEGOCIO
 U.M. EL PORVENIR

AREA
 INFRAESTRUCTURA ELECTRICA

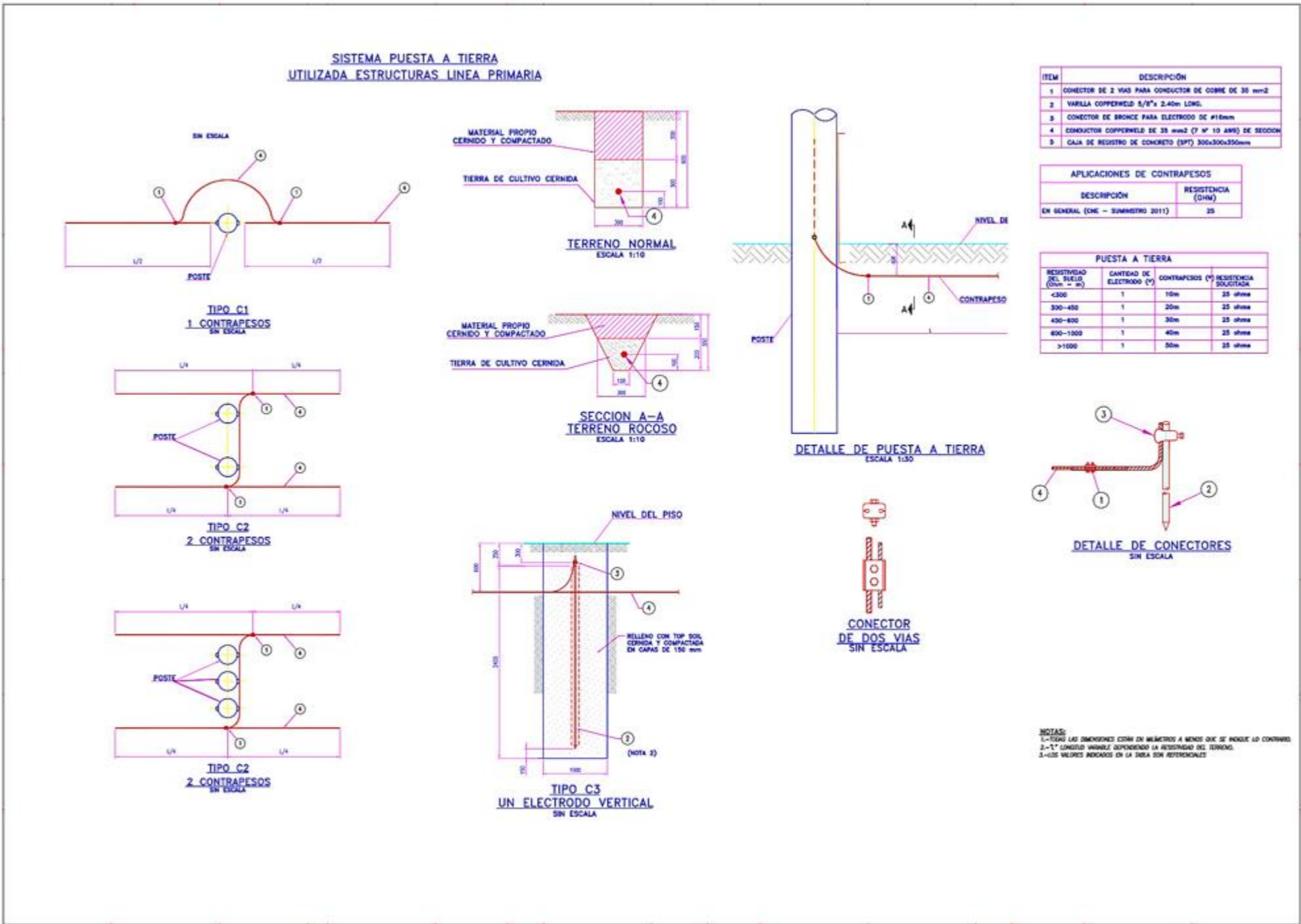
PROYECTO
 REEMPLAZO DE LINEA PRIMARIA 13.2 KV
 CARMEN CHICO - U.M. EL PORVENIR

INGENIERIA DE DETALLE
 ENSAMBLE CADENA DE AISLADORES - TIPO ANCLAJE

NO. HOJA: 1

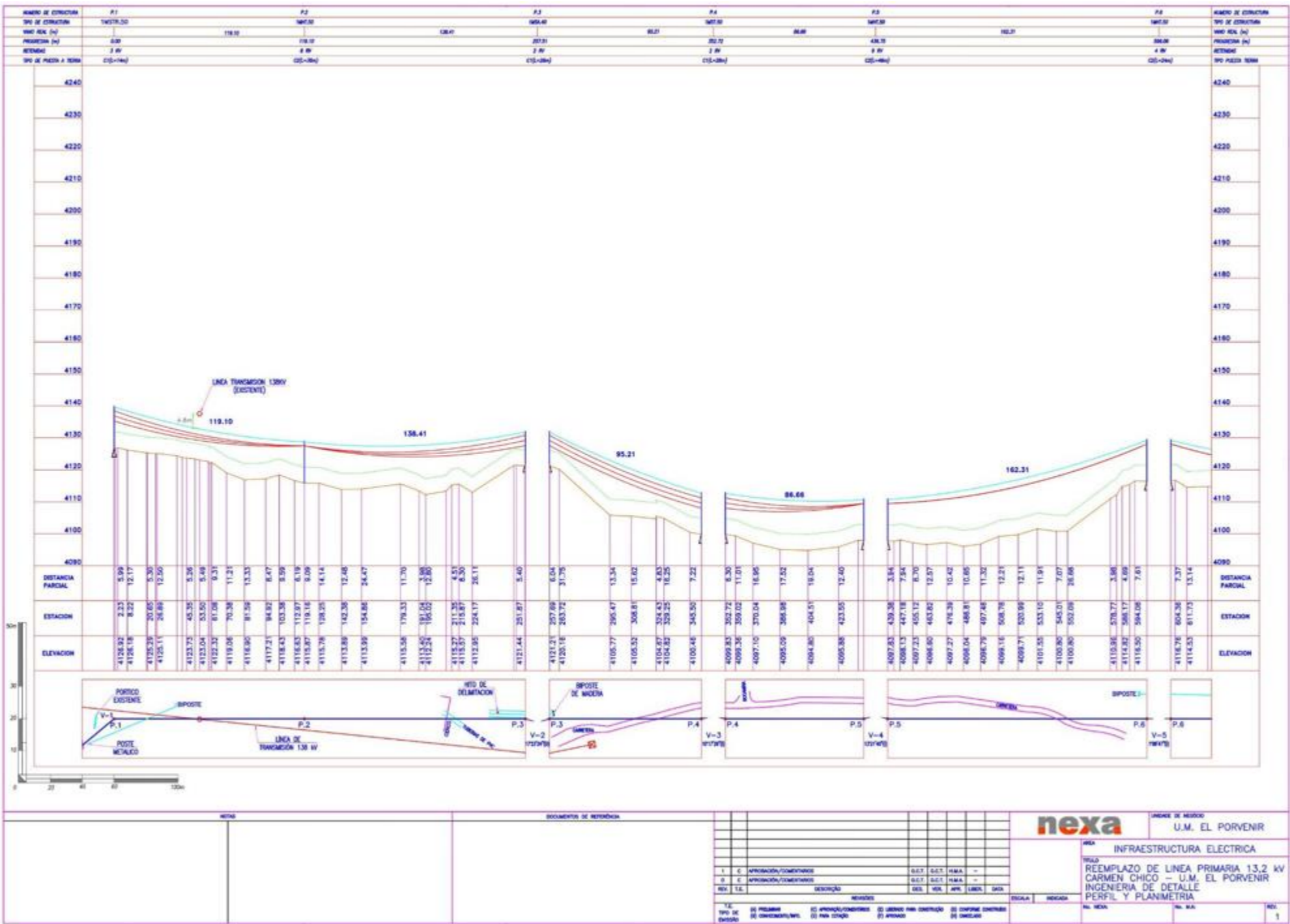
Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Anexo 6
Plano del Sistema de Puesta a Tierra



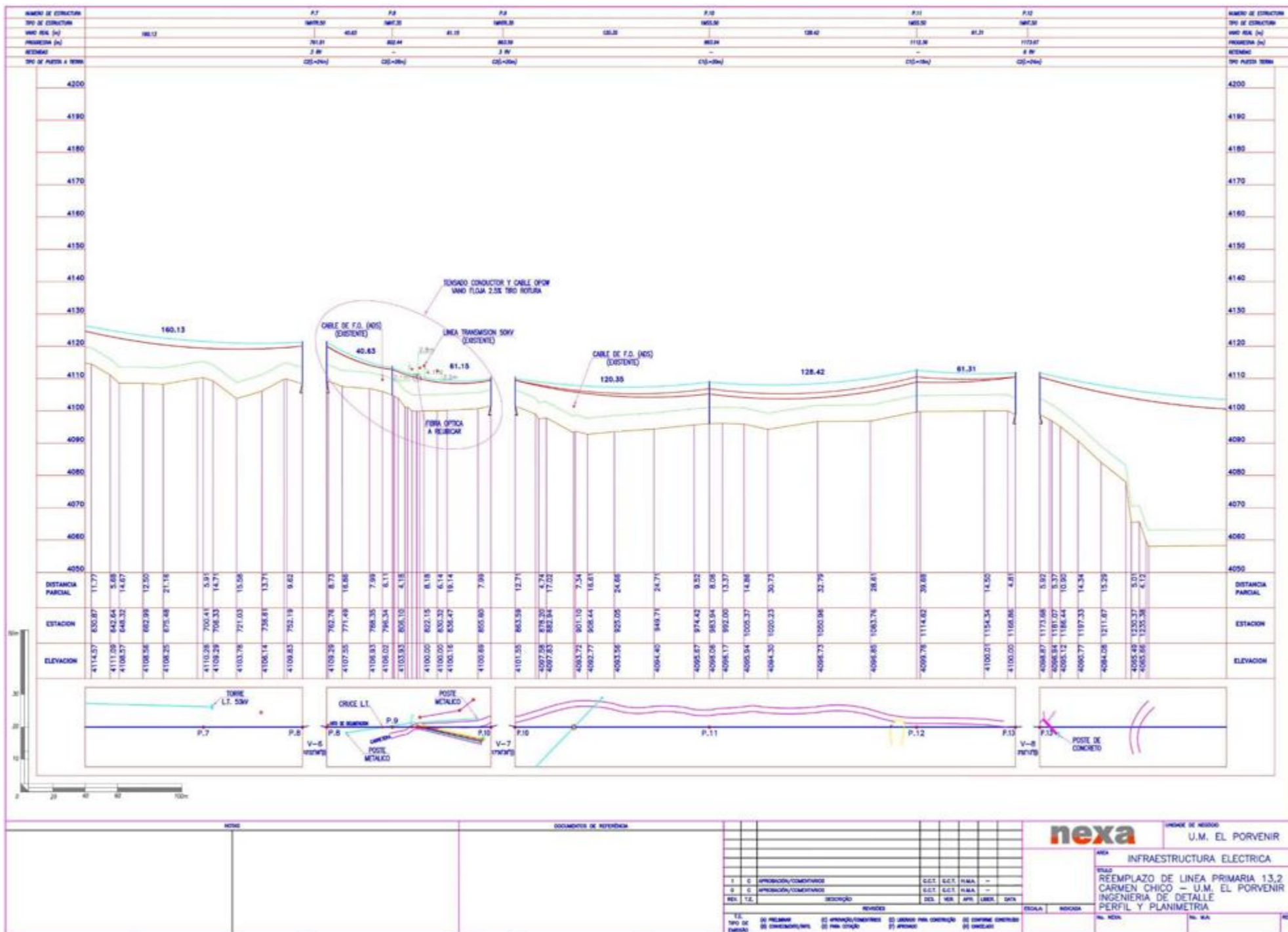
Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Anexo 7
Distribución de las Estructuras 1 de 1



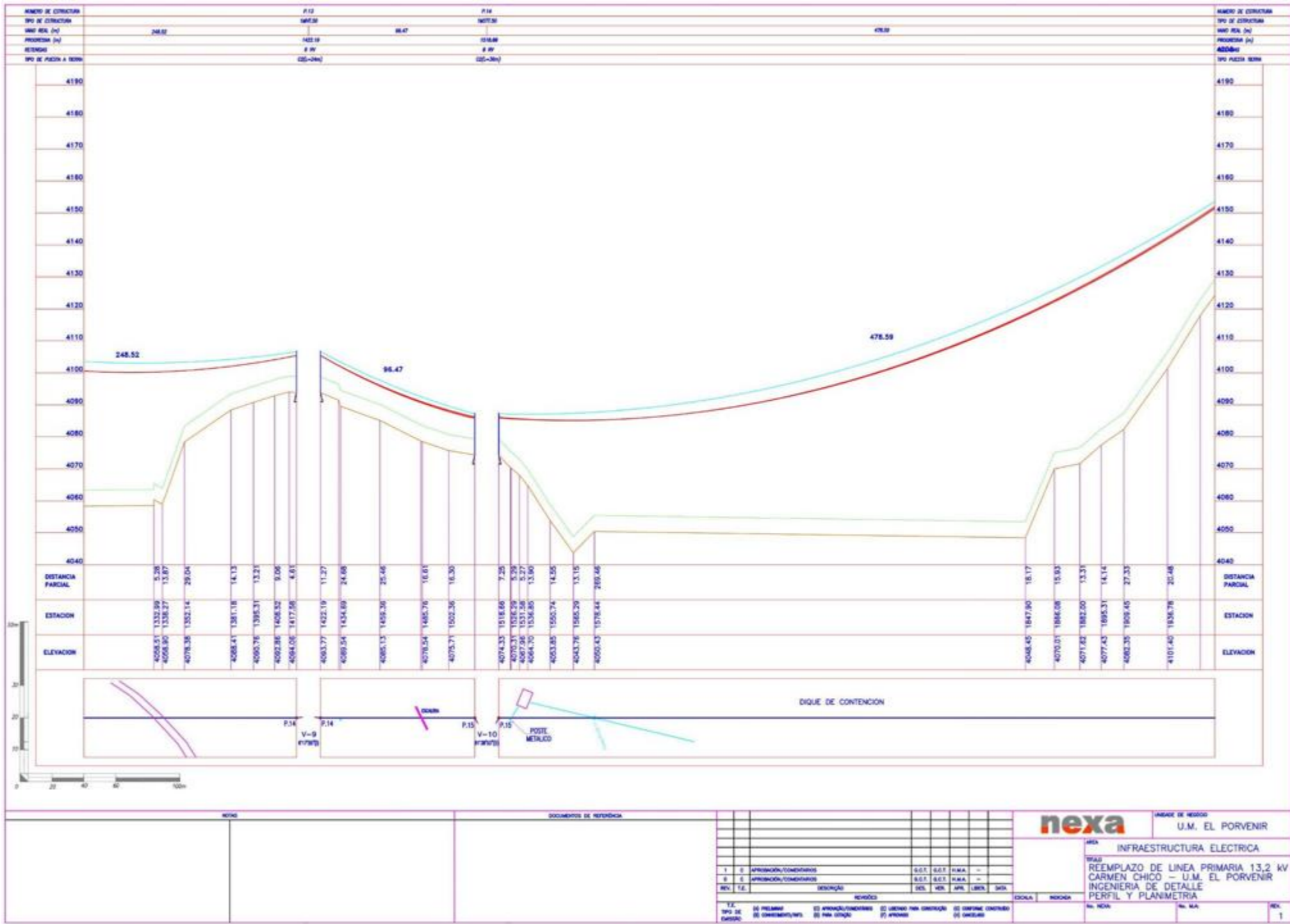
Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Anexo 8
Distribución de las Estructuras 1 de 1



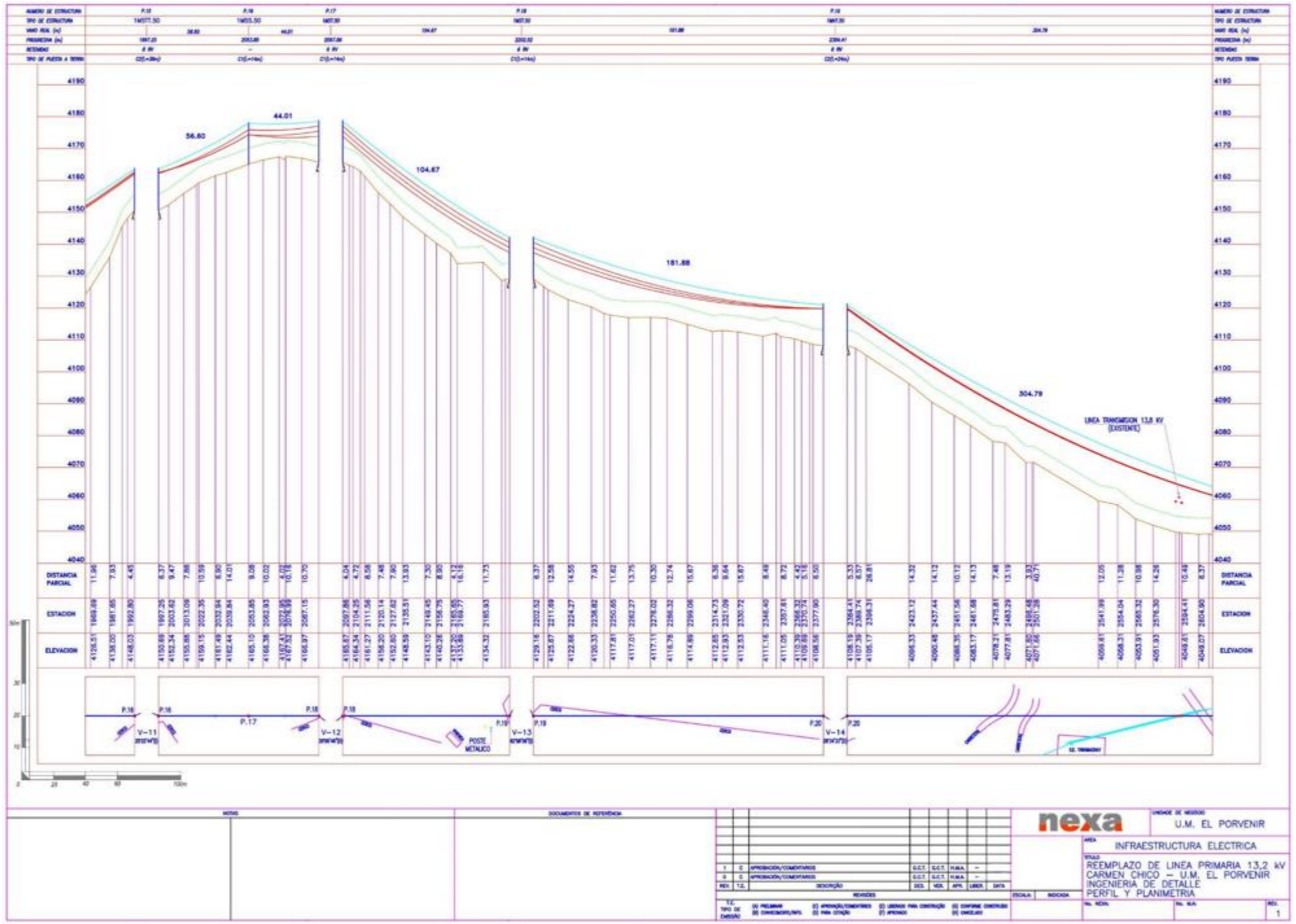
Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Anexo 9
Distribución de las Estructuras 1 de 2



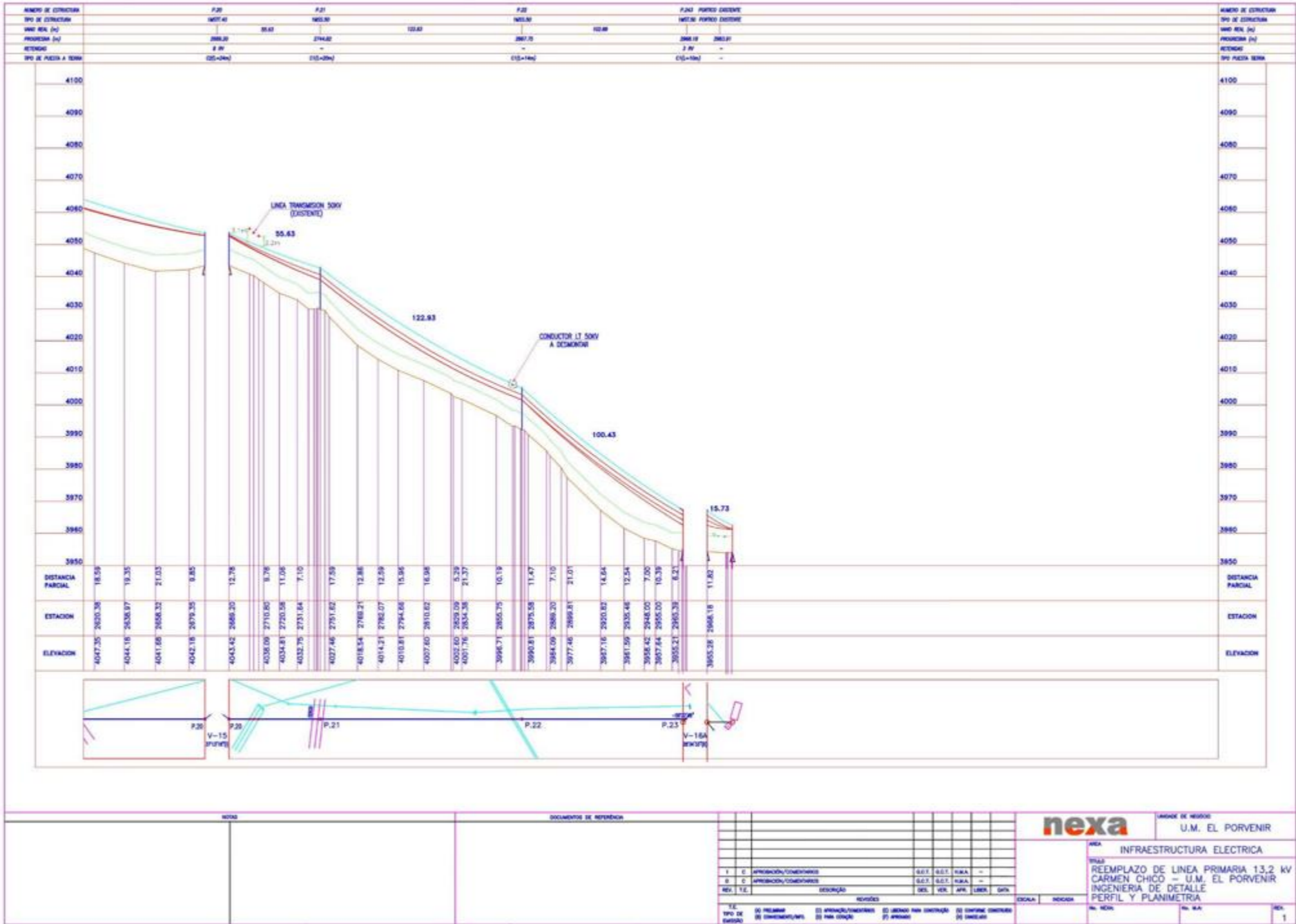
Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Anexo 10
Distribución de las Estructuras 1 de 3



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

Anexo 11
Distribución de las Estructuras 1 de 4



Fuente elaboración propia: (Oroya Infantes, 2021)

