

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,

INFORMÁTICA Y MECÁNICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



INFORME TÉCNICO

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROLONGACIÓN AV. DEL EJÉRCITO EN EL DISTRITO DE CUSCO

PRESENTADO POR:

Br. LUIS ALAN FARFAN FLOREZ

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRICISTA.**

**MODALIDAD DE SERVICIOS A NIVEL
PROFESIONAL**

ASESOR:

MSc. WILBERT JULIO LOAIZA CUBA

CUSCO – PERÚ

2024



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor WILBERT JULIO LOAIZA CUBA.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS
DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROLONGACIÓN AV. DEL
EJÉRCITO EN EL DISTRITO DE CUSCO.....

Presentado por: LUIS ALAN FARFAN FLOREZ..... DNI N° 42260210;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO ELECTRICISTA.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02.. veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 19 de enero..... de 2026.....



Firma

Post firma WILBERT JULIO LOAIZA CUBA

Nro. de DNI 23822491.....


ORCID del Asesor 0000-0003-3901-3178.....

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259: 546103532.....

ALAN FARFAN

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROLONGACIÓN AV. DEL EJÉRCITO EN EL DISTRITO ...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:546703532

164 páginas

Fecha de entrega

16 ene 2026, 8:52 a.m. GMT-5

34.618 palabras

169.915 caracteres

Fecha de descarga

19 ene 2026, 11:13 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

ARCHIVO DIGITAL DE INFORME TECNICO Br. LUIS ALAN FARFAN FLOREZ.pdf

Tamaño del archivo

5.1 MB

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Exclusiones


- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
422 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

El presente proyecto es dedicado:

A Dios por la fe que me brinda

A mis adorados padres Juana y Alejandro por su apoyo incansable

A mi querida esposa Katherin por su cariño y amor

A mis amados hijos Alessio, Raphael y Lissa

A la señora Delia por su experiencia y su generosidad

A mis docentes universitarios por su tiempo, enseñanza y sus exigencias.

A cada una de las personas que permitieron que este trabajo sea una realidad.

PRESENTACION

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, señores docentes miembros del jurado, con la finalidad de optar al título profesional de Ingeniero Electricista y en cumplimiento con las disposiciones del reglamento de grados y títulos presento ante ustedes el informe técnico titulado **MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROLONGACIÓN AV. DEL EJÉRCITO EN EL DISTRITO DE CUSCO.**

Luis Alan Farfan Florez.

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACION.....	III
TABLA DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
CAPITULO I	14
ASPECTOS GENERALES	14
1.1. Introducción	14
1.2. Descripción de la empresa	16
Misión Institucional	17
Visión Institucional	17
1.3. Descripción del proyecto	19
1.4. Objetivo del informe	19
1.4.1. Objetivos Específicos.....	19
1.5. Características del proyecto	19
1.5.1. Ubicación	19
1.5.2. Alcances:.....	21
1.5.3. Análisis de evaluación y rentabilidad del proyecto:	22
CAPITULO II.....	25
EL EXPEDIENTE TECNICO DEL PROYECTO	25
2.1. Elaboración del Perfil y Expediente Técnico.....	25
2.1.1. Preinversión Perfil de Expediente Técnico:.....	25
2.1.2. Estudios definitivos: Expediente Técnico:.....	25
2.1.3. Normativa que contempla el expediente técnico	26
2.2. Contenido del Proyecto:.....	26
2.2.1. Resumen ejecutivo:	26
2.2.2. Memoria descriptiva:	28
2.2.3. Cálculos justificativos.....	32
2.3. Elección de la Corriente Nominal y la Clase de Descarga de Línea/Red	57

2.4.	Determinación del Margen de Protección a Impulsos Tipo Rayo	58
2.4.1.	Especificaciones técnicas:.....	90
2.4.2.	Planilla de metrado y presupuesto detallado del proyecto	92
2.4.3.	Relación de planos existentes	99
2.4.4.	Detalles constructivos: Red primaria	100
2.4.5.	Detalles constructivos: Red secundaria	107
CAPITULO III.....		112
FASE DE EJECUCIÓN FISICA DEL PROYECTO		112
3.1.	Contratación de personal.....	112
3.2.	Elaboración de requerimiento de personal, bienes y servicios.	113
3.3.	Especificaciones técnicas de equipos y materiales	114
3.3.1.	Transformador de distribución tipo pedestal compacto.....	114
3.3.2.	Conductor subterráneo tipo N2XSY de 50 mm ²	116
3.3.3.	Conductor subterráneo tipo N2XOH de 3-1X50 mm ² y 3-1x25 mm ²	117
3.3.4.	Detalle de diseño de armado PSEC-3P	119
3.3.5.	Equipos de protección y seccionamiento	120
3.4.	Elaboración de informe mensual de ejecución de obra	124
3.5.	Procedimiento de ejecución física del proyecto.....	126
CAPITULO IV.....		141
MODIFICACIONES DEL PROYECTO		141
4.1.	Modificación de presupuesto y ampliación de plazo	141
4.1.1.	Causales para una modificación presupuestal.....	141
4.1.2.	Causales para una ampliación de plazo	147
<i>Recalendarización de ejecución de obra</i>		150
CONCLUSIONES		161
RECOMENDACIONES.....		162
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		163
ANEXOS		165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Información de la ejecución física final del proyecto</i>	15
Tabla 2 <i>Información de la ejecución financiera final del proyecto</i>	15
Tabla 3 Datos generales de la Municipalidad Provincial del Cusco.....	16
Tabla 4 Datos generales de la ubicación del proyecto de inversión	19
Tabla 5 <i>Datos para el cálculo del VAN y de la TIR</i>	23
Tabla 6 <i>Flujo de caja anual</i>	23
Tabla 7 <i>Resultados del VAN y del TIR</i>	23
Tabla 8 Resumen ejecutivo del proyecto de inversión	26
Tabla 9 <i>Resumen del presupuesto del proyecto de inversión</i>	27
Tabla 10 <i>Resumen de metas del proyecto de inversión</i>	27
Tabla 11 <i>Resumen de pérdidas eléctricas por SED</i>	28
Tabla 12 <i>Equivalente Thévenin en el punto de diseño ESE001NMT000297</i>	35
Tabla 13 <i>Cargabilidad de la línea de media tensión</i>	35
Tabla 14 <i>Cargabilidad de los transformadores de distribución</i>	35
Tabla 15 <i>Caída de tensión en los valores de operación</i>	36
Tabla 16 <i>Niveles de Aislamiento Normalizados</i>	54
Tabla 17 <i>Factor de Corrección por Altura</i>	54
Tabla 18 Valores Habituales de Corrientes Nominales de Descarga y Clase de Descarga de líneas/redes en función de la Tensión Nominal del Sistema.....	57
Tabla 19 Características del Pararrayos Seleccionado.....	58
Tabla 20 Radios Mínimos de Curvatura en un Cable de Energía.....	64
Tabla 21 Características eléctricas cable unipolar N2XOH.....	68
Tabla 22 <i>Los valores de las pérdidas se totalizan en el siguiente cuadro, como porcentaje de la potencia total por cada circuito</i>	69
Tabla 23 <i>Cálculos de caída de tensión y pérdidas SED-01</i>	69

Tabla 24	<i>Cálculos de caída de tensión servicio particular SED-02 (Servicio particular).....</i>	73
Tabla 25	<i>Cálculos de caída de tensión y perdidas SED-02 (Servicio particular).....</i>	74
Tabla 26	<i>Cálculos de caída de tensión y perdidas SED-01 (Alumbrado público)</i>	78
Tabla 27	<i>Cálculos de caída de tensión alumbrado público SED-02 (Alumbrado público) ...</i>	81
Tabla 28	<i>Cálculos de caída de tensión y perdidas SED-02 (Alumbrado público)</i>	82
Tabla 29	<i>Uniformidad de Luminancia</i>	89
Tabla 30	<i>Uniformidad media de Iluminancia</i>	89
Tabla 31	<i>Presupuesto general del proyecto-Costo Directo</i>	92
Tabla 32	<i>Descripción de los planos y nomenclatura</i>	99
Tabla 33	<i>Partes de un pozo a tierra.....</i>	106
Tabla 34	<i>Personal de planta requeridos por el proyecto según el cronograma de ejecución</i>	112
Tabla 35	<i>Personal de costo directo requeridos por el proyecto de inversión</i>	113
Tabla 36	<i>Componentes del transformador tipo pedestal compacto</i>	114
Tabla 37	<i>Datos de placa del transformador</i>	115
Tabla 38	<i>Partes del transformador de distribución compacto-pedestal.....</i>	115
Tabla 39	<i>Características técnicas del conductor subterráneo tipo N2XSY de 50 mm²</i>	116
Tabla 40	<i>Componentes de un armado tipo PSEC-3P</i>	120
Tabla 41	<i>mayores metrados</i>	150
Tabla 42	<i>Resumen de primera ampliación de plazo</i>	151
Tabla 43	<i>Detalle de justificación de precipitación pluvial-Segunda ampliación de plazo ..</i>	152
Tabla 44	<i>Detalle de partidas afectadas en la ruta crítica-desabastecimiento de materiales</i>	153
Tabla 45	<i>resumen de sustento técnico para segunda ampliación de plazo</i>	154
Tabla 46	<i>Resumen de segunda ampliación de plazo.....</i>	154
Tabla 47	<i>Resumen de tercera ampliación de plazo</i>	156

Tabla 48 <i>Resumen de cuarta ampliación de plazo</i>	159
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa nacional y regional</i>	20
Figura 2 <i>Vista satelital del área de proyecto</i>	20
Figura 3 <i>Situación actual de la prolongación Av. del ejercito</i>	21
Figura 4 <i>Estructura de derivación ESE001NMT000297</i>	33
Figura 5 <i>Ubicación de punto de diseño ESE001NMT000297</i>	34
Figura 6 <i>Análisis de flujo de potencia (Digsilent Power factory)</i>	37
Figura 7 <i>Diagrama unifilar de red de media tensión con equipamiento de protección:</i>	38
Figura 8 <i>Diagrama unifilar red de media tensión sistema de protección (SED-01)</i>	39
Figura 9 <i>Diagrama unifilar red de media tensión sistema de protección (SED-02)</i>	40
Figura 10 <i>Factores de corrección relativos a la temperatura del suelo</i>	42
Figura 11 <i>Resistencia térmica del suelo</i>	43
Figura 12 <i>Factores de corrección de la capacidad de corriente relativos a la resistividad térmica del suelo ($^{\circ}\text{C cm/W}$), para cables unipolares con aislamiento termoplástico</i>	43
Figura 13 <i>Factores de corrección de la capacidad de corriente relativos a la profundidad de tendido</i>	44
Figura 14 <i>Factores de corrección de capacidad de corriente relativos al tendido en ductos</i>	44
Figura 15 <i>Detalle de instalación cable subterráneo</i>	45
Figura 16 <i>Parámetros eléctricos del conductor N2XSy 18/30 kV</i>	47
Figura 17 <i>Calificación eléctrica para la elaboración de proyectos de subsistemas de distribución secundaria de acuerdo a la R.D. N°015-2004-EM/DGE</i>	50
Figura 18 <i>Cálculo de máxima demanda SED 01</i>	51
Figura 19 <i>Cálculo de máxima demanda SED 02</i>	51

Figura 20 <i>Cálculo de máxima demanda por subestación:</i>	52
Figura 21 método de los Tres Electrodo.....	59
Figura 22 Clavado del Electrodo Explorador	60
Figura 23 Presión Lateral en Cables Subterráneos	63
Figura 24 Selección del Ducto.....	64
Figura 25 <i>Tipos de alumbrado según la clasificación vial</i>	86
Figura 26 Niveles de luminancia, iluminancia e índice de control de deslumbramiento	88
Figura 27 <i>Vista de planta y armadura de techo tipo Buzón</i>	100
Figura 28 Detalle de corte A-A y B-B.....	100
Figura 29 <i>Detalle Isométrico</i>	101
Figura 30 <i>Vista de planta y armadura de techo tipo Buzón</i>	101
Figura 31 <i>Detalle de corte A-A y B-B</i>	102
Figura 32 <i>Detalle Isométrico</i>	102
Figura 33 <i>Detalle de diseño de malla de protección olímpica (vista de planta)</i>	103
Figura 34 <i>Detalle de malla de protección (vista lateral)</i>	103
Figura 35 <i>Detalle del transformador tipo pedestal</i>	104
Figura 36 <i>Partes del transformador tipo pedestal</i>	104
Figura 37 <i>Detalle de terminal de media tensión tipo codo</i>	105
Figura 38 <i>Detalle del sistema de puesta a tierra</i>	105
Figura 39 <i>Detalle de caja de registro</i>	106
Figura 40 Vista de planta y detalle de losa de concreto.....	107
Figura 41 <i>Detalle de corte A-A y B-B</i>	107
Figura 42 <i>Detalle isométrico del buzón tipo A</i>	108
Figura 43 <i>Vista de planta y detalle de losa de concreto</i>	108
Figura 44 <i>Detalle de corte A-A y B-B</i>	109

Figura 45 <i>Detalle isométrico del buzón tipo B</i>	109
Figura 46 <i>Detalle de corte longitudinal en cruce de vía</i>	110
Figura 47 <i>Detalle de ducto de concreto de 2 vías</i>	110
Figura 48 <i>Detalle de planta y corte A-A y B-B</i>	111
Figura 49 <i>Detalle de caja de registro</i>	111
Figura 50 <i>Ventana de ingreso al SIADEG</i>	113
Figura 51 <i>Ventana de pantalla principal de SIADEG</i>	114
Figura 52 <i>Transformador compacto-tipo pedestal</i>	116
Figura 53 <i>Conductor subterráneo tipo N2XSY de 50 mm²</i>	117
Figura 54 <i>Conductor subterráneo tipo N2XOH de 3-1X50 mm² y 3-1x25 mm²</i>	118
Figura 55 <i>Detalle de diseño de armado PSEC-3P</i>	119
Figura 56 <i>Pararrayo polimérico</i>	121
Figura 57 <i>Seccionador tipo Cut Out</i>	123
Figura 58 <i>Abrazadera doble de acero galvanizado para pastoral</i>	123
Figura 59 <i>Pastoral de acero galvanizado</i>	124
Figura 60 <i>Excavación de zanja con maquinaria</i>	126
Figura 61 <i>Excavación manual de zanja</i>	127
Figura 62 <i>Encofrado de buzones de baja tensión</i>	128
Figura 63 <i>Vaciado de buzones de baja tensión</i>	128
Figura 64 <i>Tendido de conductor subterráneo de baja tensión</i>	129
Figura 65 <i>Traslado de postes de concreto de baja tensión a punto de izaje</i>	130
Figura 66 <i>Izaje de poste de concreto de baja tensión</i>	131
Figura 67 <i>Colocación de varilla de cobre 3/4 pulgadas para elaboración de pozo a tierra</i>	131
Figura 68 <i>Montaje de luminarias tipo LED de 90 watts</i>	132
Figura 69 <i>Retiro de poste de concreto armado antiguos</i>	133

<i>Figura 70 Montaje de acometidas domiciliarias.....</i>	134
Figura 71 <i>Buzón para conductor subterráneo de media tensión.....</i>	135
Figura 72 <i>Tendido de conductor subterráneo tipo N2XSY de 50 mm² para redes de media tensión.....</i>	136
Figura 73 <i>Montaje de seccionador de derivación tipo PSEC-3P.....</i>	137
Figura 74 <i>Montaje de subestación tipo pedestal, construcción de base para transformador y malla</i>	138
Figura 75 <i>Montaje de terminales de media y baja tensión en el tablero del transformador</i>	138

RESUMEN

El presente informe técnico trata acerca de la ejecución del proyecto: **MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROLONGACIÓN AV. DEL EJÉRCITO EN EL DISTRITO DE CUSCO**, que contempla el montaje de 02 subestaciones de distribución tipo compacto de 125 KVA, izaje de 93 postes de concreto armado centrifugado de 9 metros, montaje de 118 luminarias tipo LED y soterramiento de 1,95 kilómetros de tendido de conductor unipolar N2XSY de 50 mm² (redes primarias), 1,6 kilómetros de tendido de conductor tripolar N2XOH de 50 mm² (redes de servicio particular), 5,5 kilómetros de conductor unipolar N2XOH de 16 mm² (redes de alumbrado público), 2,8 kilómetros de conductor unipolar N2XOH de 10 mm² (redes de alumbrado público-puesta a tierra), las actividades del proyecto están definidas en dos componentes: COMPONENTE 01 (Adecuada infraestructura eléctrica en redes de media tensión) y COMPONENTE 02 (Adecuada infraestructura eléctrica en redes de baja tensión).

Esta avenida muestra un crecimiento de locales comerciales, los mismos que requieren de un mejor suministro de energía eléctrica, así como también una mejor iluminación del alumbrado público.

Con la ejecución del proyecto se viene renovando la infraestructura de las redes eléctricas aéreas a redes subterráneas.

Por lo tanto, el proyecto de electrificación dotará con una mejor calidad de producto (tensión, frecuencia y perturbaciones), mejora en la calidad de suministro (interrupciones). El cumplimiento de las metas del proyecto aportará con el crecimiento comercial y la seguridad de los ciudadanos de la ciudad del Cusco.

Palabras Clave: Ejecución, Conductor, Proyecto y Unipolar.

ABSTRACT

This technical report deals with the execution of the project: IMPROVEMENT OF ELECTRICAL POWER SERVICES IN THE EXTENSION OF AV. OF THE ARMY IN THE DISTRICT OF CUSCO, which includes the assembly of 02 compact type distribution substations of 125 KVA, lifting of 93 centrifugally reinforced concrete poles of 9 meters, assembly of 118 LED type luminaires and undergrounding of 1.95 kilometers of single-pole N2XSY conductor of 50 mm² (primary networks), 1.6 kilometers of three-pole N2XOH conductor of 50 mm² (private service networks), 5.5 kilometers of single-pole N2XOH conductor of 16 mm² (public lighting networks), 2.8 kilometers of single-pole N2XOH conductor of 10 mm² (public lighting networks-grounding), the activities of the project are defined in two components: COMPONENT 01 (Adequate electrical infrastructure in medium voltage networks) and COMPONENT 02 (Adequate electrical infrastructure in low voltage networks). This avenue is experiencing growth in commercial establishments, which require a better electricity supply and improved street lighting.

The project involves upgrading the overhead power lines to underground networks.

Therefore, the electrification project will provide better product quality (voltage, frequency, and disturbances) and improved supply quality (interruptions). Meeting the project's goals will contribute to commercial growth and the safety of Cusco's citizens.

Keywords: Implementation, Conductor, Project and Single-Pole.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

En la república peruana, el Ministerio de Economía y Finanzas a través de las municipalidades de sus gobiernos locales, viene ejecutando proyectos con fuente de financiamiento de recursos determinados.

El municipio provincial del Cusco como parte de los gobiernos locales tiene asignado para el año 2024 una valoración de inicio de apertura de S/. 183,618,293 y una valoración de inicio modificado de S/. 199,133,750 para la construcción de obras.

La municipio provincial del Cusco tiene aprobado una **Directiva para la construcción de obras por modo de administrado directo** con Resolución de Gerencia Municipal N°474-2023-MPC/GM, que contiene detalles y procedimientos de carácter técnico-administrativo que orienten el proceso de ejecución física de inversiones públicas bajo el modo de ejecución de valorización directa, programada en su plan operativo anual de inversiones, con el resultado de garantizar el uso efectivo de los recursos del estado.

El proyecto: **MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROLONGACIÓN AV. DEL EJÉRCITO EN EL DISTRITO DE CUSCO**, se encuentra en la fase de ejecución con un avance financiero de 95.25% y un avance físico a costo total de 100.00%.

La importancia del presente informe técnico es la de establecer el procedimiento del proyecto de inversión (Mejoramiento de un sistema eléctrico de distribución y alumbrado público) en su *fase de ejecución física* dentro de los lineamientos normativos correspondientes.

El cumplimiento del total de las metas ejecutadas recae en la elaboración de un informe mensual de todo el periodo de ejecución, los mismos que son reportados en físico y archivo digital a la subgerencia de obras de la Municipalidad Provincial del Cusco que posteriormente actualiza los avances de ejecución físico- financiero del proyecto en la plataforma del sistema de seguimiento y consulta de inversiones públicas (SSI invierte.pe) (Cusco, 2013).

Tabla 1 Información de la ejecución física final del proyecto

Ítems	Componente	Costo total	Porcentaje
1	C1: ADECUADA INFRAESTRUCTURA DE REDES DE MEDIA TENSIÓN	894,126.52	100%
2	C2: ADECUADA INFRAESTRUCTURA DE REDES DE BAJA TENSIÓN	1,995,846.32	100%
3	EXPEDIENTE TÉCNICO	74,416.15	100%
4	SUPERVISIÓN	164,914.47	100%
5	LIQUIDACIÓN	31,793.16	0%
Total		3,167,903.33	

Fuente: SSI invierte.pe octubre 2024

Tabla 2 Información de la ejecución financiera final del proyecto

MES	A V A N C E		F I N A N C I E R O	
	PROGRAMADO		EJECUTADO	
	PRESUPUESTADO		ACUMULADO	
	S/.	%	S/.	%
AÑO - 2021	10,213.60	0.32%		
AÑO - 2022	41,926.45	1.32%		0.32%
			10,213.60	
AÑO - 2023	948,874.84	29.95%		1.65%
			52,140.05	
ENERO - 2024	455,432.41	14.38%		31.60%
			1,001,014.89	
FEBRERO - 2024	93,967.31	2.97%		45.98%
			1,456,447.30	
MARZO - 2024	349,978.08	11.05%		48.94%
			1,550,414.61	
ABRIL - 2024	201,291.77	6.35%		59.99%
			1,900,392.69	
MAYO - 2024	152,709.19	4.82%		66.34%
			2,101,684.46	
JUNIO - 2024	149,849.47	4.73%		71.16%
			2,254,393.65	

JULIO - 2024	156,341.26	4.94%		75.89%
			2,404,243.12	
AGOSTO - 2024	173,287.54	5.47%		80.83%
			2,560,584.38	
SETIEMBRE - 2024	218,692.05	6.90%		86.30%
			2,733,871.92	
OCTUBRE - 2024	79,849.25	2.52%		93.20%
			2,952,563.97	
AÑO - 2021	135,490.11	4.28%		95.33%
			3,019,852.18	
TOTAL	3,167,903.33	100.00%	3,019,852.18	95.33%

Fuente: SSI invierte.pe octubre 2024.

1.2. Descripción de la empresa

La Municipalidad Provincial del Cusco ejerce la administración de su distrito y su jurisdicción para representar a los ciudadanos que habitan en su territorio de su correspondencia, siendo un promotor de la adecuada prestación de los servicios públicos locales, fomentar el bienestar de sus ciudadanos, el desarrollo integral y de armonía de las circunstancias de su jurisdicción correspondiente.

La Municipalidad Provincial del Cusco, dentro de su plan operativo institucional (POI), da como resultado la asignación de presupuesto institucional de apertura (PIA) se encuentra la cartera de proyectos de inversión que, mediante la gerencia de obras, sub gerencia de obras están encargados de ejecutar y supervisar los proyectos de inversión en donde se encuentra el proyecto: **MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROLONGACIÓN AV. DEL EJÉRCITO EN EL DISTRITO DE CUSCO**, (Cusco, 2013)

Tabla 3 *Datos generales de la Municipalidad Provincial del Cusco.*

Ítems	Identificación	Descripción
1	Razón Social	Municipalidad Provincial del Cusco
2	Domicilio Fiscal	Plaza Regocijo
3	RUC	20177217043
4	Página Web	https://cusco.gob.pe/

Fuente: Elaboración propia

Órganos de línea

La Municipalidad Provincial del Cusco estableció la conformación de ocho gerencias que dependen de la alcaldía a través de la Gerencia Municipal:

- Gerencia de Infraestructura.
- Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural
- Gerencia de Tránsito, Vialidad y Transporte
- Gerencia del Centro Histórico
- Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios
- Gerencia de Desarrollo Humano y Social
- Gerencia de Turismo, Cultura, Educación y Deporte
- Gerencia del Medio Ambiente.

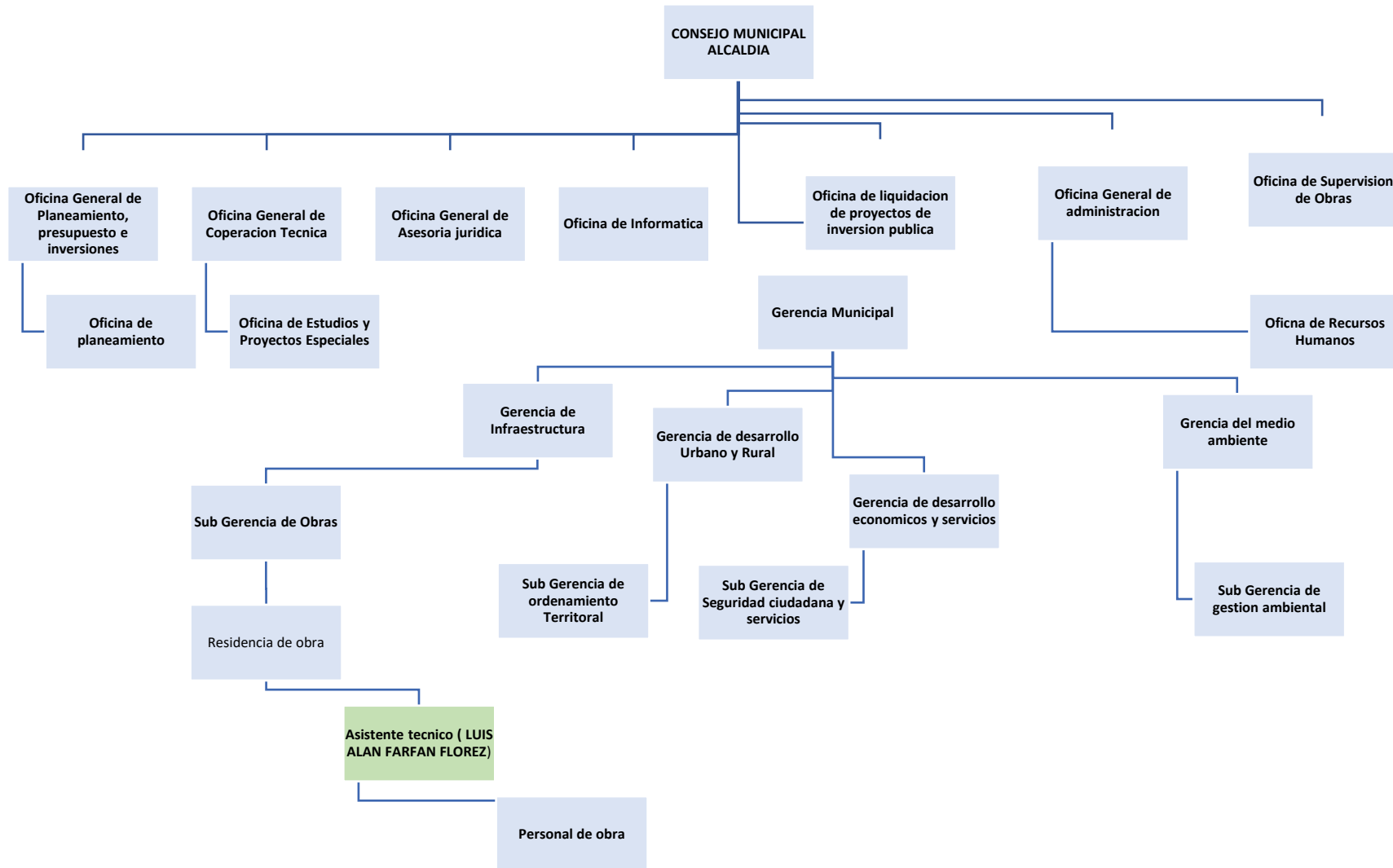
Misión Institucional

Brindar servicios de calidad con transparencia y tecnología en beneficio del ciudadano, logrando el desarrollo integral y sostenible de la ciudad, a través de una gestión participativa e innovadora” (CUSCO, 2024).

Visión Institucional

Ser una Municipalidad líder que promueve el desarrollo integral de la comunidad, con una gestión eficiente, transparente y participativa, posicionando a la Municipalidad Provincial del Cusco como una ciudad ordenada, segura, moderna, inclusiva y saludable, donde se fomente la cultura” (CUSCO, 2024).

Organigrama:



1.3. Descripción del proyecto

El presente informe técnico, es resultado de la ejecución del proyecto: **MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROLONGACIÓN AV. DEL EJÉRCITO EN EL DISTRITO DE CUSCO**, a cargo de la sub gerencia de obras públicas de la Municipalidad Provincial del Cusco. (MEF, 2023)

1.4. Objetivo del informe

Describir el proceso de elaboración, modificación y ejecución del proyecto de inversión de electrificación y de los beneficios socioeconómicos en la ciudad del Cusco.

1.4.1. Objetivos Específicos

- Cumplir con las metas del componente 01 redes de media tensión.
- Cumplir con las metas del componente 01 redes de baja tensión

1.5. Características del proyecto

1.5.1. Ubicación

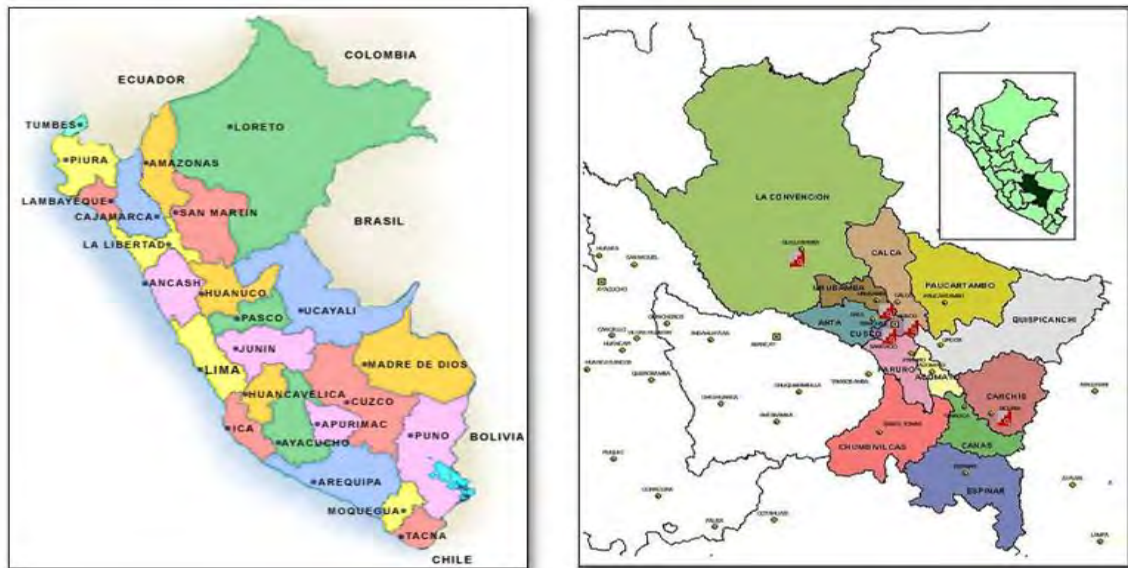
La ejecución del proyecto de inversión tiene lugar en la prolongación de la avenida del ejército del distrito del Cusco (MEF, 2023).

Tabla 4 *Datos generales de la ubicación del proyecto de inversión*

Departamento	Cusco
Provincia	Cusco
Distrito	Cusco
Ubicación	Prolongación Avenida del Ejercito
Coordenadas	19L - 176407m E y 8503166m S
Altitud	3,447 m. s. n. m.

Fuente: Elaboración propia – Expediente técnico del proyecto

Figura 1 *Mapa nacional y regional*



Fuente: Elaboración propia – Expediente técnico del proyecto

Figura 2 *Vista satelital del área de proyecto*



Fuente: (Google Earth, 2024)

1.5.2. Alcances:

Figura 3 Situación actual de la prolongación Av. del ejercito



Fuente: Elaboración propia – Expediente técnico del proyecto

La Prolongación de la Avenida del Ejército, actualmente cuenta con un sistema eléctrico aéreo con postes metálicos incorrectamente distribuidos, con iluminación de alumbrado público con equipos de vapor de sodio con un factor de iluminación deficiente, ya que pertenece a un tipo de vía arterial y tipo de alumbrado II según la Norma Técnica DGE – Alumbrado de vías en zonas de concesión de distribución (MEF, 2023).

Los lineamientos del informe técnico, comprende la mejora de las redes primarias, redes secundarias y alumbrado público con tecnología LED en la prolongación de avenida del ejército y será de beneficio de los habitantes del sector y de los pobladores en general de la ciudad del Cusco, contribuyendo al desarrollo del comercio en el sector ya que esta avenida es considerada como altamente comercial. (MEF, 2023)

Aspecto económico-productivo: La actividad de la prolongación de la avenida del ejército es principalmente comercial (insumos de primera necesidad y tiendas comerciales en general).

Población beneficiada: La ejecución del proyecto: **MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROLONGACIÓN AV. DEL EJÉRCITO EN**

EL DISTRITO DE CUSCO, el cumplimiento de la ejecución de las metas del proyecto de inversión tendrá de manera directa a más de 112 beneficiarios y de manera indirecta a toda la población de la ciudad del Cusco.

La conclusión de la ejecución de las metas del proyecto de inversión, dotara al sector con una mejora en el suministro de energía eléctrica en el sector y de beneficio para toda la ciudad del Cusco y son:

- Calidad de producto: Tensión, frecuencia, perturbaciones.
- Calidad de suministro: Interrupciones.
- Calidad de alumbrado público: Según la Norma Técnica DGE – Alumbrado de vías en zonas de concesión de distribución.

Presupuesto y plazo de ejecución:

- Presupuesto: S/. 3,167,903.33
- Plazo de ejecución: 358 días calendario

1.5.3. Análisis de evaluación y rentabilidad del proyecto:

Para ello se debe determinar el VAN (Valor actual neto) y el TIR (Tasa interna de retorno).

- a) VAN: Nos mostrara si el proyecto de inversión es viable o no desde el punto de vista de la rentabilidad, es decir nos permitirá saber si el proyecto va a generar suficiente valor para justificar la inversión.

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Donde:

Q_n : Representa los flujos de caja en cada periodo n .

I : Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n : Es el número de periodos considerado

r : Tasa de descuento = 10% en proyectos energéticos.

- b) TIR: Indica la tasa de rendimiento de un proyecto y el tiempo que se tarda en recuperar la inversión.

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

F_n : Es el flujo de caja en el periodo n .

n : Es el número de periodos.

i : Es el valor de la inversión inicial.

Según estudios realizados el año 2020, en la avenida del ejército de la ciudad del Cusco se obtuvo resultados que el importe aproximado que el estado dejó de recaudar por cada comerciante informal es de S/. 60,599.00 por año, (CONTINENTAL, 2020).

La cantidad de viviendas dotadas con un suministro de energía subterráneo es de 112 domicilios comerciales.

Siendo el producto bruto interno (PBI) del año 2024 de 3.5%, se plantea el siguiente flujo de caja de retorno (Ministerio de Economía y Finanzas, 2024)

Tabla 5 Datos para el cálculo del VAN y de la TIR

Recaudación por cada comerciante (anual)		S/	60,599.00
Tasa de descuento			10%
PBI			3.50%
Numero de viviendas comerciales			112
Item	Tasa de crecimiento anual	Flujo de caja anual	
año 01	3.92	S/	237,548.08
año 02	7.84	S/	475,096.16
año 03	11.76	S/	712,644.24
año 04	15.68	S/	950,192.32
año 05	19.60	S/	1,187,740.40
año 06	23.52	S/	1,425,288.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Flujo de caja anual

	PERIODO 0	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6
Inversion inicial	S/. 3,167.903.33						
Flujo de caja	-S/ 3,167,903.33	237,548.08	475,096.16	712,644.24	950,192.32	1,187,740.40	1,425,288.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Resultados del VAN y del TIR

Tasa de descuento	10%
VAN	S/ 180,331.99
TIR	12%

Fuente: Elaboración propia

Si $VAN \geq 0$, se acepta el proyecto

$VAN = S/. 180,331.99$

$TIR \geq$ Tasa de descuento proyectos energéticos = 10%, se acepta el proyecto.

$TIR = 12\%$

Conclusión de evaluación y de la rentabilidad del proyecto

Según el flujo de caja y los resultados del VAN y del TIR, el proyecto tiene un retorno de inversión a mediano plazo en un periodo de 6 años, estos resultados permiten que el proyecto sea viable y aceptable.

Justificación del costo del proyecto

El análisis de precio unitario de los materiales a utilizar en la elaboración del expediente técnico se obtuvieron de un estudio y cotización en el mercado libre actual, el mismo que tiene una vigencia de dos años.

El análisis de precio de mano de obra a utilizar en la elaboración del expediente técnico se obtuvieron de los rendimientos de mano de obra de la Cámara peruana de la construcción (CAPECO).

Por lo tanto, el presupuesto total del proyecto se realizó a costos de mercado libre.

CAPITULO II

EL EXPEDIENTE TECNICO DEL PROYECTO

2.1. Elaboración del Perfil y Expediente Técnico

2.1.1. *Preinversión Perfil de Expediente Técnico:*

En fecha 30/06/2021 la Oficina de Estudios y Proyectos Especiales declara la viabilidad del proyecto de inversiones: **MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROLONGACIÓN AV. DEL EJÉRCITO EN EL DISTRITO DE CUSCO** (MEF, 2023), con CUI 2520572 y un monto inicial de inversión de S/. 2'748,859.92.

2.1.2. *Estudios definitivos: Expediente Técnico:*

En fecha 10/08/2023 es aprobado el expediente técnico bajo resolución R.G.M. N°368-2023-MPC/GM con un monto de S/. 3'154,708.10 y tiempo de ejecución de 180 días.

En fecha 17/05/2024 es aprobado con R.G.M. N°204-2024-MPC/GM el expediente técnico modificado en fase de ejecución física 01 y ampliación de plazo 01 con un tiempo de ejecución de 290 días.

En fecha 21/06/2024 es aprobado con R.G.M. N°266-2024-MPC/GM el expediente técnico modificado en fase de ejecución física 02 y modificación presupuestal 01 con un monto de S/. 3,289,193.18.

En fecha 19/08/2024 es aprobado con R.G.M. N°353-2024-MPC/GM el expediente técnico modificado en fase de ejecución física 03 y ampliación de plazo 02 con un tiempo de ejecución de 333 días.

En fecha 21/06/2024 es aprobado con R.G.M. N°456-2024-MPC/GM el expediente técnico modificado en fase de ejecución física 04 y modificación presupuestal 02 con un monto de S/. 3,170,512.45.

En fecha 23/09/2024 es aprobado con R.G.M. N°523-2024-MPC/GM el expediente técnico modificado en fase de ejecución física 05 y ampliación de plazo 04 con un tiempo de ejecución de 358 días.

En fecha 20/11/2024 es aprobado con R.G.M. N°580-2024-MPC/GM el expediente técnico modificado en fase de ejecución física 06 y modificación presupuestal 03 con un monto de S/. 3,167,903.33.

2.1.3. Normativa que contempla el expediente técnico

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.
- Modificación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (2011-07-20)
- R.M. No. 013-2003-EM/DM - Que aprueba la Norma Técnica de Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución. (entró en vigencia el 01 de marzo del 2003)
- Norma Técnica DGE "Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución"

2.2. Contenido del Proyecto:

La elaboración de un expediente técnico comprende a los estudios definitivos del perfil del proyecto, en el que se detallan los siguientes documentos:

2.2.1. Resumen ejecutivo:

Tabla 8 Resumen ejecutivo del proyecto de inversión

Nombre del proyecto	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROLONGACIÓN AV. DEL EJÉRCITO EN EL DISTRITO DE CUSCO
Código Electro Sur Este	2019001-0053
S.A.A.	
Código único de inversiones	2520572
Fuente de financiamiento	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CUSCO – ADMINISTRACIÓN DIRECTA
Proyectista	Municipalidad Provincial del Cusco – Oficina de Estudios y Proyectos Especiales
Objetivo de la obra	El objetivo del presente, es el mejoramiento de las redes primarias, secundarias, conexiones domiciliarias y alumbrado público en la Prolongación de la Av. Del Ejercito, la implementación de esta nueva infraestructura

	permitirá mejorar la confiabilidad de servicio del sistema eléctrico.
Alcance de la obra	El proyecto comprende lo siguiente: Componente 01: Adecuada infraestructura eléctrica en redes de media tensión. Componente 02: Adecuada infraestructura eléctrica en redes de baja tensión.

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico del proyecto

Tabla 9 *Resumen del presupuesto del proyecto de inversión*

COMPONENTE 01: ADECUADA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA EN REDES DE MEDIA TENSIÓN (S/.)	S/. 760,767.04
COMPONENTE 02: ADECUADA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA EN REDES DE BAJA TENSIÓN (S/.)	S/. 1,652,686.26
COSTO DIRECTO (S/.)	S/. 2,413,453.31
Gastos Generales Fijos	S/. 52,146.83
Gastos Generales Variables	S/. 421,380.47
Gastos de Supervisión de Obra	S/. 171,721.18
Elaboración de Expediente Técnico	S/. 74,416.15
Gastos de Revisión de la Liquidación y Transferencia	S/. 31,793.16
TOTAL (S/.) MODALIDAD: ADMINISTRACIÓN DIRECTA	S/. 3,167,903.33

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Tabla 10 *Resumen de metas del proyecto de inversión*

RESUMEN DE METAS DE OBRA		
LMT	Km	-
RP	Km	0.59
SED	EQ	2 (Nuevas)
RBT	Km	2.53
UAP	Unidad	118
AD	Unidad	112

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Tabla 11 *Resumen de pérdidas eléctricas por SED*

LOCALIDAD (SED)	SUB ESTACION		RED PRIMARIA		RED SECUNDARIA	
	PERDIDA	PERDIDAS	PERDIDAS	PERDIDAS	PERDIDAS	PERDIDAS
	AS (KW)	(%)	(KW)	(%)	(KW)	(%)
SED - 01	2.41	2.38%	0.047	0.055	1.34	1.6%
SED - 02	2.41	2.38%	0.010	0.013	0.97	1.3%

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

2.2.2. Memoria descriptiva:

La prolongación Avenida del Ejercito se ha convertido en vías de tránsito inseguro para los peatones sobre todo en horas de la noche ya que en diversos puntos de estas avenidas se cuenta con bajo nivel de iluminación lo que conlleva a accidentes y hace que estas zonas se conviertan en puntos críticos de asalto de igual manera la población que circula en sus vehículos corre riesgo de deslumbramiento de vehículo a vehículo efecto multiplicado por el bajo nivel de iluminación del alumbrado público.

Esta avenida muestra desarrollo comercial en la prestación de servicio privado, se cuenta con tiendas, restaurantes, cabinas de internet, pequeñas industrias de carpintería, metal mecánico, lavado de automóviles entre otros, al no contar, con un eficiente servicio de energía eléctrica, se ve limitado de manera considerable; la calidad en la prestación de estos servicios.

Actualmente la prolongación Avenida del Ejercito no cuenta con red primaria y el servicio viene de las colas de circuitos de subestaciones aledañas, hecho que genera una baja calidad en el servicio eléctrico a la zona, en cuanto a la red secundaria y acometidas domiciliarias presenta deterioro en algunas zonas por tener una antigüedad aproximada de 30 años para el suministro de energía eléctrica, se debe mejorar y renovar la infraestructura eléctrica, ya que esta no brinda las condiciones técnicas necesarias para un servicio continuo y seguro por que dichas redes son obsoletas y vienen brindando un servicio inadecuado e inseguro a los beneficiarios se ubica en la prolongación de la Avenida del Ejercito, forma parte del tendido de redes eléctricas de la empresa prestadora del servicio de Electro Sur Este S.A.A.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia del Cusco 2013 – 2023, en los procesos de concertación del presupuesto participativo 2010, se planteó la prioridad de la elaboración de proyectos en materia de ordenamiento territorial.

De acuerdo a lo establecido en el **CODIGO MUNICIPAL PARA LA PROTECCIÓN DE LA CIUDAD HISTORICA DEL QOSQO** aprobado mediante **ORDENANZA MUNICIPAL N°02-A/MQ-SG-92** de fecha junio 1992, que en los proyectos de Inversión Pública debe prevalecer que la topología de las redes eléctricas y de telecomunicaciones deberán ser predominantemente empotradas o subterráneas, esto con la finalidad de no deteriorar el paisaje urbano.

En ese sentido se desarrolla el Perfil del proyecto, donde se busca mejorar y renovar la infraestructura eléctrica, suministro de energía y alumbrado público en la prolongación de la Avenida del Ejército en el Distrito de Cusco, Provincia de Cusco; en coordinación para la aprobación, con la empresa prestadora del servicio Electro Sur Este S.A.A.

Componentes del proyecto:

Componente 01: Adecuada infraestructura eléctrica en redes de media tensión, que comprende (líneas primarias y subestaciones de distribución).

Comprende el soterrado de red de media tensión para la troncal principal, para este sistema deberá comprender el conjunto de equipos de maniobra (seccionadores, pararrayos, etc.), equipos de protección y control, montados en compartimientos incluidos principalmente en las subestaciones tipo pedestal con las siguientes características:

Subestación de Distribución tipo pedestal de 10.5 +/- 2x2.5% / 0.22 kV, 60Hz, trifásica, configuración malla, en esta configuración el alimentador primario se cierra para formar un anillo y por lo tanto está equipado con dos terminales de media tensión por fase. Cuenta con un seccionador de 4 posiciones 2 seccionadores de 2 posiciones cada uno para media tensión.

Se realizó el soterramiento de las redes de media tensión y cuentan con las siguientes características:

Tensión nominal	:	10.5 KV.
Sistema	:	Trifásico.

Long.	:	0.59 Km.
Conductor	:	N2XSY
Sección	:	3-1x 50 mm ²
Ductos	:	PVC de 4", ducto de concreto para cruce de vías y ducto metálico para cruce a la interperie
Buzones	:	Tipo I y II

Componente 02: Adecuada infraestructura eléctrica en redes de baja tensión, que comprende (líneas secundarias, alumbrado público, acometidas domiciliarias y desmontaje de líneas existentes).

Comprende el soterramiento, suministro e instalación de conductores subterráneos, suministro e instalación de postes de concreto armado centrifugado de 9 metros, suministro e instalación de equipos de alumbrado público, suministro y adecuación para la instalación de acometidas subterráneas.

Además, comprende el desmontaje de la red de baja tensión existente como:

Estructuras de concreto armado centrifugado de 8 metros y estructuras de fierro galvanizado de 8 metros, conductores aéreos autoportantes con sus respectivos accesorios de sujeción. luminarias de vapor de sodio, retenidas con sus accesorios.

Además, se realizó el reemplazo de acometidas aéreas por acometidas subterráneas.

El proyecto constara con la ampliación y mejoramiento de las redes secundaria con conductores subterráneos del tipo N2XOH de 50 mm² para circuitos de Servicio Particular, 16 mm² para circuitos de Alumbrado Público y 10 mm² para circuito de Puesta a Tierra de Alumbrado Público.

Se acondicionarán y mejorarán las 112 acometidas domiciliarias a tendido subterráneo con los accesorios correspondientes.

Se realizo la instalación de 118 unidades de alumbrado público tipo LED de 90 watts de potencia.

El proyecto toma en consideración los siguientes aspectos: Mejoramiento, ampliación y soterramiento de las redes de baja tensión para mejorar el sistema eléctrico y brindar calidad de servicio, Uso de nuevas tecnologías. (MEF, 2023)

Red secundaria:

Tensión Nominal	:	220. Voltios
Sistema Adoptado	:	Subterráneo
Tipo de Distribución	:	3Ø
Frecuencia	:	60 Hz.
Tipo Conductor De fase	:	N2XOH de cobre, compuesto Termoplástico libre de Halógenos.
Sección Nominal	:	3-1x 50 mm ²
Ductos	:	PVC de 4" y Ducto de Concreto para cruce de vías.
Buzones	:	Tipo A y B
Longitud Red S.P.	:	2.53 Km.
Numero de Acometidas	:	112 unidades.

Alumbrado publico

Tensión Nominal	:	220. Voltios
Sistema Adoptado	:	Subterráneo
Tipo de Distribución	:	2Ø
Frecuencia	:	60 Hz.
Soportes	:	Poste de concreto armado centrifugado de 9 metros.
Tipo Conductor De fase	:	N2XOH, De cobre, compuesto termoplástico Libre de halógenos.
Sección Nominal	:	2-1 x 16 mm ²
Longitud Red A.P.	:	2.74 Km.
Pastoral	:	Fierro Galvanizado de DH = 1.20; DV = 1.00; 1 ½".
Número de Unidades	:	118 unidades de alumbrado público tipo LED.

2.2.3. *Cálculos justificativos*

Las redes del sistema de distribución se han calculado teniendo en cuenta los requisitos del Código Nacional de Electricidad, Decreto Ley N°25844 Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, Normas del Ministerio de Energía y Minas, Normas INDECOPI, Normas y recomendaciones internacionales. (DGE/MEM, 2009)

Cálculos justificativos de redes de media tensión

El nivel de tensión del alimentador que se encuentran en el área de influencia del proyecto es:

Alimentador DO-09: 10.5 kV

Configuración de las Redes:

Existe un alimentador cuyo trazo pasa por la Avenida del Ejército, el alimentador Dolorespata (DO-09), el cual se origina en la sub estación de transformación del mismo nombre.

Este alimentador tiene la posibilidad de ser alimentado en condiciones de emergencia u operatividad a través de otros alimentadores, por medio de equipos de protección y maniobra tales como seccionadores CUT OUT, Seccionadores bajo carga y Recloser.

Características del Alimentador:

Alimentador Dolorespata (DO-09) de 10.5 kV

CODIGONODOMT: ESE001NMT000297, corresponde a una estructura de media tensión, se encuentra ubicado en la avenida del ejército próximo al puente de Almudena, que será la derivación para las subestaciones instaladas.

- Nivel de Tensión: 10.5 kV
- Tipo de Conductor: AAAC
- Calibre de Conductor: 120 mm²
- Fases: 3 (RST)
- Tipo de Red: Aéreo
- 01 poste de 15 metros
- Armado existente.: AT5+AT5
- 01 retenida inclinada

Figura 4 Estructura de derivación ESE001NMT000297



Fuente: Elaboración propia – Expediente técnico del proyecto

Operación de las redes eléctricas de media tensión

Como parte del proyecto y a fin de mejorar el correcto comportamiento de la red proyectada a implementarse, se procedió a determinar los flujos de cargas y cortocircuito para la red proyectada.

Para realizar los cálculos de las variables eléctricas requeridas, se ha utilizado el software (DIGSILENT), para el cálculo de flujo de carga.

Condiciones de los valores permitidos:

- Máxima caída de tensión $\Delta V\%$: 5%
- Pérdida de Potencia $\Delta P\%$: (3-5) %
- Tensión de servicio : 10.5 kV. (Valor nominal)

Datos Generales:

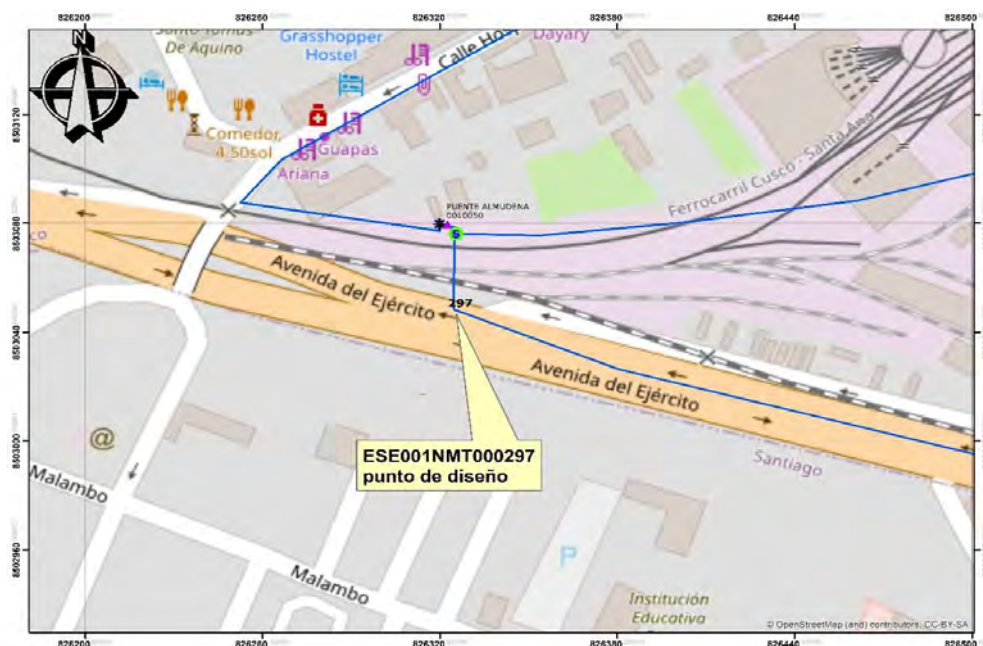
Para el presente proyecto, se realizó la evaluación de los flujos de carga para la red primaria, calculando la cargabilidad de las líneas de media tensión y transformadores de distribución, las pérdidas generadas y el nivel de tensión.

Las características generales del proyecto son las siguientes:

Alimentador de media tensión	: DO-09 (Dolorespata-09 / 10.5 kV)
Punto de diseño	: ESE001NMT000297
Tipo de distribución	: Trifásica
Frecuencia	: 60HZ

La ubicación del punto de diseño ESE001NMT000297 se encuentra en la Prolongación de la Avenida del Ejército, esta estructura de media tensión pertenece al alimentador Dolorespata-09 (DO-09).

Figura 5 Ubicación de punto de diseño ESE001NMT000297



Fuente: Elaboración propia – Expediente técnico del proyecto

Alcances del estudio del flujo de potencia

Flujo de carga en el sistema eléctrico del proyecto (Niveles de tensión, pérdidas, cargabilidad en transformadores y líneas de media tensión).

Datos del sistema eléctrico:

Para desarrollar el estudio de coordinación de protecciones se ha considerado los parámetros eléctricos de la estructura del punto de diseño ESE001NMT000297 ubicado en el alimentador de media tensión Dolorespata-09, el cual se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 12 *Equivalente Thévenin en el punto de diseño ESE001NMT000297*

Ubicación	Valor nominal (kV)	Tensión de operación (kV)	Angulo (°)
Punto de diseño ESE001NMT000297	10.5	10.54	0.24

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Resultados de cargabilidad

Tabla 13 *Cargabilidad de la línea de media tensión*

Líneas				Potencia transmitida	Cargabilidad	Perdidas
Código	Conductor	kV	Km	kW	%	kW
Línea 1	N2XSY 3-1x50mm2	10.5	0.327	164.07	5.15	0.065
Línea 2	N2XSY 3-1x50mm2	10.5	0.306	78.48	2.49	0.014

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

De la tabla anterior se verifica que no se tiene sobrecargas de las líneas de media tensión del proyecto, por otro lado, la suma total de las pérdidas en las líneas es de 0.079KW.

En la tabla siguiente se muestra los resultados de cargabilidad de las subestaciones de distribución de la red primaria, donde se verifica que no se presenta sobrecarga en los transformadores de distribución.

Tabla 14 *Cargabilidad de los transformadores de distribución*

Transformadores	Tensión nominal		Potencia activa		Perdidas	Cargabilidad
	MT	BT	MT	BT	kW	%
SS.EE. 01	10.50	0.22	85.52	85.10	0.42	85.56
SS.EE. 02	10.50	0.22	78.47	78.05	0.42	78.48

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

La suma de las pérdidas totales de las subestaciones SS.EE.01 y SS.EE.02 son de 0.84 KW, por consiguiente, considerando más las perdidas en la línea, las pérdidas totales de la red primaria son de 0.92KW.

En la **tabla 15** se muestra el resumen de los niveles de tensión, donde se verifica que no se tiene una caída de tensión se mantienen en el valor de la tensión de operación.

Tabla 15 *Caída de tensión en los valores de operación*

Nodo de MT	Tensión de operación	
	kV	P.U.
P1 (punto de diseño)	10.54	1.004
P2	10.54	1.004
P3	10.54	1.004

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

A continuación, se presentan los resultados de las simulaciones de flujo de carga realizados en el software Digsilent Power Factory 2021 SP2.

En la figura 6, se establece el análisis de flujo de potencia con respecto a las cargas de la subestación 01 y subestación 02 y su comportamiento con los datos reales del sistema.

En el P1, se detalla el punto de seccionamiento e inicio de la red subterránea el mismo que tendrá un recorrido de 1950 metros lineales aproximadamente con el conductor tipo N2XSY en sistema trifásico sin neutro.

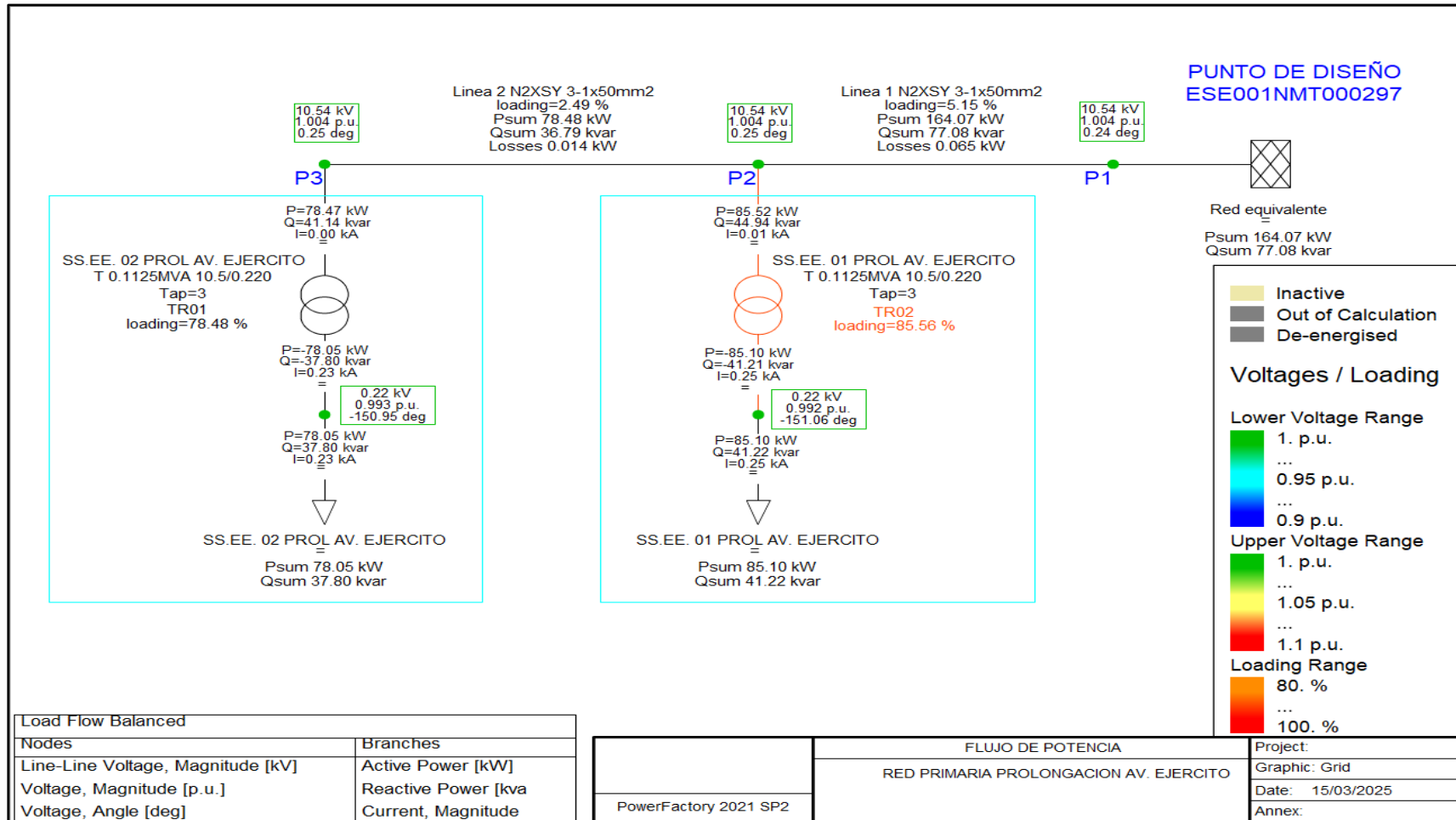
En el P2 (subestación 01), se detalla la primera entrada a la subestación 01, el mismo que tendrá un consumo de energía de 125 KVA, tomando en cuenta que el TAPS número 3 del transformador se obtiene los siguientes resultados:

$$P_{sum} = 88.10 \text{ kW} \quad ; \quad Q_{sum} = 41.22 \text{ kVAR}$$

En el P3, (subestación 02), se detalla la primera entrada a la subestación 01, el mismo que tendrá un consumo de energía de 125 KVA, tomando en cuenta que el TAPS número 3 del transformador se obtiene los siguientes resultados:

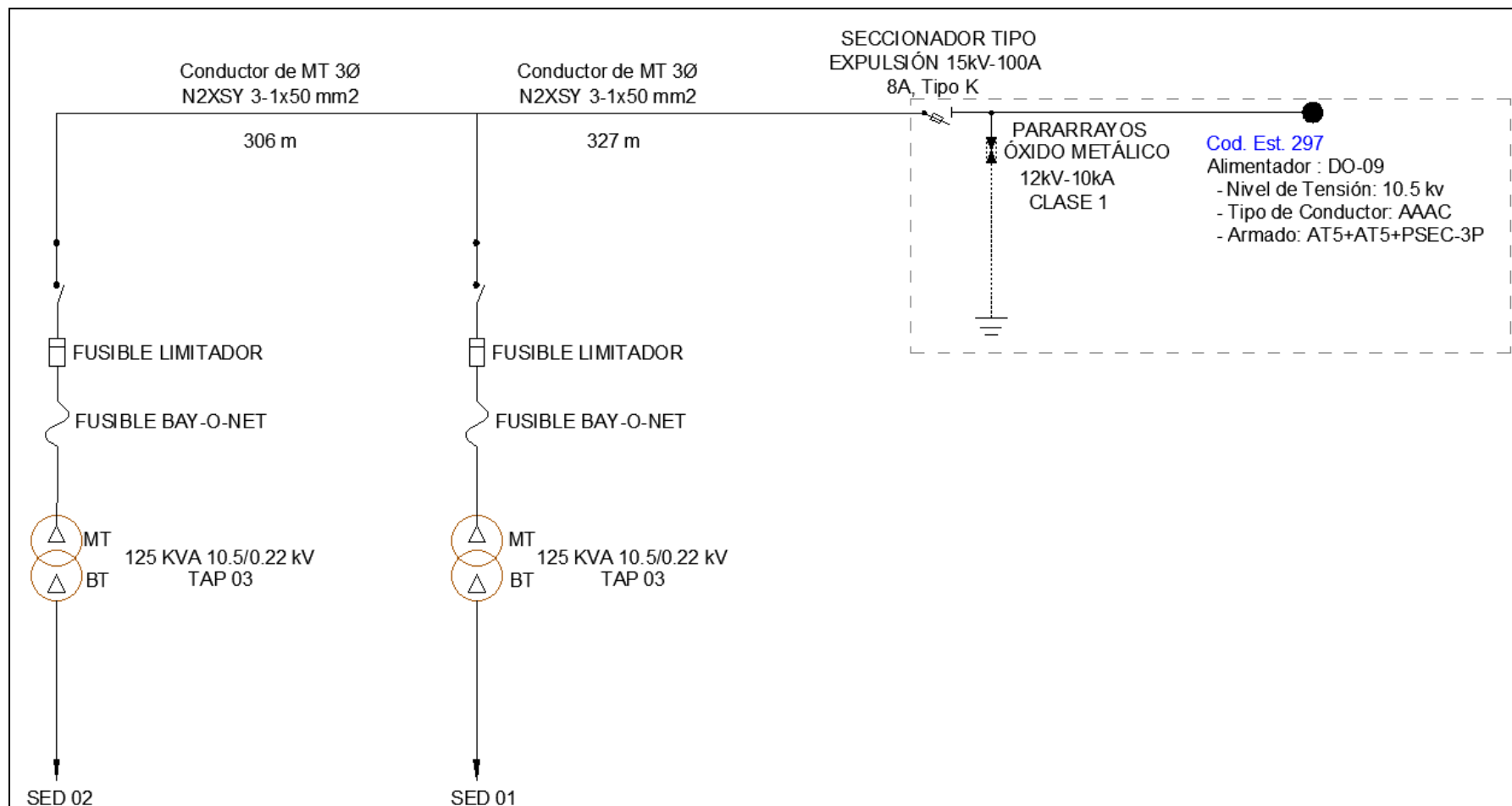
$$P_{sum} = 78.05 \text{ kW} \quad ; \quad Q_{sum} = 37.80 \text{ kVAR}$$

Figura 6 Análisis de flujo de potencia (Digsilent Power factory)



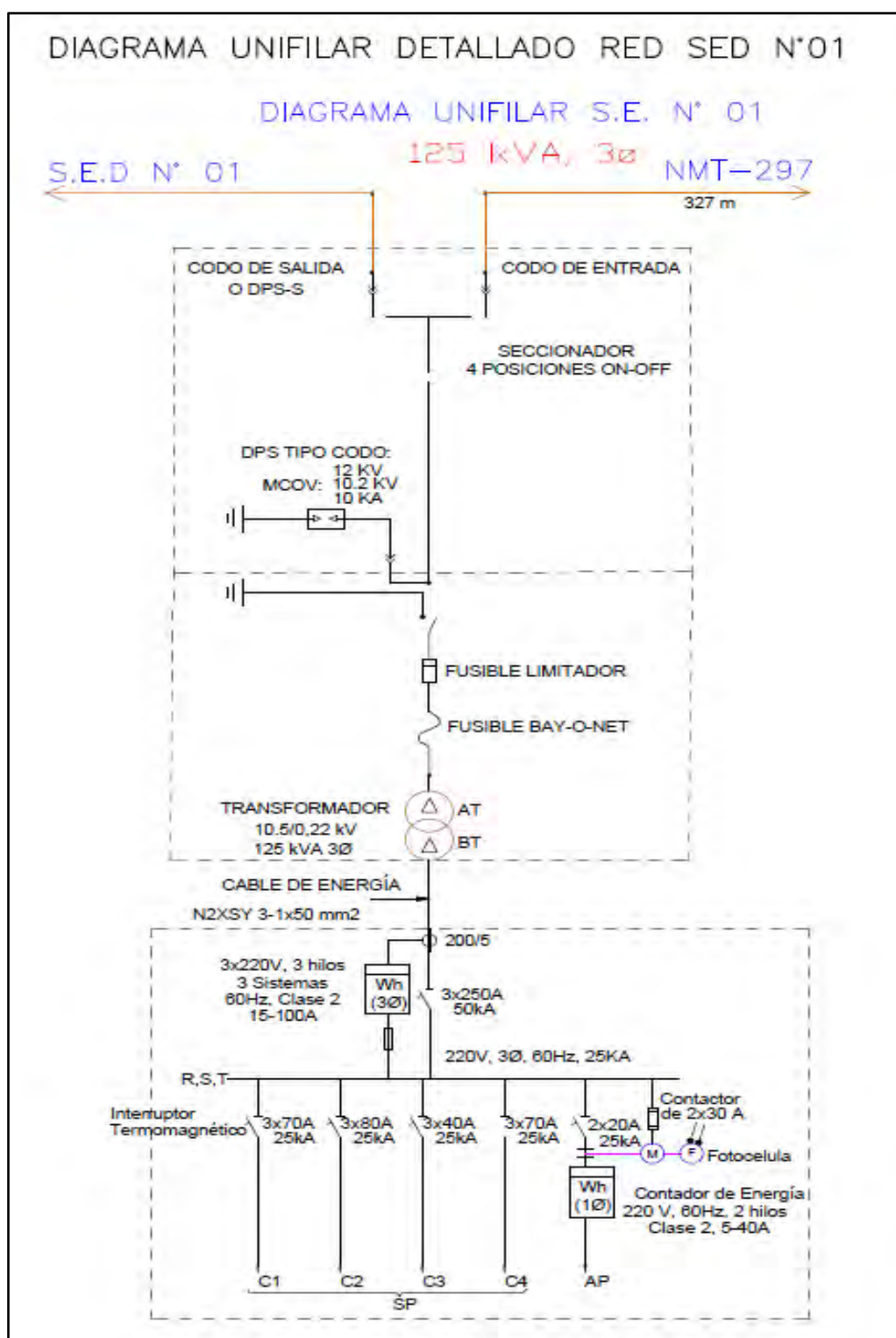
Fuente: Elaboración propia

Figura 7 Diagrama unifilar de red de media tensión con equipamiento de protección:



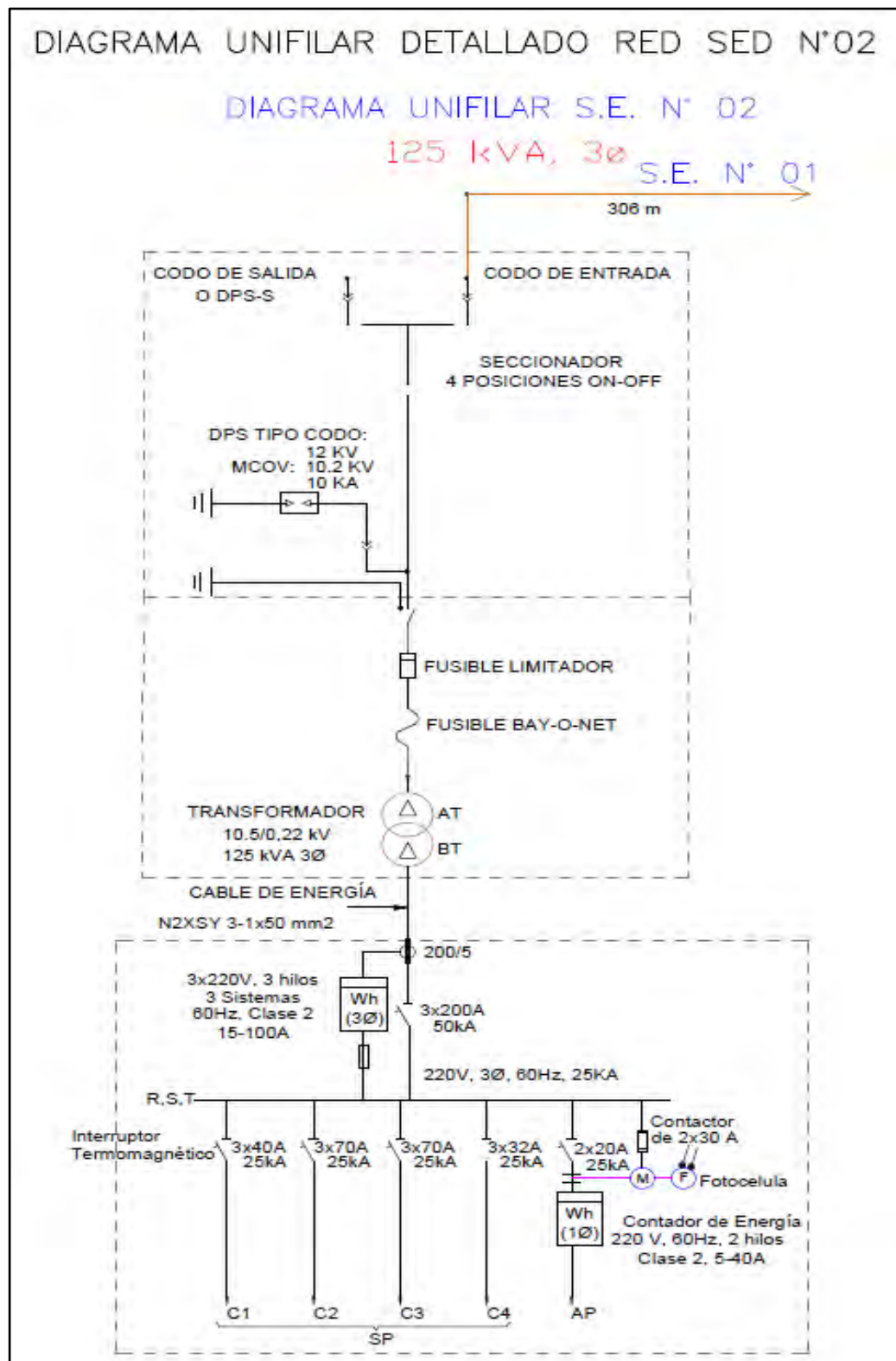
Fuente: Elaboración propia – Expediente técnico del proyecto

Figura 8 Diagrama unifilar red de media tensión sistema de protección (SED-01)



Fuente: Elaboración propia – Expediente técnico del proyecto

Figura 9 Diagrama unifilar red de media tensión sistema de protección (SED-02)



Fuente: Elaboración propia – Expediente técnico del proyecto

Cálculo de la sección mínima del conductor subterráneo:

El criterio para determinar la sección mínima del conductor subterráneo fue por corriente de carga.

Determinación de la sección del conductor subterráneo por corriente de carga:

Por corriente de carga es la capacidad máxima de corriente que tiene un conductor en específico bajo condiciones normales de operación y en régimen permanente.

Para conductores subterráneos enterrados en ducto, sea el caso que la corriente admisible no esté en las condiciones normales de operación será afectada por el factor equivalente de corrección (F_{eq}), la corriente admisible ($I_{adm.s2}$) se calculó mediante la fórmula 2.1, como se expresa en la siguiente relación: (R.D.018-2002-EM/DGE, 2002)

$$I_{adm.s2} = I_{adm.s1} \times F_{eq} \quad (2.1)$$

Donde:

$I_{adm.s2}$ Intensidad de corriente admisible del cable subterráneo en condiciones particulares (A).

$I_{adm.s1}$: Intensidad de corriente admisible del cable subterráneo en condiciones normales de operación (A).

F_{eq} : Factor equivalente de corrección.

Por lo tanto, para todos los casos se debe cumplir con la siguiente condición

$$I_{adm.s2} > I_d \quad (2.2)$$

Para los cálculos se ha considerado los siguientes datos para los dos niveles de tensión.

Datos para el nivel de tensión de 10.5 kV:

Tensión nominal	: 10.5 kV
Caída de tensión permisible	: 5%
Potencia de corto circuito	: 36.61 MVA
Actuación de la protección	: 0.2 segundos
Factor de potencia	: 0.90

Demanda máxima : 163.15 kW

Temperatura del suelo °C : 20

Tipo de cable a utilizar : N2XSY

Cálculo de corriente de carga del cable subterráneo

Se está considerando para el factor de corrección por condiciones de instalación para 10.5 kV.

Resistividad térmica del suelo 120(°C-cm/W) : 0.92

Temperatura del suelo 20°C : 1.00

Profundidad de instalación de 1.00m : 0.96

Cables unipolares en ducto enterrado : 0.82

Los siguientes datos se obtienen del código nacional de electricidad que se muestran en la siguiente tabla.

Figura 10 Factores de corrección relativos a la temperatura del suelo

MÁXIMA TEMPERATURA ADMISIBLE DE LOS CONDUCTORES DEL CABLE °C	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
80	1.12	1.08	1.04	1.00	0.96	0.91	0.87	0.82	0.76	0.71
75	1.13	1.09	1.05	1.00	0.95	0.90	0.85	0.79	0.73	0.67
70	1.14	1.09	1.05	1.00	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63
65	1.15	1.10	1.05	1.00	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67	0.58
60	1.16	1.11	1.06	1.00	0.93	0.87	0.79	0.71	0.61	0.50

Fuente: CNE-Suministro

De la figura 10, para una máxima temperatura admisible del conductor de 80°C y temperatura del suelo de 20°C se obtiene.

$$F_{ts} = 1.00$$

Figura 11 Resistencia térmica del suelo

Composición	Muy húmedo saturado	Húmedo	Semi - húmedo	Seco	Muy seco
Arcilla y humus (tierra de cultivo de fácil compactación.	50	60	80	120	120
Arena y arcilla con algo de humus semicompactado	60	80	100	150	180
Arena y arcilla con piedras pequeñas. Terrenos calcarreos de poca compactación	-	100	120	180	220
Arena, algo de arcilla y piedras medianas sin compactación.	-	-	150	200	250
Arena y piedras grandes, imposibles de compactar	-	-	-	250	280
Acumulación de rocas en la que no existe retención de arena o arcilla	-	-	-	-	300

Fuente: CNE-Suministro

En la figura 11, indica que la resistividad térmica del suelo en °C cm/W según composición y grado de humedad (arena y arcilla con piedras pequeñas, terrenos calcáreos de poca compactación), detalla en el CNE, la cual es de 120 °C cm/W. (R.D.018-2002-EM/DGE, 2002)

Figura 12 Factores de corrección de la capacidad de corriente relativos a la resistividad térmica del suelo (°C cm/W), para cables unipolares con aislamiento termoplástico

Sección del conductor mm ²	50	70	80	100	120	150	200	250	300
6 – 500	1.39	1.17	1.11	1.00	0.92	0.83	0.73	0.65	0.60

Fuente: CNE-Suministro

De la figura 12, el tipo de aislamiento para el conductor subterráneo y el DCXZ a 120 °C cm/W, se obtiene:

$$Frts = 0.92$$

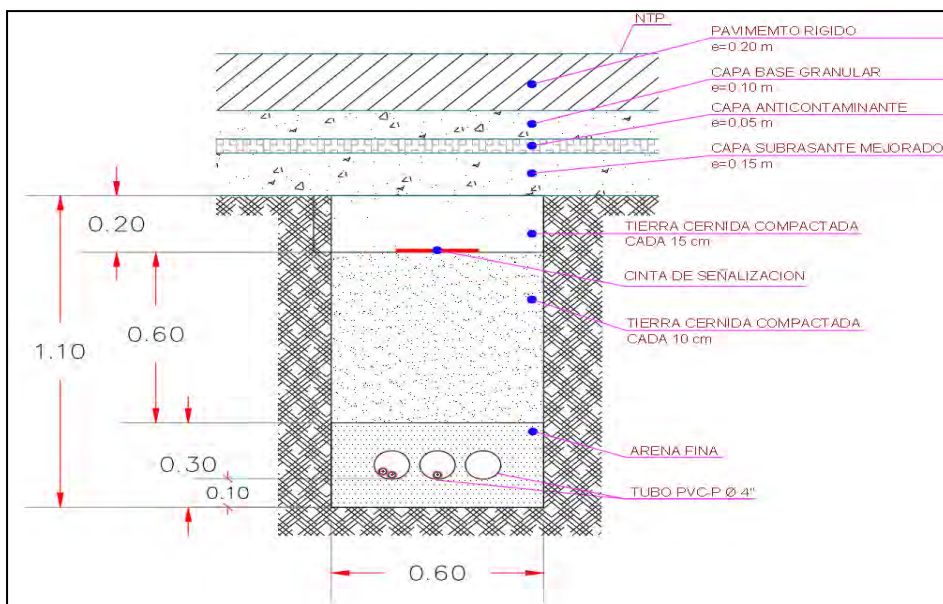
Figura 13 Factores de corrección de la capacidad de corriente relativos a la profundidad de tendido

Profundidad de tendido	Hasta 300 mm ²	Mayor 300 mm ²
0.5	1.02	1.03
0.6	1.01	1.02
0.7	1.00	1.00
0.8	0.98	0.97
1.00	0.96	0.95
1.20	0.95	0.94
1.50	0.94	0.92

Fuente: CNE-Suministro

La figura 13, nos indica que para una profundidad 1.00 metro de tendido se obtiene un factor: $F_{pt} = 0.96$

Figura 14 Factores de corrección de capacidad de corriente relativos al tendido en ductos



Fuente: CNE-Suministro

La figura 14, indica que para el tendido de tres ductos en línea horizontal y sección del conductor de hasta 50mm², el factor de corrección es:

$$F_{td} = 0.82$$

Figura 15 Detalle de instalación cable subterráneo

<i>Tendido en ductos</i>	<i>Sección mm²</i>	<i>Cable multipolar</i>	<i>Sistema de cables unipolares</i>
<i>Un solo ducto</i>	<i>Hasta 50</i>	<i>0.81</i>	<i>0.81</i>
	<i>70 - 150</i>	<i>0.80</i>	<i>0.79</i>
	<i>185 - 400</i>	<i>0.79</i>	<i>0.76</i>
	<i>500 o más</i>	<i>-</i>	<i>0.69</i>
<i>Tres ductos (no ferrosos):</i>			
<i>En línea horizontal</i>	<i>Hasta 50</i>	<i>-</i>	<i>0.82</i>
	<i>70 - 150</i>	<i>-</i>	<i>0.80</i>
	<i>185 - 400</i>	<i>-</i>	<i>0.77</i>
	<i>500 o más</i>	<i>-</i>	<i>0.70</i>
<i>En triangulo</i>	<i>Hasta 50</i>	<i>-</i>	<i>0.83</i>
	<i>70 - 150</i>	<i>-</i>	<i>0.81</i>
	<i>185 - 400</i>	<i>-</i>	<i>0.78</i>
	<i>500 o más</i>	<i>-</i>	<i>0.71</i>

Fuente: CNE-Suministro

Por lo tanto, determinados los factores de corrección, se determina el factor de corrección equivalente fuerza equivalente (F_{eq}) mediante la fórmula 3.3:

$$F_{eq} = F_{ts} \times F_{rts} \times F_{pt} \times F_{td}$$

$$(3.3) F_{eq} = 1.00 \times 0.92 \times 0.96 \times 0.82 = 0.72$$

Cable seleccionado para el nivel de tensión de 10.5 kV es de 50 mm² de tipo N2XSY.

Dato: La capacidad del conductor de 50 mm² de acuerdo a la tabla es 203 A.

$$I_{adm. s2} = I_{adm. s1} \times F_{eq}$$

$$I_{adm. s1} = 203 \text{ A}$$

$$I_{adm. s2} = 146.16 \text{ A}$$

Hallar la corriente de la carga mediante la fórmula (2.3)

$$I_c = P(kW) \div \sqrt{3} \times V \times \cos\phi \dots\dots\dots (2.3)$$

Para el nivel de tensión de 10.5 kV

$$I_c (10.5 \text{ kv}) = 9.97 \text{ A}$$

Se considera los siguientes parámetros

$$P = 163.15 \text{ kW}$$

$$V = 10.5 \text{ kV}$$

Donde:

Ic: Intensidad de corriente a transmitir (A)

P: Potencia Activa (kW)

V: Tensión nominal de la línea primaria (kV)

Para el caso se debe cumplir con la siguiente condición:

$$I_{adm. s2} > I_d$$

Para la acometida principal

Para el caso 10.5 kV: $146.16 \text{ A} > 9.97 \text{ A}$

Por lo tanto, la corriente admisible para el caso, el cable subterráneo seleccionado (N2XSY 3-1x50mm²) es mayor que la corriente a transmitir respectivamente y cumple con la condición.

Finalmente, dicho conductor eléctrico seleccionado con sección de 50mm² es correcto ya que soportara la corriente de diseño a transmitir y la posible carga futura, cumple para ambos niveles de tensión. (R.D.018-2002-EM/DGE, 2002)

Cálculos de caída de tensión

Para hallar la caída de tensión se considerará la siguiente fórmula 3.5

$$\Delta V_t = \frac{\sqrt{3} \times I_c(1)}{1000} \times (r_1 \times \cos \phi + x_1 \times \sin \phi) \times L$$

De la siguiente figura 16, se usará los siguientes parámetros eléctricos del cable de energía tipo N2XSY.

Figura 16 *Parámetros eléctricos del conductor N2XSY 18/30 kV*

Sección [mm ²]	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]	Resistencia del conductor en CA a 90° C - formación plana [Ohm/km]	Resist. Conduct. CA 90° C - form. triang. [Ohm/km]	React. Induct. 60 Hz - formac. plana [Ohm/km]	React. Induct. 60 Hz - formac. triang. [Ohm/km]
50	0,387	0,4937	0,4938	0,2362	0,1665
70	0,268	0,3421	0,3422	0,2265	0,1568
95	0,193	0,2466	0,2468	0,2187	0,1491
120	0,153	0,1958	0,1961	0,2129	0,1432
150	0,124	0,1589	0,1594	0,2081	0,1385
185	0,0991	0,1274	0,128	0,2041	0,1344
240	0,0754	0,0975	0,0985	0,1979	0,1282
300	0,0601	0,0784	0,0797	0,1943	0,1247
400	0,047	0,0622	0,064	0,1892	0,1195
500	0,0366	0,0495	0,0519	0,1855	0,1158
630	0,0283	0,0397	0,0427	0,1817	0,112

Fuente: CNE-Suministro.

Para el nivel de tensión de 10.5 kV

Reemplazando valores:

$$\Delta V_t (10.5 \text{ kV}) = 5.98$$

$$\%V_t (10.5 \text{ kV}) = 0.051$$

Datos:

$$L = 633 \text{ m}$$

$$S = 50 \text{ mm}^2$$

$$r = 0.4937 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

$$x = 0.2362 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

$$I_c (1) = 9.97 \text{ A}$$

$$\cos \Phi = 0.9$$

$$\sin \Phi = 0.436$$

$$V = 10.5 \text{ kV}$$

Cálculos de corriente de cortocircuito en el sistema

Para hallar la corriente de cortocircuito del sistema se considerará la fórmula 2.4

Condiciones:

S_{cc} : Potencia de cortocircuito

V : Tensión nominal

T : Tiempo de actuación (s)

I_{cc} : Corriente de cortocircuito

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}(MVA)}{\sqrt{3} \times V(kV)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Para el nivel de tensión de 10.5 kV

$$S_{cc} = 36.61 \text{ MVA}$$

$$V = 10.5 \text{ kV}$$

Reemplazando valores hallamos la corriente de corto circuito:

$$I_{cc}(kA) = 2.01$$

Cálculo por corriente de cortocircuito térmicamente admisible en el cable (I_k)

Para hallar la corriente de cortocircuito térmicamente admisible en el cable se considerará la siguiente fórmula 2.5:

Condiciones:

I_k : Corriente de cortocircuito térmicamente admisible por el cable.

S : Sección del cable.

T : Tiempo de actuación de la protección.

$$S = 50 \text{ mm}^2$$

$$t = 0.2 \text{ s}$$

$$I_k = 0.143 \times S \div \sqrt{t} \dots\dots\dots (2.5)$$

Reemplazando valores hallamos el valor de I_k

$$I_k = 15.99 \text{ kA}$$

Debe cumplirse que:

$$Ik > Icc$$

Para el nivel de tensión de 10.5 kV: $15.99 > 2.01$

Condiciones para subestaciones con nivel de tensión 10.5 kV:

Potencia total conjunta requerida (kW)	: 202.50
Demanda máxima requerida (kW)	: 163.15
Tensión nominal (kV)	: 10.5
Factor de potencia (cosØ)	: 0.9
Tiempo de actuación de protección (seg)	: 0.2

En la elaboración de los Proyectos de habilitaciones, deberán considerarse como cargas mínimas las “Demandas Máximas” y tipo de suministro, indicado en el Cuadro N°2 de la Norma, de acuerdo al siguiente criterio:

Calificación Eléctrica para la Elaboración de Proyectos de Subsistemas de Distribución Secundaria de acuerdo a la R.D. N° 015-2004-EM/DGE – Sectores de Distribución Típicos 1, 2, 3, 4 y 5, aplicable a partir del 2005-11-01.

La zona del proyecto está comprendida dentro del área de concesión en el sector de distribución típico 2, la Prolongación de la Av. Ejército está dentro del tipo de habilitación vivienda taller (Zona II-R), lo que corresponde una calificación de 1000 W por cada suministro que a continuación se muestra en el siguiente cuadro: (R.D.018-2002-EM/DGE, 2002)

Figura 17 Calificación eléctrica para la elaboración de proyectos de subsistemas de distribución secundaria de acuerdo a la R.D. N°015-2004-EM/DGE

Tipo de habilitación	Sector de Distribución Típico 1 W	Sector de Distribución Típico 2 W	Sector de Distribución Típico 3 W	Sector de Distribución Típico 4 W	Sector de Distribución Típico 5 W
a) Habilitaciones de baja densidad poblacional, tipo 1 (Zonas R1-S y R1)	1 500 + 3 W/m ² hasta un máximo de 10 kW (suministro trifásico)	800 + 1 W/m ² hasta un máximo de 5 kW (suministro trifásico)	—	—	—
b) Habilitaciones de baja densidad poblacional, tipo 2 (Zona R2)	1 500	800	—	—	—
c) Habilitaciones de media densidad poblacional, tipo 3 (Zona R3)	1 300	700	500	—	—
d) Habilitaciones de media densidad poblacional, tipo 4 (Zona R4)	900 (suministro monofásico)	900 (suministro monofásico)	700 (suministro monofásico)	—	—
e) Habilitaciones de alta densidad poblacional, para viviendas multifamiliares	11 W/m ² del área techada total, con un mínimo de 900 W	11 W/m ² del área techada total, con un mínimo de 700 W	—	—	—
f) Habilitaciones para vivienda taller (Zona I1-R)	1 000	1 000	1 000	—	—
g) Habilitaciones para vivienda en vías de regularización (parcial o totalmente edificadas), calificados como Centros Poblados, incluyendo agrupaciones de vivienda en zonas rurales	700 300 (*) (suministro monofásico)	300 200 (*) (suministro monofásico)	250 200 (*) (suministro monofásico)	250 200 (*) (suministro monofásico)	200 (suministro monofásico)
h) Habilitaciones para vivienda en vías de regularización (parcial o totalmente edificadas), calificados como Asentamientos Humanos Marginales o Pueblos Jóvenes	700 (suministro monofásico)	400 (suministro monofásico)	300 (suministro monofásico)	300 (suministro monofásico)	250 (suministro monofásico)
i) Habilitaciones pre-Urbanas, tipos pecuarios o huertas (Zona P-U)	2 000	1 500	1 500	1 000	1 000
j) Lotizaciones para la industria elemental y complementaria de apoyo a la industria de mayor escala (Zona I1)	4 000	1 100	—	—	—

Fuente: R.D. N°015-2004-EM/DGE

Calculo de máxima Demanda por subestación de distribución

$$\text{Demanda máxima} = \left(P_c \times \frac{P_{12} \times F_s}{1000} \right)$$

Donde:

Demanda máxima: Demanda máxima de consumo (kW)

P_c : Potencia de consumo (Watts)

P₁₂ : Numero de cargas

F_s : Factor de simultaneidad = 0.61 para cargas de servicio particular

Para cargas especiales y unidad de alumbrado público factor de simultaneidad (F_s = 1)

Figura 18 Cálculo de máxima demanda SED 01

CARGA SUBESTACION PROYECTADA SED 01													TOTAL Kw		
S.E	Cto	F.S	SERVICIO PARTICULAR				CARGAS ESPECIALES			ALUMBRADO PUBLICO					
			Existentes y Nuevas	Proyectadas	Total	Kw	N°C. ESP. EXISTEN.	N°C. ESP. PROY.	Kw	90	FS	kw			
SED 01	C-I	0.61	20	9	29	17.69		3	3	21	1	1.89	22.58		
	C-II	0.61	24	9	33	20.13	1	3	3	17	1	1.53	24.66		
	C-III	0.61	10	8	18	10.98	1	2	2	10	1	0.9	13.88		
	C-IV	0.61	20	9	29	17.69		3	3	17	1	1.53	22.22		
			74	35	109	66.49	2	11	11	65		5.85	83.34		
CARGAS A ALIMENTARSE S.E. 01															
SECTORES												TOTAL (kw)			
1. SERV. PARTICULAR												66.49			
2. CARGA ESPECIAL												11			
3. ALUMBRADO PUBLICO												5.85			
TOTAL												83.34			
												TRANSFORMA			
Max. Demanda (Kw)												83.34			
Perdidas de Distribucion												3.8		125 KVA	
Total (Kw)												87.14			
Potencia Total (CosØ=90)												96.82			

Fuente: Elaboración propia

Figura 19 Cálculo de máxima demanda SED 02

CARGA SUBESTACION PROYECTADA SED 02													TOTAL Kw
S.E	Cto	F.S	SERVICIO PARTICULAR				CARGAS ESPECIALES			ALUMBRADO PUBLICO			
			Existentes y Nuevas	Proyectadas	Total	Kw	N°C. ESP. EXISTEN.	N°C. ESP. PROY.	Kw	90	FS	kw	
SED 002	C-I	0.61	10	9	19	11.59	2	1	3	16	1	1.44	16.03
	C-II	0.61	24	14	38	23.18		2	2	18	1	1.62	26.8
	C-III	0.61	17	7	24	14.64	5		5	15	1	1.35	20.99
	C-IV	0.61	8	8	16	9.76	2		2	11	1	0.99	12.75
			59	38	97	59.17	9	3	12	60		5.40	76.57

Página 1

CARGAS A ALIMENTARSE S.E. 01	
SECTORES	TOTAL (kw)
1. SERV. PARTICULAR	59.17
2. CARGA ESPECIAL	12
3. ALUMBRADO PUBLICO	5.40
TOTAL	76.57

TRANSFORMADOR NORMALIZADO TIPO PEDESTAL	
Max. Demanda (Kw)	76.57
Perdidas de Distribucion	3.39
Total (Kw)	79.96
Potencia Total (CosΦ=90)	88.84
125 KVA	

Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Cálculo de máxima demanda por subestación:

CUADRO DE CARGAS POR SUBESTACION					
SECTORES	MAX. DEMANDA (Kw)	PERDIDAS EN DISTRIBUCION	TOTAL (Kw)	POTENCIA TOTAL (COS ϕ =0.9) Kva	TRANSFORMADOR NORMALIZADO TIPO PEDESTAL
SED 01	83.34	3.8	87.14	96.82	125 KVA
SED 02	76.57	3.39	79.96	88.84	125 KVA

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la potencia y corriente de corto circuito de la subestación

Cálculo de la impedancia del sistema (Z_s) mediante la fórmula 2.6

$$Z_s = V^2 \div S_b \dots \dots \dots (2.6)$$

Datos de la concesionaria:

$$S_b (10.5 \text{ kV}) = 36.61 \text{ MVA}$$

$$Z_s (10.5 \text{ kV}) = 3.01 \text{ Ohm}$$

Cálculo de la impedancia del cable (Z_c) ohm

Para hallar la impedancia del cable se considerará la siguiente fórmula 3.9

$$\text{Resistencia del cable} : 0.4937 \Omega/\text{Km}$$

$$\text{Reactancia del cable} : 0.2362 \Omega/\text{Km}$$

$$\text{Longitud del cable} : 633 \text{ m}$$

$$Z_c = \frac{(r+jx) \times L}{1000} \dots \dots \dots (2.7)$$

$$r_c = 0.3125 \text{ Ohm}$$

$$x_c = 0.1495 \text{ Ohm}$$

$$Z_c = 0.3464 \text{ Ohm}$$

Cálculo de la impedancia total (Z) en la barra de media tensión de la subestación proyectada se determina de acuerdo a la siguiente fórmula 2.8:

$$Z_T = Z_s + Z_c \dots \dots \dots (2.8)$$

$$Z_T (10.5 \text{ kV}) = 3.3564 \Omega$$

Cálculo de la potencia de cortocircuito en la subestación proyectada se determina de acuerdo a la siguiente fórmula 2.9:

$$S_{cc} = \frac{V_n^2}{Z_T} \dots\dots\dots (2.9).$$

Donde:

Vn: Tensión de trabajo (kV)

ZT: Impedancia de cortocircuito o total (ohm)

$$S_{cc} (10 \text{ kV}) = 32.84 \text{ MVA}$$

Cálculo de la corriente de corto circuito:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times V(kV)} \dots\dots\dots (2.5)$$

Donde:

Scc : Potencia de cortocircuito en la subestación proyectada (MVA)

Vn : Tensión de trabajo (kV)

$$I_{cc} (10.5 \text{ kV}) = 1.81 \text{ kA}$$

Cálculo de la corriente de choque (corriente máxima de cortocircuito) se determina de acuerdo a la siguiente fórmula 2.10

$$I_{cc} \text{ máximo} = 1.8 \times \sqrt{2} \times I_{cc} \quad (2.10)$$

$$I_{cc} \text{ máximo} (10.5 \text{ kV}) = 4.608 \text{ kA}$$

Determinación del aislamiento

Los niveles de aislamiento normalizados asociados con la máxima tensión del sistema son los que se indican a continuación” (R.D.018-2002-EM/DGE, 2002).

Tabla 16 Niveles de Aislamiento Normalizados

TENSION NOMINAL TRIFASICO DEL SISTEMA O EQ. TRIFASICO DEL SISTEMA [kVrms]	MAXIMA TENSION TRIFASICA DEL EQUIPO EQ. TRIFASICO DEL EQUIPO [kVrms]	ALTITUD [m.s.n.m.]	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO REFERIDO AL NIVEL DEL MAR A FREC. DE SERVICIO [kVrms]		AL IMPULSO [kVpico]
	7.20	0000 - 1000			95
10,5	12.00	0000 - 1000	28		95
13,2	15.00	0000 - 1000	34		95
22,9	25.00	0000 - 1000	50		125
33	35.00	0000 - 1000	70		200

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Nota: Estos valores son definidos para condiciones específicas de temperatura y humedad a nivel del mar (con una presión de 101,3 kPa), por lo que, para condiciones distintas, como las que se presentan en instalaciones por encima de los 1000 msnm (nuestro caso), requieren ser corregidos, Este factor se obtendrá de la Tabla 441-5 del CNE Suministro. (R.D.018-2002-EM/DGE, 2002)

Tabla 17 Factor de Corrección por Altura

msnm	FC
900	1,00
1200	1,02
1500	1,05
1800	1,08
2100	1,11
2400	1,14
2700	1,17
3000	1,20
3600	1,25
4200	1,30
4800	1,35
5400	1,39
6000	1,44

Fuente: CNE Suministro-441-5

Para la altura del proyecto resulta F_c : 1.236

Para la tensión de Operación : 117.42. kV pico / 125 kV pico

Determinación del pararrayo

Los pararrayos que se emplearon en el proyecto son del tipo autovalvulares de óxido de zinc determinados para la tensión de servicio actual, para evitar los flameos de los aisladores ante sobretensiones por descargas atmosféricas. Los pasos de selección del pararrayo se muestran a continuación. (R.D.018-2002-EM/DGE, 2002)

Elección de la línea de fuga

La línea de fuga específica de fase a fase adoptada es de 16mm/kV, según lo recomendado por la norma IEC 60815.

Determinación de la tensión de servicio continuo

Al tratarse de alimentadores con eliminación automática de los defectos a tierra, la obtenemos mediante la siguiente expresión:

$$COV \geq \frac{U_{\max}}{\sqrt{3}} \text{ [kV]}$$

La máxima tensión de operación continua (MCOV) viene dada por la siguiente relación:

$$MCOV = Ft \cdot \frac{U_{\max}}{\sqrt{3}} \text{ [kV]}$$

Dónde:

F_t : Factor de Mayor Variación de tensión 1.05, este valor considera la presencia de armónicos de tensión en la red

Determinación de la tensión asignada

La tensión asignada del pararrayo se eligió en función de las sobretensiones temporales de la red prevista en el lugar de instalación (fallas a tierra, pérdida de carga,

etc), teniendo en cuenta sus amplitudes y sus duraciones, la siguiente expresión empírica permite determinar la amplitud de una sobretensión temporal equivalente de 10 segundos de duración. (R.D.018-2002-EM/DGE, 2002)

$$TOV(10s) \geq k \cdot \frac{U_{\max}}{\sqrt{3}} \cdot \left(\frac{T_f}{10} \right)^{0.02} \text{ [kV]}$$

Dónde:

K : Factor que depende del tipo de conexión del neutro

Tf : Tiempo de duración de una falla a tierra (segundos)

La tensión asignada del pararrayo debe ser superior a la sobretensión temporal equivalente más elevada, obtenida aplicando un margen de seguridad entre el 5% y el 15% a fin de tener en cuenta posibles imprecisiones en el cálculo” (R.D.018-2002-EM/DGE, 2002).

Nota 01. Se asume como mayor sobretensión temporal a aquellas debidas a fallas a tierra.

Nota 02. El coeficiente que caracteriza la curva sobretensión-tiempo de disparo del pararrayo varía entre 0.018 y 0.022

Nota 03. Es posible elegir un pararrayo de una tensión asignada inferior a los niveles y márgenes de protección, a condición de que el pararrayo sea capaz de absorber la energía producida por las sobretensiones. (CNE, 2012)

Determinación de la Tensión Nominal del Pararrayo

Cálculo de la Sobretensión Continua de Operación afectado por el factor de diseño del pararrayo.

Se determina mediante la siguiente relación:

$$Ro = \frac{COV}{Ko} \text{ [kV]}$$

Dónde:

Ko : Factor que depende del fabricante (Catálogo)

Cálculo de la Sobretensión Temporal afectado por el factor de capacidad del pararrayo

$$Re = \frac{TOV}{K_t} \text{ [kV]}$$

Dónde:

K_t : Factor que depende del tiempo de duración de la sobretensión temporal

Donde K_t es la capacidad del pararrayo contra sobretensiones temporales el cual depende del tiempo de duración de la sobretensión.

$K_t = 1.15$ para 1 segundo

$K_t = 1.10$ para 10 segundos

$K_t = 0.95$ para 2 horas

Cálculo de la Tensión Nominal del Pararrayo

2.3. Elección de la Corriente Nominal y la Clase de Descarga de Línea/Red

Según la tabla inferior, se puede utilizar pararrayos de hasta 10kA de corriente nominal de descarga (drenada a tierra durante la operación 8/20 μ seg), la selección final dependerá de su uso, entendiendo que los de la clase 1 son los del tipo distribución y la carga de los alimentadores no es muy elevada, bastará con el empleo del pararrayos perteneciente a la Clase 1, el cual nos permitirá evacuar energía entre 2.85 y 3.9 kJ/kV para una corriente impulsiva hasta de 100kA de onda 4/10. (R.D.018-2002-EM/DGE, 2002) (CNE, 2012).

Tabla 18 *Valores Habituales de Corrientes Nominales de Descarga y Clase de Descarga de líneas/redes en función de la Tensión Nominal del Sistema*

Tensión Nominal del Sistema	Tensión Máxima del Sistema	Clasificación de Pararrayos				
		5kA	10kA	20kA		
			Clase	Clase	Clase	Clase
			1	2	3	4
$\leq 66\text{kV}$	$\leq 72.5\text{kV}$	*	*	*		

Fuente: CNE Suministro-442-6

2.4. Determinación del Margen de Protección a Impulsos Tipo Rayo

Se define como el coeficiente entre la tensión soportada a impulsos tipo rayo de la aparamenta a proteger (LIW) y el nivel de protección a impulsos tipo rayo del pararrayos (Upl)

$$\text{Margen de protección a impulsos tipo rayo} = \frac{LIW}{U_{pl}}$$

En general, el mínimo margen de protección a impulso tipo rayo que se suele escoger es del 20 por 100, lo que implica que:

$$\frac{LIW}{U_{pl}} \geq 1.2$$

La tabla inferior muestra el resultado de los cálculos y el valor asumido

Tabla 19 *Características del Pararrayos Seleccionado*

Característica	Unidad	Valor	Valor
		Calculado	Seleccionado
		10.5kV	10.5kV
Clase		1	1
Línea de Fuga	mm	237.31	330
COV	kV	6.93	6.90
TOV	kV	11.45	12
V nominal	kV	10.96	12
Corriente de Descarga 8/20	A	10	10
LIW	kVp	117.42	125
Upl	kVp	97.85	
Material de las Resistencias No			
Lineales, Óxido de Zinc			

Fuente: Expediente técnico aprobado del proyecto de inversión.

Cálculo del sistema de puesta a tierra:

El sistema de puesta a tierra estará constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

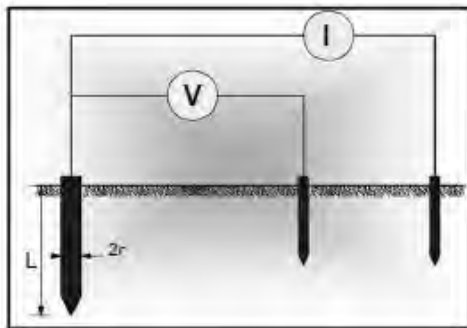
En nuestro caso la línea de tierra será un cable de cobre desnudo de sección $S=25 \text{ mm}^2$, la bajada del conductor de tierra se protegerá hasta una altura de 3 m., con tubo de acero galvanizado instalado sobre el poste. Mientras que el electrodo será de cobre de 2.4m de longitud con un diámetro de 19mm. La parte superior de cada electrodo quedará situada siempre por debajo del nivel de tierra y a la profundidad de 0,5 metros, como mínimo. (CNE, 2012)

Características del Suelo - Metodología de Medición – Obtención de la Resistencia a Tierra

Actualmente, existen diferentes métodos de medición, para ello se debe seguir ciertas reglas de manera que nos permitan obtener la resistividad de cada estrato y su espesor o altura correspondiente” (CNE, 2012).

El método empleado es el de los tres electrodos. Básicamente consiste en medir la resistencia de puesta a tierra de un electrodo de dimensiones conocidas, enterrado en un terreno cuya resistividad se desea conocer” (CNE, 2012).

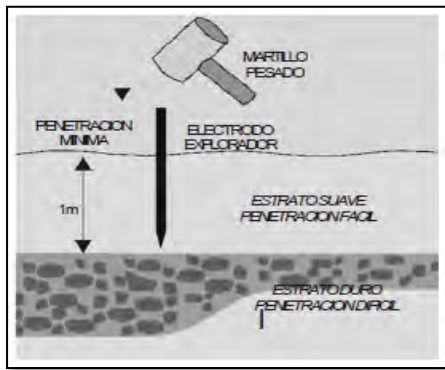
Figura 21 *método de los Tres Electrodos*



Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Para las medidas, el suelo tendrá que presentar su sequedad usual; el grass o las hierbas menudas serán retirados en la base de los electrodos; en suelos totalmente seco, se verterá un poco de agua en el hueco de dichos electrodos. (CNE, 2012)

Figura 22 *Clavado del Electrodo Explorador*



Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Cálculo mecánico de conductores

Redes subterráneas de media tensión

La instalación de cables de energía en ductos subterráneos requiere 2 condiciones para tener seguridad y confiabilidad en su operación.

Selección apropiada del cable para la aplicación deseada.

Instalación dentro de los límites aceptables en el manejo del cable y la práctica de jalado.

Para lograr confiabilidad, seguridad y continuidad en el servicio es conveniente contar con el equipo de instalación adecuada al tipo de cable e instalación; además, el personal debe estar capacitado para efectuar estos trabajos. La supervisión de técnicos especializados ayudo considerablemente a reducir las fallas que puedan ocurrir durante la instalación del cable.

Antes de la instalación de los cables, debe tenerse especial cuidado en los siguientes parámetros, los cuales son limitaciones impuestas por las propiedades físicas de los cables: (CNE, 2012)

- Máxima tensión de jalado.
- Longitud de jalado.
- Presión lateral.
- Fricción.

- Radio mínimo de curvatura.

Tensiones y Longitud Máxima de Jalado

La tensión máxima que un cable puede resistir sin dañarse es difícil de determinar. En ocasiones se tiene la necesidad de instalar cables nuevos en ductos ya existentes, pudiendo resultar esfuerzos peligrosos para el cable; se debe considerar que pueda presentarse la posibilidad de daño por varias causas, incluyendo la deformación del cable por alargamiento excesivo del conductor y el desplazamiento de los componentes de la cubierta, por los jalones bruscos frecuentes o por la presión de la pared interna del ducto en secciones con curva. En cables de media tensión, el alargamiento puede crear espacios vacíos, los cuales son puntos de deterioro por efecto corona. (CNE, 2012)

El jalado de un cable en una trayectoria con varias curvas es más difícil que jalar un cable de la misma longitud, pero en tramo recto; cuando se jala un cable a través de un tramo recto de un ducto, la tensión de jalado es directamente proporcional a la longitud y al peso del cable. (CNE, 2012)

$$T_m = T \cdot n \cdot A$$

Dónde:

T_m : Tensión máxima permisible en kg.

T : Tensión en kg/mm² del material que se trate.

n : Número de conductores.

A : Área de cada conductor en mm².

Material	Temple	Tensión kg/mm ²
Cobre	Suave	7.0
Aluminio	3/4 Duro	5.3

Tensiones de jalado para cables con perno de tracción colocado en el conductor

La tensión máxima de jalado no deberá ser mayor de 0.7 de la sección transversal de la cubierta en kg/mm² siendo la máxima de 450 kg.

Las siguientes fórmulas se usan para calcular la tensión de jalado de los cables de energía:

A. Jalado Horizontal:

Tramo Recto

$$T = w \cdot f \cdot l \cdot W$$

Dónde:

T : Tensión de jalado en kg

l : Longitud del ducto en mm

W : Peso total del cable

w : Factor de corrección por peso

f : Coeficiente de fricción (0.5)

Para determinar el factor de corrección por peso utilizamos la siguiente expresión:

$$w = 1 + \frac{4}{3} \times \left(\frac{d}{D - d} \right)^2$$

Dónde:

D : Diámetro interior del ducto

d : Diámetro exterior del cable

Longitud Máxima:

$$Lm = \frac{Tm}{w \cdot f \cdot W}$$

B. Jalado Inclinado (donde A es el ángulo con la horizontal):

Hacia Arriba

$$T = l \cdot W (\text{Sen}A + w\text{Cos}A)$$

Hacia Abajo

$$T = l \cdot W (\text{Sen}A - w\text{Cos}A)$$

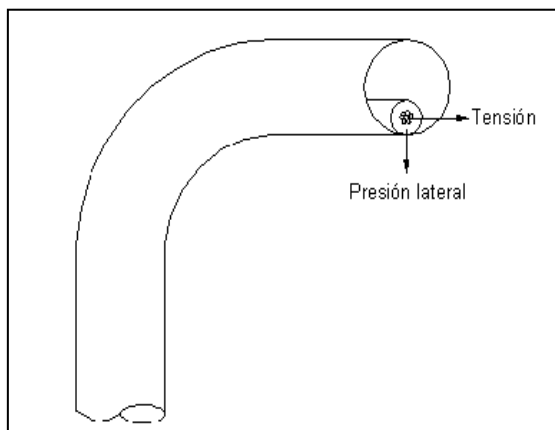
Fricción:

Se usó el valor de 0.5 como coeficiente de fricción f . Se han medido valores de 0.2 a 0.8 los cuales dependen del tipo de material del ducto, del grado de deterioro del material de la cubierta del cable y del tipo de lubricante a usar. El lubricante se aplicó al interior del ducto justo antes de jalado. (CNE, 2012)

Presión Lateral en Curvas:

La presión lateral es la fuerza radial ejercida en el aislamiento y cubierta de un cable en una curva, cuando el cable está bajo tensión. Excediendo la máxima presión lateral permisible, el cable puede dañarse por aplastamiento” (CNE, 2012).

Figura 23 *Presión Lateral en Cables Subterráneos*



Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico.

Recomendaciones:

Se usaron dispositivos que disminuyeron la tensión si llegase a exceder los valores máximos permisibles.

El cable de energía y el cable guía se apoyaron por medio de poleas y rodillos, especialmente en las curvas para reducir la tensión de jalado.

Los radios de curvatura de los dispositivos, fueron lo suficientemente grandes para evitar que sufra daño el cable.

Usar lubricantes adecuados en la instalación del cable para reducir la tensión. (CNE, 2012)

Radio Mínimo de Curvatura:

En la instalación de los cables de energía, los cables al ser introducidos en un banco de ductos, al existir una curva en la trayectoria, nunca se excedió el radio mínimo de curvatura especificado por el fabricante; así mismo, cuando los cables se retiraron para ponerlo o recorrerlo hacia otro lugar, generalmente el tambor que se usa para enrollarlo no es del diámetro adecuado. (CNE, 2012)

Se evito en todo momento que las dobleces ocasionen lesiones al aislamiento. Ya que el daño que se le ocasiona al aislamiento es producto de un esfuerzo de tensión mayor que su límite elástico, teniendo como consecuencia su posible fractura o debilitamiento, cuando el cable tiene cintas metálicas como pantalla, estas sufren deslizamiento de una sobre otra, ocasionando que no vuelvan a su estado original. Los radios mínimos de curvatura permitidos en la instalación de cables de redes subterráneas se indican en la siguiente tabla. (CNE, 2012)

Tabla 20 *Radios Mínimos de Curvatura en un Cable de Energía*

Espesor del Aislamiento (mm)	Diámetro Total del Cable (mm)		
	25.4 y menores	25.4 a 50.8	50.8 y mayores
3.94 y menores	4D	5D	6D
4.32 a 7.87	5D	6D	7D
8.26 y mayores		7D	8D

Fuente: CNE-Suministro.

D = Diámetro exterior del cable

Cálculo del conductor de media tensión tipo N2XSY de 50mm²

Figura 24 *Selección del Ducto*

DATOS CONDUCTOR:				Material Dúcto o Tubería:			PVC rígido Schedule 40		
CANTIDAD	SECCION (mm ²)	AISLANTE	Área [mm ²]	Diámetro [pulg]	Área [mm ²]	Área Disponible [mm ²]	Límite Ocupamiento Según NTC 2050 [%]	Ocupamiento [%]	Verificación
3	50	CABLES N2XSY 90 °C 18/30 kV	2471.91	4	9280.04	3712.02	40%	27%	Cumple
3	70	CABLES N2XSY 90 °C 18/30 kV	2723.76	4	9280.04	3712.02	40%	29%	Cumple
3	95	CABLES N2XSY 90 °C 18/30 kV	3031.61	4	9280.04	3712.02	40%	33%	Cumple
3	120	CABLES N2XSY 90 °C 18/30 kV	3292.23	4	9280.04	3712.02	40%	35%	Cumple

Fuente: CNE-Suministro.

Se empleará ductos de 4" de diámetro para el conductor tipo N2XSY 3-1x50mm²

Cálculos justificativos de redes de baja tensión

Para los cálculos eléctricos de las redes de baja tensión los parámetros que se determinaron son: la resistencia, reactancia y la caída de tensión, estos se han realizado utilizando las mismas fórmulas de las redes primarias.

Cálculos de caída de tensión (ΔV)

$$\Delta V = I \times L \times K$$

Donde:

I : Intensidad (A)

L : Longitud (m)

K : Constante de caída de tensión (ohm\km)

Cálculos de intensidad (I):

$$I_{sp} = \frac{N \times P \times FS.}{1.73 \times V \times \cos \varphi}$$

$$I_{ap} = \frac{n \times p \times fs}{v \times \cos \varphi}$$

Donde:

I_{sp}: Intensidad servicio particular (A)

I_{ap}: Intensidad alumbrado público (A)

N: Número de lotes

n: Número de lámparas

P: Potencia por lotes (W)

p: Potencia por lámpara de alumbrado público (W)

FS.: Factor de simultaneidad servicio particular

fs.: Factor de simultaneidad alumbrado público

V: Tensión del servicio particular (V)

v: Tensión del alumbrado público (V)

$\cos \varphi$: Factor de potencia

Constantes de caída de tensión (K)

$$K3\varnothing = 1.73 \times (R \cos \varphi + X3\varnothing \sin \varphi)$$

$$K1\varnothing = 2 \times (R \cos \varphi + X1\varnothing \sin \varphi)$$

Donde:

K3 \varnothing : Constante de caída de tensión sistema trifásico

K1 \varnothing : Constante de caída de tensión sistema monofásico

R: Resistencia del conductor a temperatura máxima de operación a 75°C (Ω/km)

X: Reactancia (Ω/km)

φ : Angulo del factor de potencia

La caída de Tensión máxima permisible en el extremo terminal más desfavorable de la red secundaria fue inferior al 5 % de la tensión nominal y tomando en consideración el desbalance de carga y que permita asimilar futuras cargas, se recomienda tener una caída de tensión máxima del 4 %. (DGE/MEM, 2009)

Factor de Potencia.

Redes de Servicio Particular : 1.0

Factor de Simultaneidad.

Cargas para Uso doméstico : 0.65

Cargas Especiales y A.P. : 1.00

Se asumió el factor de simultaneidad de 0.65 para cargas de uso doméstico y 1.00 para cargas especiales porque la zona del proyecto comprende habilitaciones de vivienda taller y comercio, además se prevé este valor para futuras cargas” (DGE/MEM, 2009) (MEM/DGE, 2003).

Así mismo se toman en cuenta las densidades de corriente consideradas en el Código Nacional de Electricidad.

A. Resistencia (R)

$$R_{75^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}} \times (1 + \alpha \Delta T)$$

Donde:

R20°: Resistencia del conductor a 20°C (Ω /Km)

R75°: Resistencia del conductor a 75°C (Ω /Km)

α : Coeficiente de resistividad térmica aluminio (0.0036 °C-1)

ΔT : Incremento de temperatura (55 °C)

B. Reactancia (X)

$$X_{3\phi} = 0.376992x (c + 0.4605 x \log Dm_{3\phi} / re)$$

$$X_{1\phi} = 0.376992x (c + 0.4605 x \log Dm_{1\phi} / re)$$

(Servicio Particular. 380/220V)

$$Dm_{3\phi} = \sqrt[3]{dx dx 2d} = \sqrt[3]{2} \times d$$

(Alumbrado Publico= 220 V)

$$Dm_{1\phi} = d$$

$$re = r \times 0.726$$

Donde:

c: 0.05 para conductor sólido

c: 0.064 para conductor cableado 7 hilos

Dm: Diámetro medio geométrico (m)

re: Radio equivalente (m)

r: Radio del conductor (m)

S: Sección del conductor (mm²)

d: Separación entre ejes de conductores (m)

f: Frecuencia (Hz)

Bases de cálculo y características

➤ *Tensión del sistema*

Servicio particular y Alumbrado público : 220 Voltios

➤ *Potencia*

Servicio particular: 1000 W/lote y Alumbrado público: 90W/lampara

➤ Factor de simultaneidad

Servicio particular: 0.65 y alumbrado público: 1.0

➤ Factor de potencia

Servicio particular: 1.00 y Alumbrado público: 0.95

En el cuadro siguiente se muestra las características eléctricas de los conductores:

Tabla 21 Características eléctricas cable unipolar N2XOH

Sección Nominal (mm2)	Resistencia Conductor		Reactancia Inductiva Ohm/Km a 60 Hz	Capacidad de Corriente	
	(Ohm/Km)			(Amperio)	
	C.A. 20°C	C.A. 75°C		Aire	Enterrado
				Libre 30 °C	Temp=25 °C 0.9k- m/w
16	1.466	1.756	0.1757	79	103
50	0.592	0.709	0.1442	141	170

Fuente: CNE-Utilización

Análisis de pérdidas técnicas de energía

Sistema trifásico: Servicio particular a 220 voltios

$$P = 3 \times \frac{I^2}{S} \times R \times L$$

Sistema monofásico: Alumbrado público a 220 voltios

$$P = 2 \times \frac{I^2}{S} \times R \times L$$

Donde:

P: Potencia de pérdidas (kW)

I: Intensidad (Amperios.)

R: Resistividad del aluminio duro (0.0328 ohm.mm²/m)

L: Longitud (km)

Tabla 22 Los valores de las pérdidas se totalizan en el siguiente cuadro, como porcentaje de la potencia total por cada circuito

N°	Localidad	N° Estructura	Nombre Subestación	Potencia activa (kW)	Potencia reactiva (kVAR)	Potencia activa acumulada (kW)	Longitud (km)	Conductor	Sistema	Tensión (kV)	Tensión (pu)	% Caída de tensión respecto a Vn	Pérdidas (kW)
1	PROL. AV. EJERCITO	7	S.E. N°01	85.10	40.36	163.1500	0.3270	N2XSY 50 mm ²	3	10.496	0.9996	0.032	0.047
2	PROL. AV. EJERCITO	13	S.E. N°02	78.05	36.88	78.0500	0.3060	N2XSY 50 mm ²	3	10.495	0.9995	0.046	0.010
TOTAL, PERDIDAS (kW)													0.057

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Tabla 23 Cálculos de caída de tensión y perdidas SED-01

Servicio Particular Subestación 01															
Nodo	Long. (m)	N° de Lotes		Potencia (kW)			Formación del Conductor	K (Ohm/km)	R (Ohm/km)	I (A)	Caída de Tensión				Pérdidas (W)
		SP	CE	SP	CE	Acumulado					Fase- Fase(V)	Fase- Neutro(V)	Tensión Fase- Neutro(V)	%DV	
Bornes BT	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	220	0	0
Tablero	2	109	11	70.85	11	81.85	3-1x50 mm ²	1.206	0.592	214.8	0.52	0	219.48	0.2	163.89
Circuito C-1															

Salida	0	0	0	0	0	21.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	57.5	0	0	219.48	0.2	0
N01	7.3	0	0	0	0	21.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	57.5	0.51	0	218.98	0.5	42.86
N02	4	2	0	1.3	0	21.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	57.6	0.28	0	218.7	0.6	23.57
N03	12.6	3	0	1.95	0	20.55	3-1x50 mm2	1.206	0.592	54.3	0.83	0	217.87	1	65.98
N04	10.4	2	1	1.3	1	18.6	3-1x50 mm2	1.206	0.592	49.3	0.62	0	217.25	1.3	44.89
N05	10.4	2	0	1.3	0	16.3	3-1x50 mm2	1.206	0.592	43.3	0.54	0	216.71	1.5	34.63
N06	11	4	0	2.6	0	15	3-1x50 mm2	1.206	0.592	40	0.53	0	216.17	1.7	31.26
N07	12.1	2	0	1.3	0	12.4	3-1x50 mm2	1.206	0.592	33.1	0.48	0	215.69	2	23.54
N08	17.7	3	0	1.95	0	11.1	3-1x50 mm2	1.206	0.592	29.7	0.63	0	215.06	2.2	27.73
N09	9.6	2	0	1.3	0	9.15	3-1x50 mm2	1.206	0.592	24.6	0.28	0	214.79	2.4	10.32
N10	9.8	1	1	0.65	1	7.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	21.1	0.25	0	214.54	2.5	7.75
N11	10.5	2	0	1.3	0	6.2	3-1x50 mm2	1.206	0.592	16.7	0.21	0	214.34	2.6	5.2
N12	9.8	1	1	0.65	1	4.9	3-1x50 mm2	1.206	0.592	13.2	0.16	0	214.18	2.6	3.03
N13	11.4	3	0	1.95	0	3.25	3-1x50 mm2	1.206	0.592	8.8	0.12	0	214.06	2.7	1.57
N14	9.1	1	0	0.65	0	1.3	3-1x50 mm2	1.206	0.592	3.5	0.04	0	214.02	2.7	0.2
N15	6.6	1	0	0.65	0	0.65	3-1x50 mm2	1.206	0.592	1.8	0.01	0	214.01	2.7	0.04
Circuito C-2															
Salida	0	0	0	0	0	24.45	3-1x50 mm2	1.206	0.592	64.3	0	0	219.48	0.2	0
N16	7.2	0	0	0	0	24.45	3-1x50 mm2	1.206	0.592	64.3	0.56	0	218.93	0.5	52.87
N17	3	2	0	1.3	0	24.45	3-1x50 mm2	1.206	0.592	64.5	0.23	0	218.7	0.6	22.17
N18	8.9	2	0	1.3	0	23.15	3-1x50 mm2	1.206	0.592	61.1	0.66	0	218.04	0.9	59.01
N19	10.9	2	1	1.3	1	21.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	57.9	0.76	0	217.28	1.2	64.9
N20	10.9	4	0	2.6	0	19.55	3-1x50 mm2	1.206	0.592	51.9	0.68	0	216.61	1.5	52.14
N21	8.6	2	1	1.3	1	16.95	3-1x50 mm2	1.206	0.592	45.2	0.47	0	216.14	1.8	31.2

N22	11.2	2	0	1.3	0	14.65	3-1x50 mm2	1.206	0.592	39.1	0.53	0	215.6	2	30.41
N23	11.4	3	0	1.95	0	13.35	3-1x50 mm2	1.206	0.592	35.7	0.49	0	215.12	2.2	25.8
N24	15.4	3	1	1.95	1	11.4	3-1x50 mm2	1.206	0.592	30.6	0.57	0	214.54	2.5	25.61
N25	16.8	0	0	0	0	8.45	3-1x50 mm2	1.206	0.592	22.7	0.46	0	214.08	2.7	15.37
N26	12.2	0	0	0	0	8.45	3-1x50 mm2	1.206	0.592	22.8	0.34	0	213.73	2.9	11.26
N27	3.5	2	0	1.3	0	8.45	3-1x50 mm2	1.206	0.592	22.8	0.1	0	213.63	2.9	3.23
N28	15	3	0	1.95	0	7.15	3-1x50 mm2	1.206	0.592	19.3	0.35	0	213.28	3.1	9.92
N29	13.7	2	0	1.3	0	5.2	3-1x50 mm2	1.206	0.592	14.1	0.23	0	213.05	3.2	4.84
N30	11.7	2	0	1.3	0	3.9	3-1x50 mm2	1.206	0.592	10.6	0.15	0	212.9	3.2	2.33
N31	13.9	2	0	1.3	0	2.6	3-1x50 mm2	1.206	0.592	7.1	0.12	0	212.78	3.3	1.24
N32	11.7	2	0	1.3	0	1.3	3-1x50 mm2	1.206	0.592	3.5	0.05	0	212.73	3.3	0.25
N33	3.7	0	0	0	0	0	3-1x50 mm2	1.206	0.592	0	0	0	212.73	3.3	0
Circuito C-3															
Salida	0	0	0	0	0	13.7	3-1x50 mm2	1.206	0.592	36	0	0	219.48	0.2	0
N34	20	4	0	2.6	0	13.7	3-1x50 mm2	1.206	0.592	36	0.87	0	218.61	0.6	46.03
N35	19.7	4	0	2.6	0	11.1	3-1x50 mm2	1.206	0.592	29.3	0.7	0	217.92	0.9	30.04
N36	14.9	2	1	1.3	1	8.5	3-1x50 mm2	1.206	0.592	22.5	0.4	0	217.52	1.1	13.4
N37	14.6	3	0	1.95	0	6.2	3-1x50 mm2	1.206	0.592	16.5	0.29	0	217.23	1.3	7.06
N38	10.7	0	0	0	0	4.25	3-1x50 mm2	1.206	0.592	11.3	0.15	0	217.07	1.3	2.43
N39	4.6	2	0	1.3	0	3.6	3-1x50 mm2	1.206	0.592	9.6	0.05	0	217.02	1.4	0.75
N40	6.8	1	1	0.65	1	2.3	3-1x50 mm2	1.206	0.592	6.1	0.05	0	216.97	1.4	0.45
N41	6.2	1	0	0.65	0	0.65	3-1x50 mm2	1.206	0.592	1.7	0.01	0	216.95	1.4	0.03
N42	16.1	1	0	0.65	0	0.65	3-1x50 mm2	1.206	0.592	1.7	0.03	0	217.04	1.3	0.08
Circuito C-4															

Salida	0	0	0	0	0	21.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	57.5	0	0	219.48	0.2	0
N43	20.2	0	0	0	0	21.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	57.5	1.4	0	218.08	0.9	118.61
N44	7.3	2	0	1.3	0	21.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	57.8	0.51	0	217.58	1.1	43.31
N45	7.9	2	0	1.3	0	20.55	3-1x50 mm2	1.206	0.592	54.5	0.52	0	217.06	1.3	41.67
N46	12.6	2	0	1.3	0	19.25	3-1x50 mm2	1.206	0.592	51.2	0.78	0	216.28	1.7	58.66
N47	13.4	0	0	0	0	17.95	3-1x50 mm2	1.206	0.592	47.9	0.77	0	215.51	2	54.6
N48	10.8	2	0	1.3	0	17.95	3-1x50 mm2	1.206	0.592	48.1	0.63	0	214.89	2.3	44.38
N49	10.4	2	0	1.3	0	16.65	3-1x50 mm2	1.206	0.592	44.7	0.56	0	214.34	2.6	36.91
N50	10.4	2	0	1.3	0	15.35	3-1x50 mm2	1.206	0.592	41.3	0.52	0	213.82	2.8	31.5
N51	11	6	0	3.9	0	14.05	3-1x50 mm2	1.206	0.592	37.9	0.5	0	213.31	3	28.06
N52	11	2	0	1.3	0	10.15	3-1x50 mm2	1.206	0.592	27.5	0.36	0	212.95	3.2	14.77
N53	8.3	2	0	1.3	0	8.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	24	0.24	0	212.71	3.3	8.49
N54	7.9	0	0	0	0	7.55	3-1x50 mm2	1.206	0.592	20.5	0.2	0	212.5	3.4	5.9
N55	12.7	2	0	1.3	0	6.25	3-1x50 mm2	1.206	0.592	17	0.26	0	212.24	3.5	6.52
N56	19.3	2	0	1.3	0	4.95	3-1x50 mm2	1.206	0.592	13.5	0.31	0	211.93	3.7	6.25
N57	8.3	1	1	0.65	1	3.65	3-1x50 mm2	1.206	0.592	9.9	0.1	0	211.82	3.7	1.44
N58	16.3	0	2	0	2	2	3-1x50 mm2	1.206	0.592	5.5	0.11	0	211.72	3.8	0.88
N59	14.1	2	0	1.3	0	1.3	3-1x50 mm2	1.206	0.592	3.5	0.06	0	212.45	3.4	0.31

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Tabla 24 *Cálculos de caída de tensión servicio particular SED-02 (Servicio particular)*

Subestación 02					
Sistema	0.22 kV 3Ø Delta				
Circuito		C-1	C-2	C-3	C-4
Servicio	Total	Particular	Particular	Particular	Particular
M.D. - kW	75.05	15.35	26.7	20.6	12.4
Pérdidas - kW (%)	0.96 (1.3)	0.11	0.46	0.32	0.07
Pérdidas kWh-año (%)	4650.00 (1.0)	533	2228	1550	339
%DV máximo	3.20%	1.50%	3.20%	2.7	1.00%

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Tabla 25 Cálculos de caída de tensión y pérdidas SED-02 (Servicio particular)

Servicio Particular															
Nodo	Long. (m)	N° de Lotes		Potencia (kW)			Formación del Conductor	K (Ohm/km)	R (Ohm/km)	I (A)	Caída de Tensión				Pérdidas (W)
		SP	CE	SP	CE	Acumulado					Fase- Fase(V)	Fase- Neutro(V)	Tensión Fase- Neutro(V)	%DV	
Bornes BT	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	220	0	0
Tablero	2	97	12	63.05	12	75.05	3-1x50 mm2	1.206	0.592	197	0.48	0	219.52	0.2	137.85
Circuito C-1															
Salida	0	0	0	0	0	15.35	3-1x50 mm2	1.206	0.592	40.4	0	0	219.52	0.2	0
N46	4.8	2	0	1.3	0	15.35	3-1x50 mm2	1.206	0.592	40.4	0.23	0	219.29	0.3	13.91
N47	7.6	3	0	1.95	0	14.05	3-1x50 mm2	1.206	0.592	37	0.34	0	218.94	0.5	18.48
N48	7.9	0	0	0	0	12.1	3-1x50 mm2	1.206	0.592	31.9	0.3	0	218.65	0.6	14.28
N49	3.2	2	0	1.3	0	12.1	3-1x50 mm2	1.206	0.592	32	0.12	0	218.53	0.7	5.82
N50	11.4	0	1	0	1	10.8	3-1x50 mm2	1.206	0.592	28.5	0.39	0	218.13	0.9	16.45
N51	9.7	1	1	0.65	1	9.8	3-1x50 mm2	1.206	0.592	25.9	0.3	0	217.83	1	11.56
N52	9.8	2	0	1.3	0	8.15	3-1x50 mm2	1.206	0.592	21.6	0.26	0	217.58	1.1	8.12
N53	14.8	2	0	1.3	0	6.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	18.2	0.32	0	217.26	1.2	8.71
N54	15.7	2	0	1.3	0	5.55	3-1x50 mm2	1.206	0.592	14.7	0.28	0	216.99	1.4	6.03
N55	7.6	2	0	1.3	0	4.25	3-1x50 mm2	1.206	0.592	11.3	0.1	0	216.88	1.4	1.72
N56	7.3	1	1	0.65	1	2.95	3-1x50 mm2	1.206	0.592	7.9	0.07	0	216.81	1.4	0.81
N57	13.8	2	0	1.3	0	1.3	3-1x50 mm2	1.206	0.592	3.5	0.06	0	216.76	1.5	0.3

Circuito C-2															
Salida	0	0	0	0	0	26.7	3-1x50 mm2	1.206	0.592	70.2	0	0	219.52	0.2	0
N26	9.2	2	0	1.3	0	26.7	3-1x50 mm2	1.206	0.592	70.2	0.78	0	218.74	0.6	80.52
N27	7.8	2	1	1.3	1	25.4	3-1x50 mm2	1.206	0.592	67	0.63	0	218.11	0.9	62.19
N28	8.4	3	0	1.95	0	23.1	3-1x50 mm2	1.206	0.592	61.1	0.62	0	217.49	1.1	55.69
N29	11.2	3	0	1.95	0	21.15	3-1x50 mm2	1.206	0.592	56.1	0.76	0	216.73	1.5	62.6
N30	15.3	3	0	1.95	0	19.2	3-1x50 mm2	1.206	0.592	51.1	0.94	0	215.79	1.9	70.95
N31	17	0	0	0	0	17.25	3-1x50 mm2	1.206	0.592	46.2	0.95	0	214.84	2.3	64.44
N32	5.5	2	0	1.3	0	11.4	3-1x50 mm2	1.206	0.592	30.6	0.2	0	214.63	2.4	9.15
N33	15.5	2	0	1.3	0	10.1	3-1x50 mm2	1.206	0.592	27.2	0.51	0	214.13	2.7	20.37
N34	11	2	0	1.3	0	8.8	3-1x50 mm2	1.206	0.592	23.7	0.31	0	213.82	2.8	10.97
N35	12.1	2	1	1.3	1	7.5	3-1x50 mm2	1.206	0.592	20.3	0.3	0	213.52	2.9	8.86
N36	11.2	3	0	1.95	0	5.2	3-1x50 mm2	1.206	0.592	14.1	0.19	0	213.33	3	3.95
N37	19.7	2	0	1.3	0	3.25	3-1x50 mm2	1.206	0.592	8.8	0.21	0	213.12	3.1	2.71
N38	9.9	0	0	0	0	1.95	3-1x50 mm2	1.206	0.592	5.3	0.06	0	213.07	3.1	0.49
N39	4.6	2	0	1.3	0	1.95	3-1x50 mm2	1.206	0.592	5.3	0.03	0	213.04	3.2	0.23
N40	23.6	1	0	0.65	0	0.65	3-1x50 mm2	1.206	0.592	1.8	0.05	0	212.99	3.2	0.14
N41	4.1	0	0	0	0	5.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	15.7	0.08	0	214.75	2.4	1.79
N42	14.3	4	0	2.6	0	5.85	3-1x50 mm2	1.206	0.592	15.7	0.27	0	214.47	2.5	6.26
N43	12.2	3	0	1.95	0	3.25	3-1x50 mm2	1.206	0.592	8.7	0.13	0	214.34	2.6	1.64
N44	9.2	1	0	0.65	0	1.3	3-1x50 mm2	1.206	0.592	3.5	0.04	0	214.3	2.6	0.2
N45	11.6	1	0	0.65	0	0.65	3-1x50 mm2	1.206	0.592	1.8	0.03	0	214.27	2.6	0.07
Circuito C-3															
Salida	0	0	0	0	0	20.6	3-1x50 mm2	1.206	0.592	54.2	0	0	219.52	0.2	0

N01	19.5	1	1	0.65	1	20.6	3-1x50 mm2	1.206	0.592	54.2	1.27	0	218.25	0.8	101.74
N02	8.7	1	1	0.65	1	18.95	3-1x50 mm2	1.206	0.592	50.1	0.53	0	217.71	1	38.78
N03	9.3	2	0	1.3	0	17.3	3-1x50 mm2	1.206	0.592	45.9	0.51	0	217.21	1.3	34.8
N04	9.8	1	0	0.65	0	16	3-1x50 mm2	1.206	0.592	42.5	0.5	0	216.71	1.5	31.44
N05	3.1	2	0	1.3	0	15.35	3-1x50 mm2	1.206	0.592	40.9	0.15	0	216.55	1.6	9.21
N06	11.1	2	0	1.3	0	14.05	3-1x50 mm2	1.206	0.592	37.5	0.5	0	216.05	1.8	27.72
N07	9.4	3	0	1.95	0	12.75	3-1x50 mm2	1.206	0.592	34.1	0.39	0	215.65	2	19.41
N08	5.4	2	0	1.3	0	10.8	3-1x50 mm2	1.206	0.592	28.9	0.19	0	215.46	2.1	8.01
N09	13.6	0	0	0	0	9.5	3-1x50 mm2	1.206	0.592	25.5	0.42	0	215.05	2.3	15.71
N10	14.1	2	0	1.3	0	9.5	3-1x50 mm2	1.206	0.592	25.5	0.43	0	214.61	2.4	16.28
N11	5	1	0	0.65	0	8.2	3-1x50 mm2	1.206	0.592	22.1	0.13	0	214.47	2.5	4.34
N12	5	2	1	1.3	1	7.55	3-1x50 mm2	1.206	0.592	20.3	0.12	0	214.35	2.6	3.66
N13	7.7	1	1	0.65	1	5.25	3-1x50 mm2	1.206	0.592	14.1	0.13	0	214.21	2.6	2.72
N14	6.2	2	0	1.3	0	3.6	3-1x50 mm2	1.206	0.592	9.7	0.07	0	214.15	2.7	1.04
N15	7.4	1	0	0.65	0	2.3	3-1x50 mm2	1.206	0.592	6.2	0.06	0	214.09	2.7	0.51
N16	7.5	1	1	0.65	1	1.65	3-1x50 mm2	1.206	0.592	4.4	0.04	0	214.06	2.7	0.26
N17	5.4	0	0	0	0	0	3-1x50 mm2	1.206	0.592	0	0	0	214.06	2.7	0
Circuito C-4															
Salida	0	0	0	0	0	12.4	3-1x50 mm2	1.206	0.592	32.6	0	0	219.52	0.2	0
N18	19.6	0	0	0	0	12.4	3-1x50 mm2	1.206	0.592	32.6	0.77	0	218.75	0.6	36.99
N19	6.9	5	0	3.25	0	12.4	3-1x50 mm2	1.206	0.592	32.7	0.27	0	218.48	0.7	13.1
N20	6.9	0	1	0	1	9.15	3-1x50 mm2	1.206	0.592	24.2	0.2	0	218.27	0.8	7.18
N21	4.4	1	1	0.65	1	8.15	3-1x50 mm2	1.206	0.592	21.6	0.11	0	218.16	0.8	3.65
N22	3.9	2	0	1.3	0	6.5	3-1x50 mm2	1.206	0.592	17.2	0.08	0	218.08	0.9	2.05

N23	9.5	3	0	1.95	0	5.2	3-1x50 mm2	1.206	0.592	13.8	0.16	0	217.92	0.9	3.21
N24	12.1	3	0	1.95	0	3.25	3-1x50 mm2	1.206	0.592	8.6	0.13	0	217.78	1	1.59
N25	18.7	2	0	1.3	0	1.3	3-1x50 mm2	1.206	0.592	3.4	0.08	0	217.7	1	0.38

Tabla 25

Cálculos de caída de tensión alumbrado público SED-01 (Alumbrado público)

Subestación 01					
Sistema		0.22 kV 3Ø Delta			
Circuito		C-1	C-2	C-3	C-4
Servicio	Total	Alumbrado	Alumbrado	Alumbrado	Alumbrado
M.D. - kW	3.25	1.05	0.85	0.5	0.85
Pérdidas - kW (%)	0.009 (0.28)	0.000	0.000	0.000	0.000
Pérdidas kWh-año (%)	28.00 (0.2)	0.000	0.000	0.000	0.000
%DV máximo	0.30%	0.30%	0.20%	0.10%	0.20%

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Tabla 26 Cálculos de caída de tensión y pérdidas SED-01 (Alumbrado Público)

		Alumbrado Público									
Nodo	Long. (m)	Carga		Formación del Conductor	K (Ohm/km)	R (Ohm/km)	I (A)	Caída de Tensión			Pérdidas (W)
		N° de Lámpara	Acumulado kW					DV (V)	Tensión (V)	%DV	
Bornes BT	0	0	0	-	0	0	0	0	220	0	0
Tablero	2	0	3.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	15.6	0.04	219.97	0	1.43
Circuito C-1											
Salida	0	0	1.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	5	0	219.97	0	0
01	2.5	0	1.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	5	0.02	219.95	0	0.18
18	9.3	0	0.35	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.7	0.02	219.93	0	0.06
18	2.2	1	0.35	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.7	0.01	219.91	0	0.02
19	29.5	1	0.3	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.4	0.02	219.9	0	0.07
20	30	1	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.05	219.84	0.1	0.13
21	30	2	0.2	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1	0.04	219.81	0.1	0.09
22	30	2	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.79	0.1	0.02
02	17.7	2	0.7	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	3.4	0.07	219.88	0.1	0.51
03	30	2	0.6	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.9	0.09	219.79	0.1	0.53
04	30	1	0.5	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.4	0.1	219.69	0.1	0.5
05	30	1	0.45	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.2	0.09	219.6	0.2	0.43
06	30	1	0.4	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.9	0.08	219.52	0.2	0.32
08	16.4	1	0.35	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.7	0.05	219.46	0.2	0.19

09	30	1	0.3	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.4	0.07	219.39	0.3	0.22
10	16	1	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.02	219.38	0.3	0.06
11	9.4	1	0.2	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1	0.01	219.36	0.3	0.03
11a	16	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0	219.36	0.3	0
11b	30	2	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.34	0.3	0.02
Circuito C-2											
Salida	0	0	0.85	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	4.1	0	219.97	0	0
01	2.2	0	0.85	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	4.1	0.01	219.95	0	0.11
12	14	2	0.6	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.9	0.06	219.9	0	0.34
13	29.3	2	0.5	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.4	0.1	219.79	0.1	0.49
14	28.4	2	0.4	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.9	0.08	219.71	0.1	0.3
15	30.3	2	0.3	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.4	0.06	219.65	0.2	0.17
16	31.1	2	0.2	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1	0.04	219.62	0.2	0.09
17	29	2	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.6	0.2	0.02
18	9.3	0	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.01	219.93	0	0.03
23	30	1	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.04	219.9	0	0.11
24	29.5	1	0.2	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1	0.04	219.86	0.1	0.09
25	30	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0.03	219.83	0.1	0.04
26	30	1	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.81	0.1	0.02
27	30	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.79	0.1	0
Circuito C-3											
Salida	0	0	0.5	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.4	0	219.97	0	0
28	12.8	0	0.5	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.4	0.03	219.93	0	0.17
36	20.5	0	0.35	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.7	0.08	219.84	0.1	0.27

37	18.6	2	0.35	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.7	0.04	219.81	0.1	0.15
38	30	1	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.05	219.76	0.1	0.13
39	13	0	0.2	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1	0.02	219.74	0.1	0.04
40	18	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0.02	219.72	0.1	0.03
41	30	1	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.71	0.1	0.02
42	30	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.69	0.1	0
43	12	0	0	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0	0	219.69	0.1	0
41a	17.5	0	0	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0	0	219.71	0.1	0
39a	18	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.72	0.1	0
28	12.5	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0	219.93	0	0
29	30	1	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.01	219.91	0	0.01
30	30	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.9	0	0
Circuito C-4											
Salida	0	0	0.85	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	4.1	0	219.97	0	0
28	12.8	0	0.85	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	4.1	0.06	219.91	0	0.5
36	7.7	0	0.6	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.9	0.14	219.77	0.1	0.83
44	11.1	2	0.6	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.9	0.04	219.74	0.1	0.27
45	30	2	0.5	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.4	0.1	219.64	0.2	0.51
46	30	2	0.35	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.7	0.07	219.57	0.2	0.25
47	29.9	1	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.05	219.52	0.2	0.13
48	9.8	0	0.2	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1	0.01	219.5	0.2	0.03
49	20.5	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0.02	219.48	0.2	0.03
50a	30	2	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.46	0.2	0.02
48a	13.6	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0	219.5	0.2	0

45a	12.2	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0	219.64	0.2	0
31	26.2	1	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.04	219.88	0.1	0.11
32	30.2	1	0.2	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1	0.04	219.84	0.1	0.09
33	30.2	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0.03	219.81	0.1	0.04
34	29.9	1	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.79	0.1	0.02
35	30.2	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.77	0.1	0

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Tabla 27 *Cálculos de caída de tensión Alumbrado Público SED-02 (Alumbrado Público)*

Subestación 02					
Sistema	0.22 kV 3Ø Delta				
Circuito		C-1	C-2	C-3	C-4
Servicio	Total	Alumbrado	Alumbrado	Alumbrado	Alumbrado
M.D. - kW	3.60	0.65	1.05	0.65	0.65
Pérdidas - kW (%)	0.007 (0.2)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pérdidas kWh-año (%)	28.00 (0.21)	0	0	0	0
%DV máximo	0.30%	0.10%	0.30%	0.10%	0.20%

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Tabla 28 Cálculos de caída de tensión y pérdidas SED-02 (Alumbrado Público)

		Alumbrado Público									
Nodo	Long. (m)	Carga		Formación del Conductor	K (Ohm/km)	R (Ohm/km)	I (A)	Caída de Tensión			Pérdidas (W)
		Nº de Lámpara	Acumulado kW					DV (V)	Tensión (V)	%DV	
Bornes BT	0	0	0	-	0	0	0	0	220	0	0
Tablero	2	0	3	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	14.4	0.04	219.97	0	1.22
Circuito C-1											
Salida	0	0	0.65	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	3.1	0	219.97	0	0
51	2.5	0	0.65	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	3.1	0.01	219.95	0	0.07
66	7.6	0	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.01	219.93	0	0.03
67	9.8	1	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.02	219.91	0	0.04
68	30	1	0.2	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1	0.04	219.88	0.1	0.09
69	30	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0.03	219.84	0.1	0.04
70	30	1	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.83	0.1	0.02
71	30	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.81	0.1	0
52	22.5	2	0.4	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.9	0.05	219.9	0	0.21
53	30	2	0.3	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.4	0.06	219.84	0.1	0.17
54	30	2	0.2	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1	0.04	219.81	0.1	0.09
55	30	2	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.79	0.1	0.02
Circuito C-2											
Salida	0	0	1.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	5	0	219.97	0	0

51	2.4	0	1.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	5	0.02	219.95	0	0.18
66	7.6	0	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0.01	219.93	0	0.01
72	19.7	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0.02	219.91	0	0.03
73	30	1	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.9	0	0.02
74	30	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.88	0.1	0
56	7.5	2	0.9	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	4.3	0.03	219.91	0	0.24
57	30	2	0.8	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	3.8	0.09	219.83	0.1	0.72
58	30	2	0.7	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	3.4	0.15	219.67	0.1	1.06
59	6.5	0	0.6	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.9	0.02	219.65	0.2	0.13
60	23.5	1	0.45	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.2	0.07	219.58	0.2	0.32
61	13	0	0.4	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.9	0.05	219.53	0.2	0.22
63	17	1	0.3	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.4	0.02	219.52	0.2	0.05
64	30	1	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.05	219.46	0.2	0.13
65	30	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.45	0.3	0
64a	16.7	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0.02	219.45	0.3	0.02
64b	17.5	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0	219.45	0.3	0
62	7.1	1	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0	219.53	0.2	0
62a	10.4	2	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0	219.53	0.2	0
59a	6	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0	219.65	0.2	0.01
59b	23	1	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.64	0.2	0.02
59c	21.7	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.62	0.2	0
Circuito C-3											
Salida	0	0	0.65	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	3.1	0	219.97	0	0
75	11.2	0	0.65	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	3.1	0.05	219.91	0	0.32

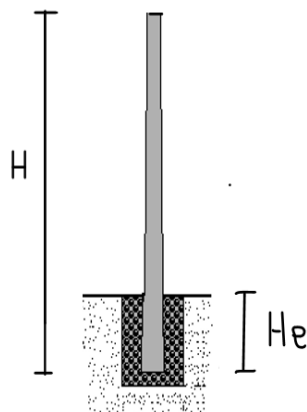
84	18.9	0	0.4	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.9	0.02	219.9	0	0.08
85	26.8	1	0.4	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.9	0.07	219.83	0.1	0.27
86	30	1	0.35	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.7	0.07	219.76	0.1	0.25
87	17.4	0	0.3	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.4	0.03	219.72	0.1	0.1
88	12.7	2	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.02	219.71	0.1	0.05
89	30	2	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.69	0.1	0.02
90	46	0	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.69	0.1	0.01
91	11.4	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0	219.69	0.1	0
87a	11	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0	219.72	0.1	0
76	9.9	1	0.25	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.2	0.02	219.9	0	0.04
77	30	1	0.2	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1	0.04	219.86	0.1	0.09
78	30	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0.03	219.83	0.1	0.04
79	30	1	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.81	0.1	0.02
80	30	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.79	0.1	0
Circuito C-4											
Salida	0	0	0.65	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	3.1	0	219.97	0	
75	11.2	0	0.65	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	3.1	0.05	219.91	0	0.32
84	18.9	0	0.5	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.4	0.03	219.88	0.1	0.16
84	3.2	1	0.5	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.4	0.01	219.86	0.1	0.05
92	33.2	1	0.45	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	2.2	0.08	219.77	0.1	0.38
93	30	1	0.4	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.9	0.08	219.69	0.1	0.32
94	30	1	0.35	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.7	0.07	219.62	0.2	0.26
95	30	1	0.3	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	1.4	0.06	219.57	0.2	0.17
96	12.4	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0.01	219.55	0.2	0.01

97	32.9	2	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.53	0.2	0.02
98	28.5	1	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.55	0.2	0.02
99	11.5	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0	219.55	0.2	0
81	20.1	1	0.15	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.7	0.02	219.9	0	0.03
82	30	1	0.1	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.5	0.02	219.88	0.1	0.02
83	30	1	0.05	2-1x16+1x10 mm2	1.391	1.466	0.2	0.01	219.86	0.1	0

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Cálculo de longitud y empotramiento de postes de concreto armado centrifugado:

Selección de la longitud del poste:



Altura De Empotramiento:

$$H_e = H/10 + 0.60 \text{ m.}$$

Donde H=9 metros

$$H_e = 1.50 \text{ m.}$$

Cálculos de iluminación:

Para el alumbrado público se ha considerado según lo establecido por la norma técnica DGE - Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución (MEM/DGE, 2003).

Las luminarias a utilizar serán Led (Clase I), con sistema de protección a tierra independiente, como se aprecia en los metrados y planos del proyecto” (MEM/DGE, 2003).

La clasificación del alumbrado de acuerdo al Tipo de alumbrado, según la clasificación vial: En caso del Proyecto: Arterial -Tipo II.

Figura 25 *Tipos de alumbrado según la clasificación vial*

Tipo de vía	Tipo de alumbrado	Función	Características del tránsito y la vía
Expresa	I	-Une zonas de alta generación de tránsito con alta fluidez -Accesibilidad a las áreas urbanas adyacentes mediante infraestructura especial (rampas)	-Flujo vehicular ininterrumpido. - Cruces a desnivel. -No se permite estacionamiento. -Alta velocidad de circulación, mayor a 60 km/h. -No se permite paraderos urbanos sobre la calzada principal. -No se permite vehículos de transporte urbano, salvo los casos que tengan vía especial.
Arterial	II	-Une zonas de alta generación de tránsito con media o alta fluidez - Acceso a las zonas adyacentes mediante vías auxiliares.	-No se permite estacionamiento. -Alta y media velocidad de circulación, entre 60 y 30 km/h. -No se permiten paraderos urbanos sobre la calzada principal. -Volumen importante de vehículos de transporte público.

Fuente: CNE. (MEM/DGE, 2003) (R.D.018-2002-EM/DGE, 2002)

Generalidades:

Los Cálculos de Iluminación comprenden el cálculo de los niveles mínimos y máximos de Luminancia Media, Iluminancia Media, Uniformidad Media y Uniformidad longitudinal, de acuerdo al Tipo de Alumbrado. La Caída de Tensión y la determinación apropiada de los Calibres de los Conductores serán realizadas tomando en consideración los requerimientos de la Norma Técnica de Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución. (MEM/DGE, 2003)

El Proyecto posee las siguientes características generales:

- Tensión Nominal : 220 Voltios.
- Sistema Adoptado : Subterráneo.
- Tipo de Distribución : Monofásico.
- Frecuencia : 60 Hz.
- Tipo Conductor de fase : Cobre electrolítico, Aislado, Temple suave
- Pastoral : H=2000 mm, V=800, R= 1000
- Lámpara : Led de 90 Watts

Bases De Cálculo:

Las Redes de Alumbrado Público se calculan teniendo en cuenta los requisitos del Código Nacional de Electricidad, Decreto Ley N° 25844 Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, R.M. 013-2003-EM/DM y otras Normas del Ministerio de Energía y Minas” (CNE, 2012).

Se consideran los siguientes parámetros, dado que nos encontramos en una zona urbana:

- Tipo de Vía
- Tipo de calzada
- Niveles de Luminancia, Iluminancia e índice de control de deslumbramiento
- Uniformidad de Luminancia y Uniformidad de Iluminancia

Estándares de Calidad de Alumbrado:

Toda instalación de alumbrado público debe cumplir, como mínimo, con los niveles de alumbrado para tráfico motorizado, tráfico peatonal y áreas públicas recreacionales, desde la etapa de diseño como en el control de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, la fiscalización por parte de la Autoridad y reclamaciones que pudieran realizar los usuarios. (N.T., 2002)

Requerimientos para el diseño y la puesta en operación de nuevas instalaciones:

Para las nuevas instalaciones, así como para su diseño de iluminación, se consideran en la parte de la vía, los niveles de luminancia, iluminancia e índices de control de deslumbramiento establecidos en la tabla 14, de acuerdo al tipo de alumbrado que corresponde a la vía. (N.T., 2002)

La identificación de los tipos de calzada se realizará de acuerdo al siguiente cuadro.

Tipo de superficie	Tipo de calzada
Revestimiento de concreto	Clara
Revestimiento de asfalto	Oscura
Superficie de tierra	Clara

Figura 26 Niveles de luminancia, iluminancia e índice de control de deslumbramiento

Tipo de Alumbrado	Luminancia Media revestimiento seco (cd/m ²)	Iluminancia Media (Lux)		Índice de Control de deslumbramiento (G)
		Calzada Clara	Calzada oscura	
I	1.5 - 2.0	15 – 20	30 - 40	≥ 6
II	1.0 - 2.0	10 – 20	20 - 40	5 – 6
III	0.5 - 1.0	5 – 10	10 -20	5 – 6
IV		2 – 5	5 -10	4 – 5
V		1 – 3	2 -6	4 – 5

Fuente: R.M. 013-2003-EM/DM

En caso de vías exclusivamente peatonales, deberá considerarse un nivel de iluminancia media equivalente al tipo de alumbrado V.

Uniformidad de luminancia e iluminancia:

La repartición de luminancia e iluminancia debe ser lo suficientemente uniforme para que todo obstáculo destaque por su silueta, cualquiera sea la posición del observador” (N.T., 2002).

En ambos casos se respetarán los valores que a continuación se señalan en las Tablas 15 y 16.

Tabla 29 *Uniformidad de Luminancia*

Tipo de Alumbrado	Uniformidad longitudinal	Uniformidad Media
I	≥ 0.70	≥ 0.40
II	≥ 0.65	≥ 0.40

Fuente: R.M. 013-2003-EM/DM

Tabla 30 *Uniformidad media de Iluminancia*

Tipo de Alumbrado	Uniformidad Media
III	0,25 - 0,35
IV, V	$\geq 0,15$

Fuente: R.M. 013-2003-EM/DM

En conclusión, se considerará luminarias de 90 Watts tipo LED según fichas homologadas por el MEM (90-100W).

Características del diseño:

Para el presente proyecto se han tomado en cuenta los siguientes valores

- Factor de Simultaneidad : 1.0
- Factor de Potencia : 0.95
- Factor de Mantenimiento : 0.8
- Tensión Nominal (Vn) : 220
- Máxima Caída de Tensión : 5% Vn

Además, las vías a iluminar tienen las siguientes características

➤	Tipo de Iluminación	:	Tipo II
➤	Potencia de Luminaria	:	90 W Led (Según fichas homologadas)
➤	Altura de montaje	:	9 metros.
➤	Tipo de Revestimiento	:	Concreto
➤	Ancho de la Calzada	:	7.00 metros
➤	Número de Carriles	:	2
➤	Disposición	:	Unilateral y Bilateral tresbolillo.
➤	Distancia/Luminarias	:	30.00 metros (Promedio)
➤	Angulo de Inclinación	:	0°
➤	Tipo de Red	:	Subterránea
➤	Tipo de Conductor	:	N2XOH
➤	Sección de Conductor	:	16 mm ²
➤	Poste	:	9/300 de Concreto armado centrifugado
➤	Pastoral	:	Fierro galvanizado DH= 1.15 - DV=1.80

2.4.1. Especificaciones técnicas:

Generalidades

Las especificaciones técnicas fueron complementarias al proyecto de ingeniería del presente expediente técnico y por lo tanto el momento de la ejecución de la construcción se ha respetado las especificaciones técnicas de los materiales electromecánicos. Los cambios de alguna especificación técnica serán de absoluta responsabilidad del ejecutor, la ENTIDAD tiene la facultad de efectuar cambios a las especificaciones técnicas contenidas en el presente documento. La obra se ejecutó de acuerdo a los planos aprobados por LA ENTIDAD; las especificaciones técnicas del proyecto presentan el proceso constructivo, materiales, equipos, mano de obra, unidad de medida y forma de pago. Los pagos fueron efectuados de acuerdo a las unidades de medida previamente (R.D.-025-2003-EM/DGE, 2003)

Consideraciones particulares:

El ejecutor presento, antes de dar inicio a los trabajos, definió y preciso las incompatibilidades que pudiera contener el proyecto, estas fueron comunicadas a LA ENTIDAD para que eleve las consultas correspondientes al Proyectista y gestione su pronunciamiento. Las modificaciones del proyecto que no genere incremento en el presupuesto de obra, pero si incremento en el plazo de ejecución de la obra fueron reconocidas por la empresa proyectista y por LA ENTIDAD. (R.D.-025-2003-EM/DGE, 2003)

De los materiales

El acopio de los materiales se realizó de manera racional, de tal manera que su presencia no causó malestar en la ejecución de la misma, o que por excesivo tiempo de almacenamiento desmejore las propiedades o viviendas particulares (R.D.-025-2003-EM/DGE, 2003).

El Residente puso en consideración del Supervisor los materiales que se usaron en la obra. El Supervisor dio visto bueno y autorizo la adquisición y el empleo o uso de los materiales destinados a la obra (R.D.-025-2003-EM/DGE, 2003).

De las pruebas

Es obligación del ejecutor, durante el transcurso de la ejecución de la obra, se realizó todas las pruebas, análisis y ensayos necesarios para la verificación del óptimo funcionamiento de la obra ejecutada. (R.D.-025-2003-EM/DGE, 2003)

Todas las pruebas que se realizaron como: pruebas de equipos de transformación, pruebas de las redes eléctricas de aislamiento y continuidad de redes de media tensión y baja tensión desenergizadas, pruebas de puesta a tierra y otros que se ameritaron, previa coordinación y en presencia de los supervisores de la empresa concesionaria Electro Sur Este S.A.A. y supervisores del proyecto. (R.D.-025-2003-EM/DGE, 2003)

Validez de Las Especificaciones

En el caso de existir divergencia entre los documentos del proyecto:

- 1.- Los planos tienen validez sobre las especificaciones técnicas, metrados y presupuesto.
- 2.- Las especificaciones técnicas tienen validez sobre metrados y presupuestos.
- 3.- Los metrados tienen validez sobre los presupuestos.

Los metrados son referenciales y la omisión parcial o total de una partida no dispenso al ingeniero residente de su ejecución.

Las especificaciones técnicas se complementaron con los planos y con los metrados respectivos en forma tal que las obras fueron ejecutadas en su totalidad.

2.4.2. Planilla de metrado y presupuesto detallado del proyecto

Tabla 31 Presupuesto general del proyecto-Costo Directo

DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL
COMPONENTE 01 ADECUADA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA EN REDES DE MEDIA TENSION					2,413,453.31
COMPONENTE 01: ADECUADA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA EN REDES DE MEDIA TENSION					746,696.5
OBRAS PROVICIONALES					38,207.86
Almacén, oficina y guardiana	mes	11	3350	36850	
Cartel de obra 2.40m x 3.60m	und	1	1357.86	1357.86	
INSTALACIONES PROVISIONALES					13517
Servicio de energía eléctrica	mes	6	165	990	
Servicio de agua potable	mes	6	90	540	
Servicio de comunicación	mes	6	150	900	
Almacén Provisional de Obra	m ²	100	110.87	11087	
REPLANTEO					7,829.91
Trazo y replanteo redes primarias y subestaciones	km	0.59	5224.91	3082.7	
Ingeniería de detalle de redes primarias y subestaciones	km	0.59	2821.2	1664.51	
Replanteo durante la ejecución de la obra de acuerdo a la ingeniería de detalle	km	0.59	5224.91	3082.7	
SEGURIDAD Y SALUD					59,414.08
Elaboración e Implementación del Plan de Gestión de Riesgos	ser	1	3200	3200	
Equipos de protección individual 1	jgo	3	6481.6	19444.8	

Equipos de protección individual 2	jgo	1	6136.84	6136.84	
Equipos de protección colectiva 1	jgo	3	675	2025	
Equipos de protección colectiva 2	jgo	2	270	540	
Recursos para respuestas ante emergencias en seguridad y salud durante el trabajo	ser	1	3217.5	3217.5	
Señalización Temporal de Seguridad	glb	1	13209.04	13209.04	
Hidratación de Personal Obrero	dia	90	29.74	2676.6	
Equipos de protección	und	1	5824	5824	
Implementación de acciones contra el COVID 19					3,140.3
Recursos para repuesta ante emergencia en seguridad y salud durante el trabajo contra COVID 19	und	1	2093.3	2093.3	
Set de elementos de protección personal para personal obrero para COVID 19	und	0.3	3490	1047	
GESTION DE AUTORIZACIONES CIRA, DIA Y OTROS					8,999.86
Plan de prevención de riesgos ante desastres naturales	glb	1	6850	6850	
Gestión de inicio de obra ante la concesionaria ELSE	glb	1	2149.86	2149.86	
INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA					1,0567.9
Instalación de puesta a tierra MT	jgo	5	1553.99	7769.95	
Excavación de hoyo manual	m³	12	88.36	1060.32	
Eliminación de material excedente Dm=20km	m³	14.4	109.28	1573.63	
Identificación y señalización	und	5	32.8	164	
INSTALACIÓN DE BUZONES MT					30,153.59
Trazo y replanteo	m²	19.37	5.49	106.34	
Excavación de hoyo manual	m³	36.51	88.36	3226.02	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	598.83	5.26	3149.85	
Encofrado y desencofrado (caravista)	m²	184.52	44.57	8224.06	
Concreto f'c=210 kg/cm2 para losa de tapa de buzón	m³	1.74	504.09	877.12	

Concreto f'c=210 kg/cm2 para base y paredes de buzón	m³	15.73	488.63	7686.15	
Solado de concreto 1:10 C:H, E=4cm	m²	19.37	41	794.17	
Eliminación de material excedente Dm=20km	m³	41.84	56.97	2383.62	
Diseño de Mezcla	und	1	1000	1000	
Reforzamiento de Tapa de Buzón	kg	379.56	7.13	2706.26	
INSTALACIÓN DE CONDUCTOR SUBTERRANEO MT					393,601.93
Corte y rotura de pavimento flexible - asfalto (Incl. Perfilado bordes)	m²	75.6	14.22	1075.03	
Excavación manual de zanja	m³	391.56	124.86	48890.18	
Traslado de cable de energía, unipolar N2XSY 50 mm2	m	1950	4.02	7839	
Colocación de tubería PVC 4"	m	1222.14	40.63	49655.55	
Colocación de tapón PVC 4"	und	48	17.03	817.44	
Suministro e Instalación de Ducto de Concreto (2 Vías)	m	31	127.84	3963.04	
Tendido cable de energía, unipolar N2XSY 50 mm2, 18/30kv	m	1950	84.38	164541	
Relleno y compactación manual c/arena	m³	100.73	178.75	18005.49	
Relleno y compactación manual c/material propio cernido	m³	235.3	8.75	2058.88	
Cinta señalizadora	m	163	56.16	9154.08	
Reposición de pavimento flexible	m²	115.48	70.76	8171.36	
Eliminación de material excedente Dm=20km	m³	128.15	50.66	6492.08	
Cinta Señalizadora de Media y Baja Tensión	m	4494	3.45	15504.3	
Eliminación y Limpieza de Terreno en General con Maquinaria	m³	725	79.22	57434.5	
INSTALACIÓN DE SECCIONADORES, PARARRAYOS, TERMINACIONES Y ACCESORIOS					21,072.96
Instalación de seccionadores CUT OUT 15 KV, 100A	und	3	434.87	1304.61	

Instalación de fusibles tipo K, 12KV, 8A	und	3	15.04	45.12	
Instalación de pararrayos 12KV	und	3	360.6	1081.8	
Colocación de Terminales tipo exterior Autocontraíble 18/36KV p/cond. Cu de aislamiento seco de 50mm2	und	3	2784.39	8353.17	
Colocación de Cabezas terminales tipo codo 18/36KV p/cond. Cu de aislamiento seco de 50mm2	und	9	1143.14	10288.26	
INSTALACION DE FERRETERIA					2929.97
Armado tipo PSEC-3P	jgo	1	2929.97	2929.97	
INSTALACION DE PLANTA BASE PARA TRANSFORMADOR					20000
Instalación de Infraestructura de Transformador	ser	1	20000	20000	
INSTALACION DE SUBESTACIONES					112,901.44
Instalación de Subestación trifásico de 125KVA, 10.5/0.22 KV tipo pedestal	equipo	1	56450.72	56450.72	
Instalación de Subestación trifásico de 125KVA, 10.5/0.22 KV tipo pedestal	equipo	1	56450.72	56450.72	
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					27,500
Pruebas Eléctricas Integral	ser	1	8000	8000	
Sensibilización	ser	3	2500	7500	
Instalación y puesta en servicio de transformadores	ser	1	12000	12000	
COMPONENTE 02: ADECUADA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA EN REDES DE BAJA TENSION					1,666,756.81
OBRAS PRELIMINARES BT					14,009.02
Trazo y replanteo redes secundarias y alumbrado público	km	2.53	4395.3	11120.11	
Ingeniería de detalle de redes secundarias y alumbrado publico	km	2.53	1141.86	2888.91	
INSTALACION DE POSTES DE CONCRETO BT					11,8691.17

Transporte de poste de 9 m. C°A°C° de almacén a punto de izaje	und	93	69.91	6501.63	
Rotura de vereda de concreto	m²	19.1	19.1	364.81	
Excavación de hoyo manual	m³	93.69	88.36	8278.45	
Izaje de poste C°A°C° de 9 m.	und	93	754.79	70195.47	
Cimentación con concreto ciclópeo para poste de 9 m.	und	93	272.41	25334.13	
Eliminación de material excedente Dm=20km	m³	119.45	42.4	5064.68	
Identificación y señalización	und	90	32.8	2952	
INSTALACION DE CONDUCTOR SUBTERRANEO BT					1,056,109.28
Rotura de vereda de concreto	m²	202.4	19.1	3865.84	
Corte y rotura de pavimento flexible - asfalto (Incl. Perfilado bordes)	m²	12.6	14.22	179.17	
Excavación manual de zanja	m³	1033.79	47.37	48970.63	
Traslado de cable n2xoh de 50 mm2	m	4850	3.97	19254.5	
Traslado de cable n2xoh de 16 mm2	m	5499.65	3.97	21833.61	
Traslado de cable n2xoh de 10 mm2	m	2799.82	3.97	11115.29	
Colocación de tubería PVC 4"	m	2854.52	42.13	120260.93	
Colocación de tubería PVC 2"	m	2652.78	22.3	59156.99	
Suministro e Instalación de Ducto de Concreto (2 Vías)	m	191	144.44	27588.04	
Tendido de cable n2xoh de 50 mm2	m	4850	58.57	284064.5	
Tendido de cable n2xoh de 16 mm2	m	5499.82	27.75	152620.01	
Tendido de cable n2xoh de 10 mm2 (PAT)	m	2799.82	23	64395.86	
Cinta señalizadora	m	793	53.5	42425.5	
Relleno y compactación manual c/arena	m³	219.79	178.75	39287.46	
Relleno y compactación manual c/material propio cernido	m³	503.95	34.88	17577.78	
Reposición de vereda de concreto	m²	21	68.89	1446.69	
Reposición de pavimento flexible	m²	81.97	70.76	5800.2	
Eliminación de material excedente Dm=20km	m³	302.37	42.4	12820.49	
Acarreo de Materia - arena fina	m³	250	70.02	17505	
Acarreo de Materia - Tierra Negra	m³	57	70.02	3991.14	
Sellado de Tuberías y Cajas de Paso	und	1	4464.07	4464.07	

Kit de empalme subterráneo de 6-16 mm2	und	300	61.88	18564	
Kit de empalme subterráneo de 16-120mm2	und	365	68.88	25141.2	
Limpieza de Ductos	gbl	1	406.38	406.38	
Colocación de tubería EMT 4"	m	60	210.4	12624	
Traslado de Materiales	día	127	250	31750	
Reposición de Vereda de Concreto	ser	1	9000	9000	
INSTALACION DE BUZONES BT y CAJAS DE REGISTRO					130,447.8
Trazo y replanteo	m²	52.08	3.39	176.55	
Excavación de hoyo manual	m³	53.76	61.86	3325.59	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	1455.22	5.26	7654.46	
Encofrado y desencofrado (caravista)	m²	326.18	44.57	14537.84	
Concreto f'c=210 kg/cm2 para losa de tapa de buzón	m³	2.87	434.58	1247.24	
Concreto f'c=210 kg/cm2 para base y paredes de buzón	m³	25.85	441.64	11416.39	
SOLADO DE CONCRETO 1:10 C.H., E=4 cm.	m²	33.6	40.63	1365.17	
SUMINISTRO, COLOCACION DE MARCO Y TAPA DE HIERRO DUCTIL	jgo	35	1140.79	39927.65	
Traslado de cajas de registro de 60x60x70cm, e=6cm de almacén a punto de montaje	pza	155	17.39	2695.45	
Instalación de caja de registro de AP y CD de 60x60x70cm (Según detalle)	und	155	284.23	44055.65	
Eliminación de material excedente Dm=20km	m³	95.42	42.4	4045.81	
INSTALACION DE PUESTA A TIERRA AP					24,738.57
Excavación de hoyo manual	m³	30.07	88.82	2670.82	
Instalación de puesta a tierra BT	und	15	967.81	14517.15	
Eliminación de material excedente Dm=20km	m³	48.96	42.4	2075.9	
Identificación y señalización	und	15	32.8	492	
Mejoramiento puesto a tierra BT	und	15	332.18	4982.7	

INSTALACION DE EQUIPOS DE ALUMBRADO PUBLICO					226,537.32
Instalación de pastoral simple tipo 01 de A°G° (Poste de C.A.C)	jgo	82	178.75	14657.5	
Instalación de pastoral doble tipo 01 de A°G° (Poste de C.A.C)	jgo	0	228.66	0	
Instalación de luminaria LED 90 W	eq	118	1755.83	207187.94	
Instalación de pastoral doble Brazo Largo	jgo	18	260.66	4691.88	
PRUEBAS Y PUESTAS EN SERVICIO BT					0
DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS BT Y ACONDICIONAMIENTO DE ACOMETIDAS					96,223.65
POSTES					18,294.45
Desmontaje de Postes de C°A°C° de 8-10m (Incl. Excavación, Rellenos, Entrega a Almacén ELSE Cachimayo)	und	33	302.77	9991.41	
Desmontaje de Postes de Metal de 6-10m (Incl. Excavación, Rellenos, Entrega a Almacén ELSE Cachimayo)	und	8	162.88	1303.04	
Traslado de Material Electromecánico Desmontado	ser	1	7000	7000	
CONDUCTORES Y/O CABLES					11,556.5
Desmontaje de Conductores Autoportante (Incl. Accesorios y Entrega a Almacén Cachimayo)	m	1219.04	9.48	11556.5	
FERRETERIA, AISLADORES Y ACCESORIOS					4,608.45
Desmontaje de Armado de Alineamiento BT (Incl. Aisladores, Accesorios y Entrega a Almacén de Obra)	jgo	24	34.04	816.96	
Desmontaje de Armado de Derivación y Anclaje BT (Incl. Aisladores, Accesorios y Entrega a Almacén de Obra)	jgo	3	34.04	102.12	

Desmontaje de Armado de Anclaje BT (Incl. Aisladores, Accesorios y Entrega a Almacén de Obra)	jgo	6	34.04	204.24	
Desmontaje y montaje de redes de Comunicación	und	33	105.61	3485.13	
RETENIDAS					158.55
Desmontaje de Retenida Simple Parte Visible (Incl. Entrega a Almacén de ELSE Cachimayo)	jgo	1	52.85	52.85	
Desmontaje de Retenida Vertical Parte Visible (Incl. Entrega a Almacén de ELSE Cachimayo)	jgo	2	52.85	105.7	
PUESTA A TIERRA					66.08
Desmontaje de Puestas a Tierra BT Parte Visible (Incl. Accesorios y Entrega a Almacén de ELSE Cachimayo)	jgo	2	33.04	66.08	
ALUMBRADO PUBLICO					3,749.86
Desmontaje de Alumbrado Público (Incl. Accesorios y Entrega a Almacén ELSE Cachimayo)	jgo	41	91.46	3749.86	
ACOMETIDAS DOMICILIRIAS					57,789.76
Picado y resane de Pared	und	112	90.09	10090.08	
Colocación de tubería PVC 1 1/2"	m	336	15.9	5342.4	
Desconexión y Conexión de Red	und	112	378.19	42357.28	
Costo Directo					2,413,453.31

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

2.4.3. Relación de planos existentes

Tabla 32 Descripción de los planos y nomenclatura

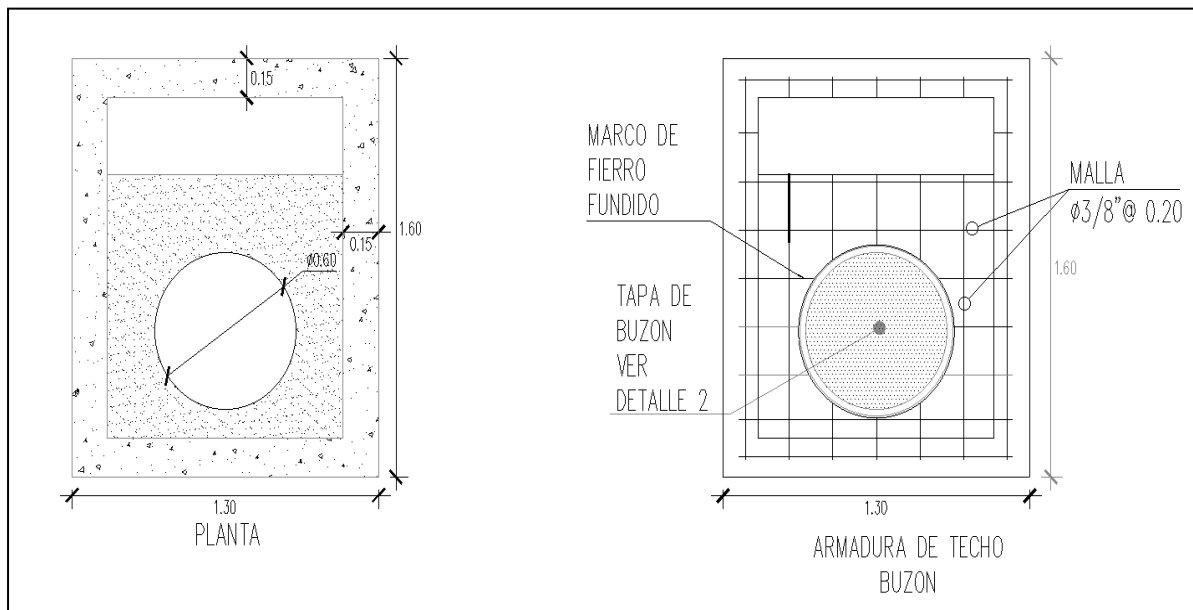
Descripción	Nomenclatura
Redes de media tensión 01	RP 01
Redes de media tensión 02	RP 02
Redes de baja tensión 01	RS 01
Redes de baja tensión 02	RS 02
Redes de desmontaje 01	PD-01
Redes de desmontaje 02	PD-02

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

2.4.4. Detalles constructivos: Red primaria

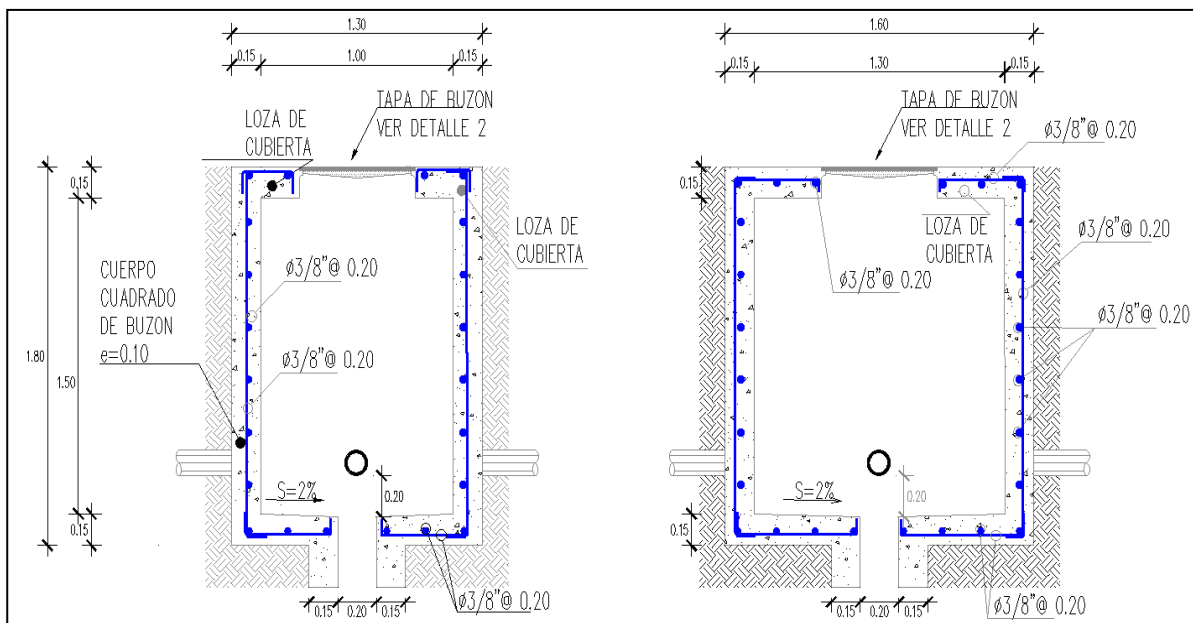
BUZON TIPO I:

Figura 27 Vista de planta y armadura de techo tipo Buzón



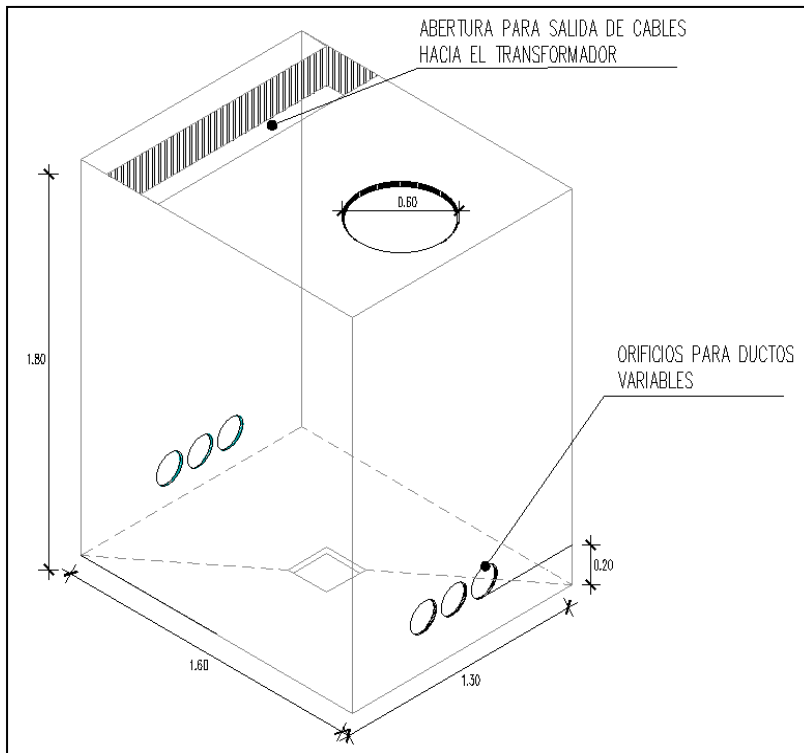
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 28 Detalle de corte A-A y B-B



Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

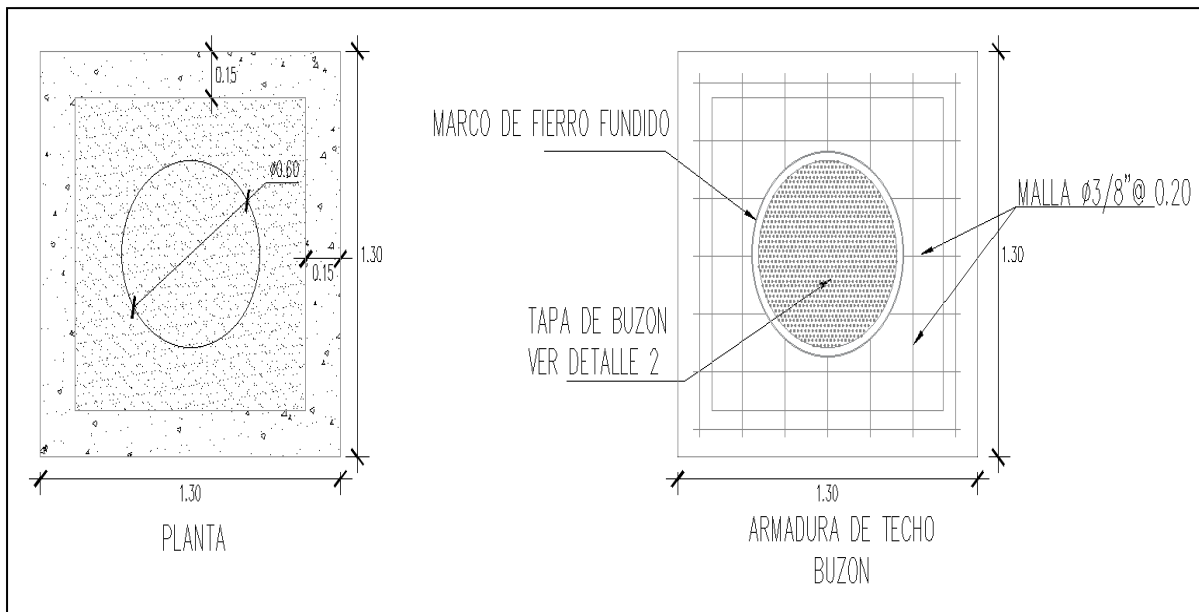
Figura 29 *Detalle Isométrico*



Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

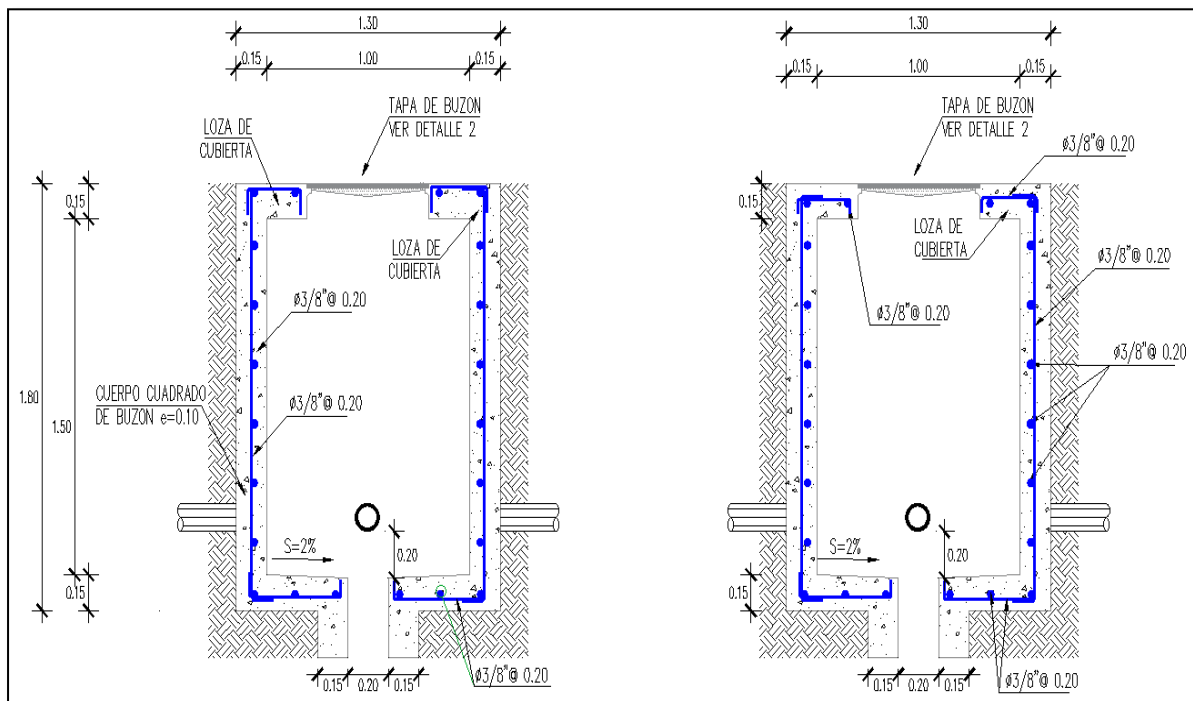
BUZON TIPO II:

Figura 30 *Vista de planta y armadura de techo tipo Buzón*



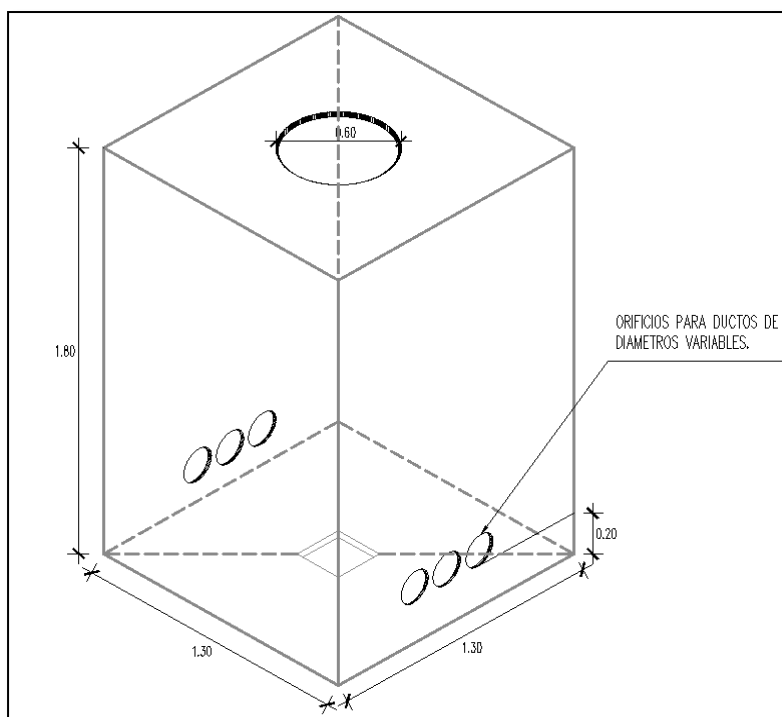
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 31 Detalle de corte A-A y B-B



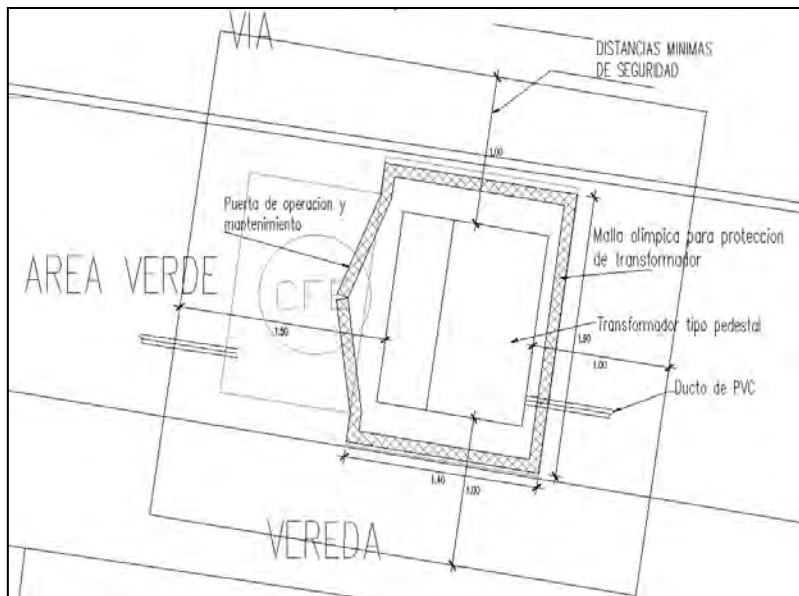
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 32 Detalle Isométrico



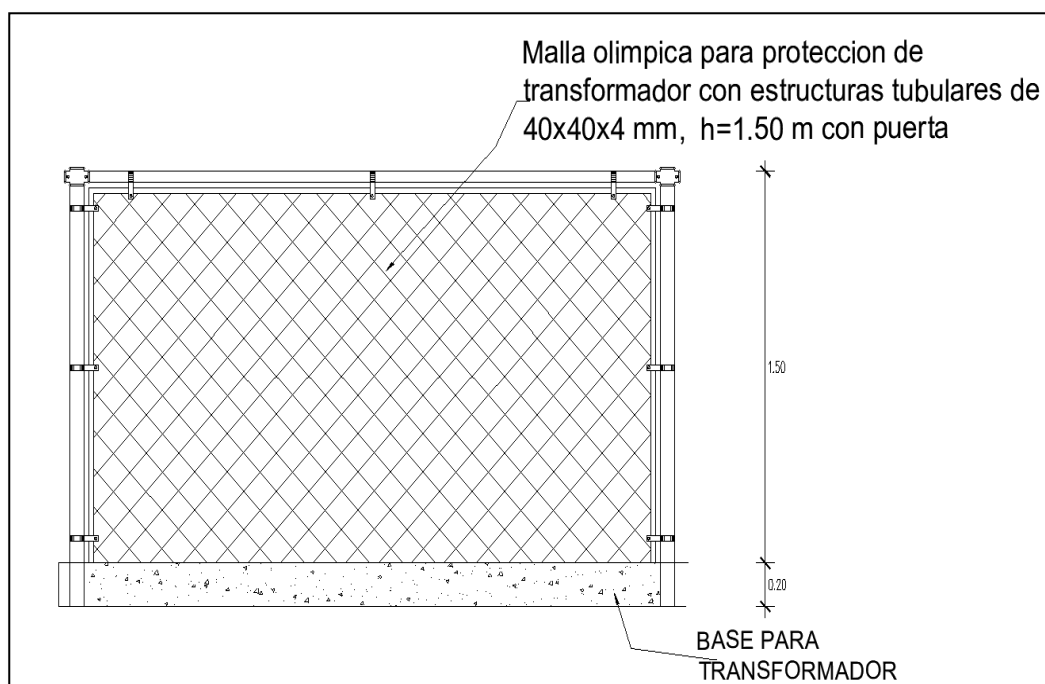
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 33 Detalle de diseño de malla de protección olímpica (vista de planta)



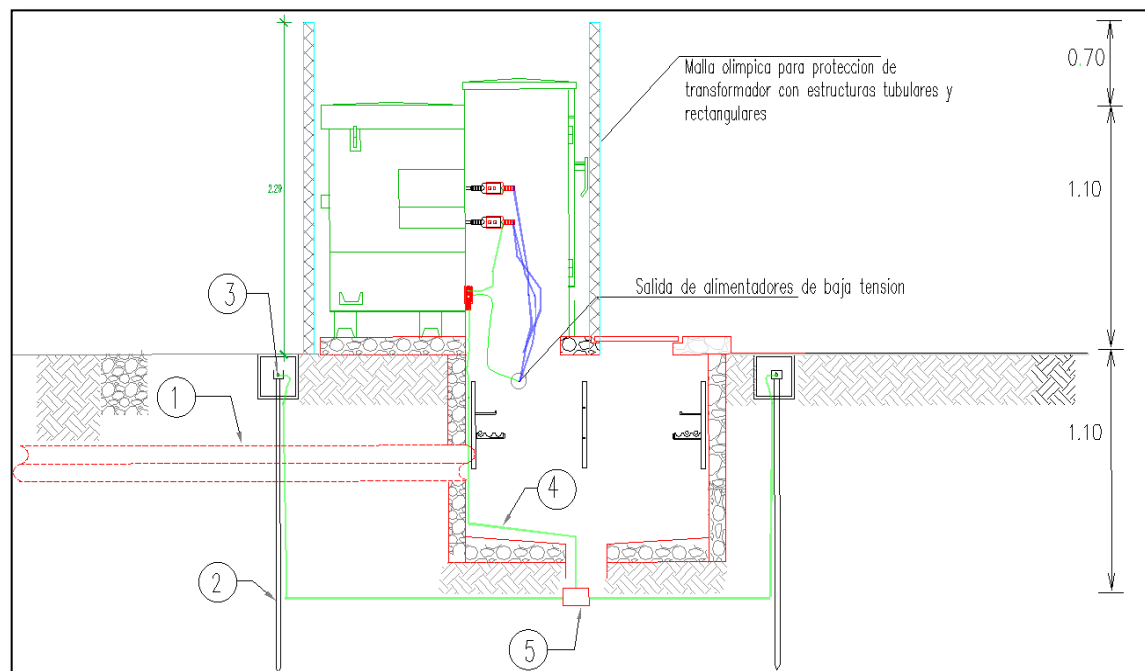
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 34 Detalle de malla de protección (vista lateral)



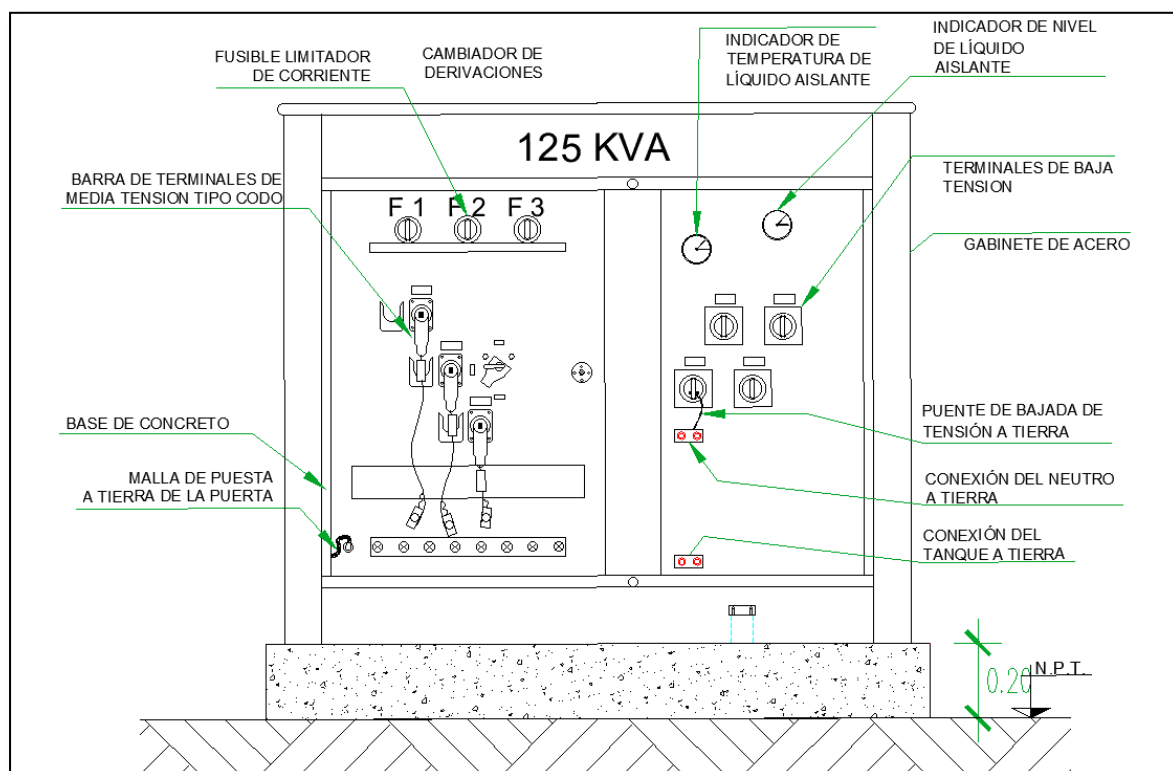
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 35 Detalle del transformador tipo pedestal



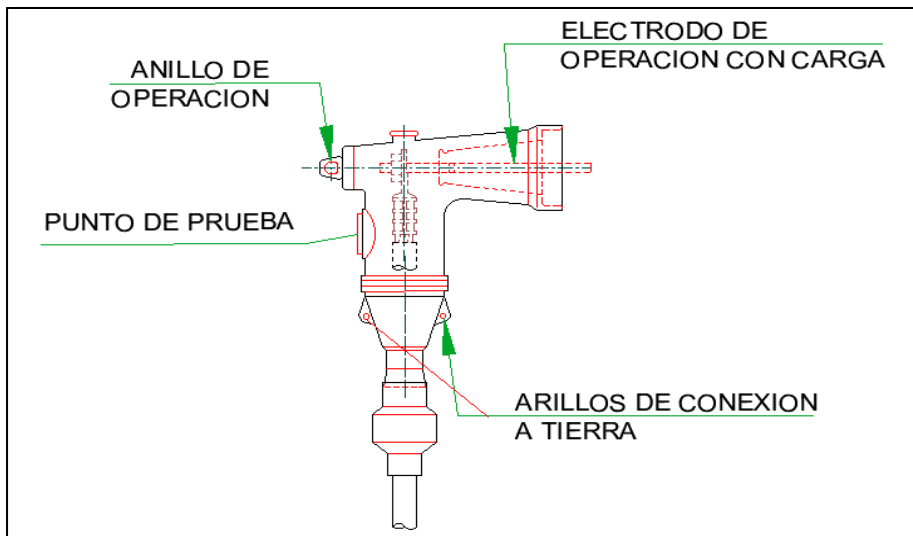
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 36 Partes del transformador tipo pedestal



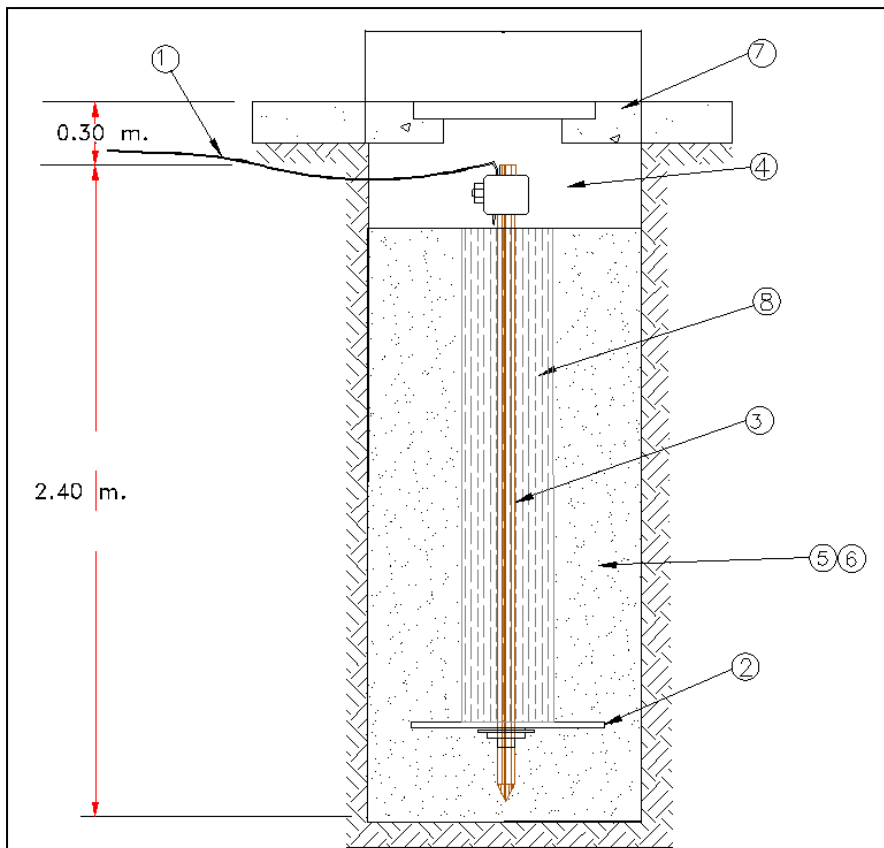
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 37 Detalle de terminal de media tensión tipo codo



Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 38 Detalle del sistema de puesta a tierra



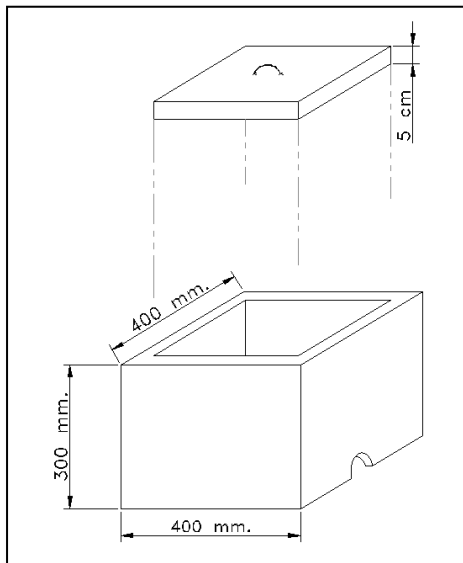
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Tabla 33 *Partes de un pozo a tierra*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
	CONDUCTOR DE CU DESNUDO, CABLEADO DE 25 mm ² , 7
1	HILOS
2	PLANCHA ANTIRROBO DE BRONCE DE 200x200x3mm C/Agujero de 19 mm
3	VARILLA DE COBRE DE 19 mm x 2.40 m., ROSCADO EN LA PUNTA C/T/A/CT
4	CONECTOR DE COBRE (ANDERSON) PARA VARILLA DE D=19 mm
5	BENTONITA x 30 Kg
6	TIERRA NEGRA CERNIDA – ARCILLA
7	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO CON TAPA 400x400x300
8	CEMENTO CONDUCTIVO

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 39 *Detalle de caja de registro*

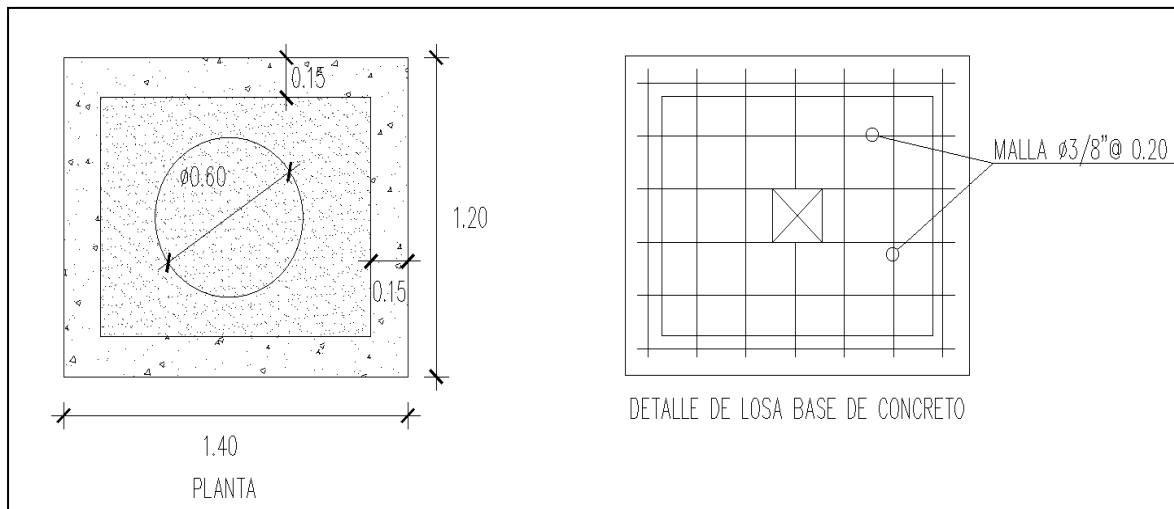


Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

2.4.5. Detalles constructivos: Red secundaria

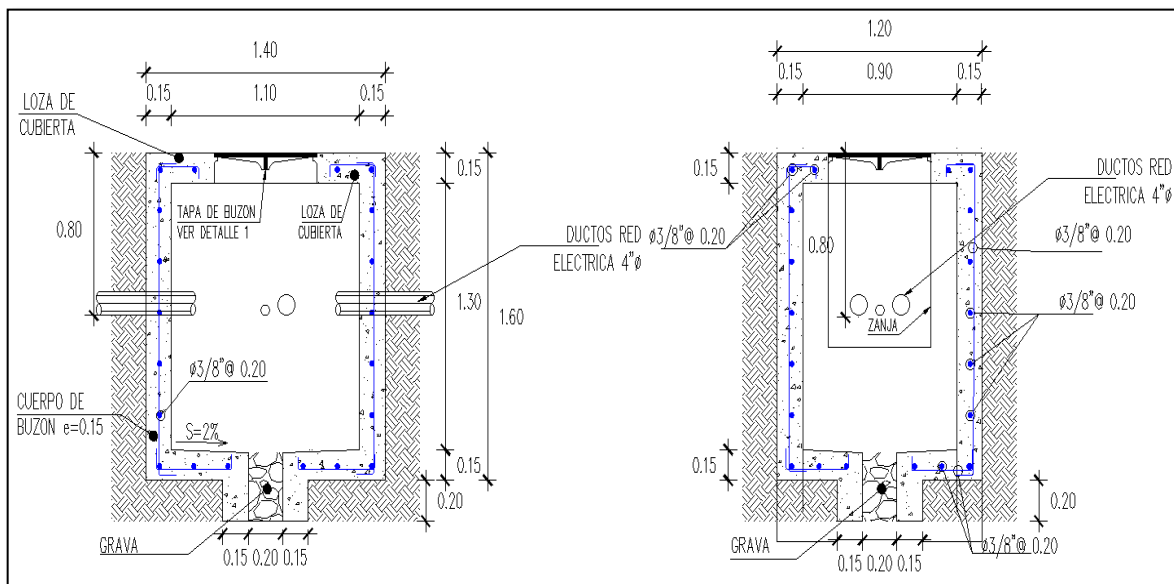
Detalle de buzón tipo A

Figura 40 Vista de planta y detalle de losa de concreto



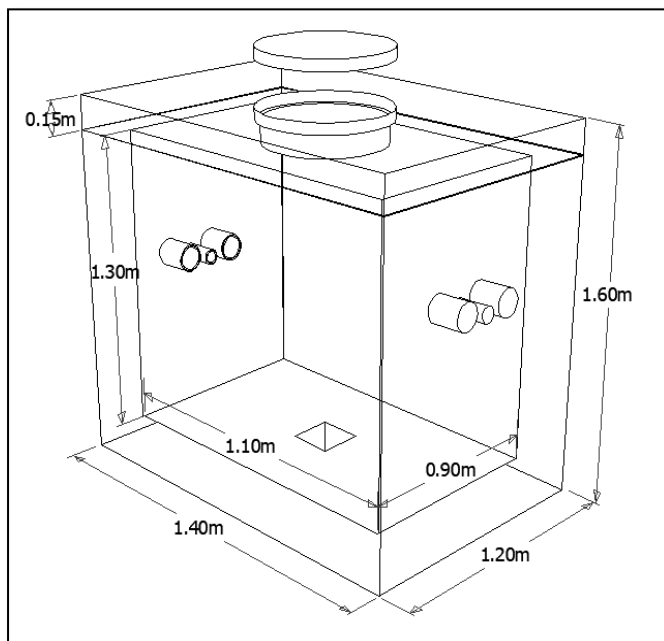
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 41 Detalle de corte A-A y B-B



Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

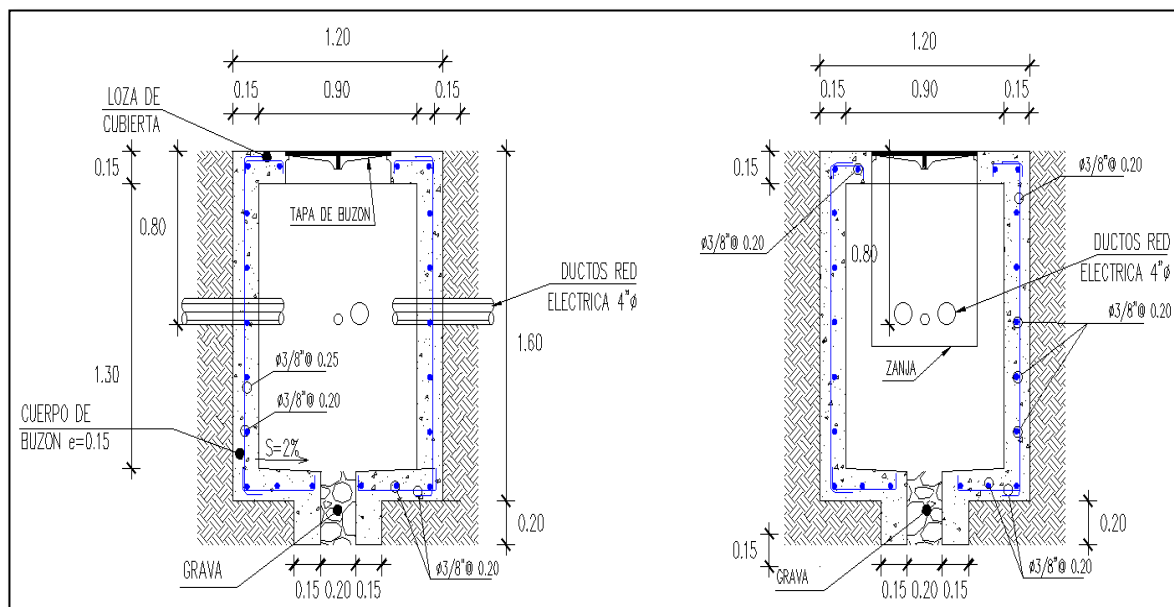
Figura 42 Detalle isométrico del buzón tipo A



Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

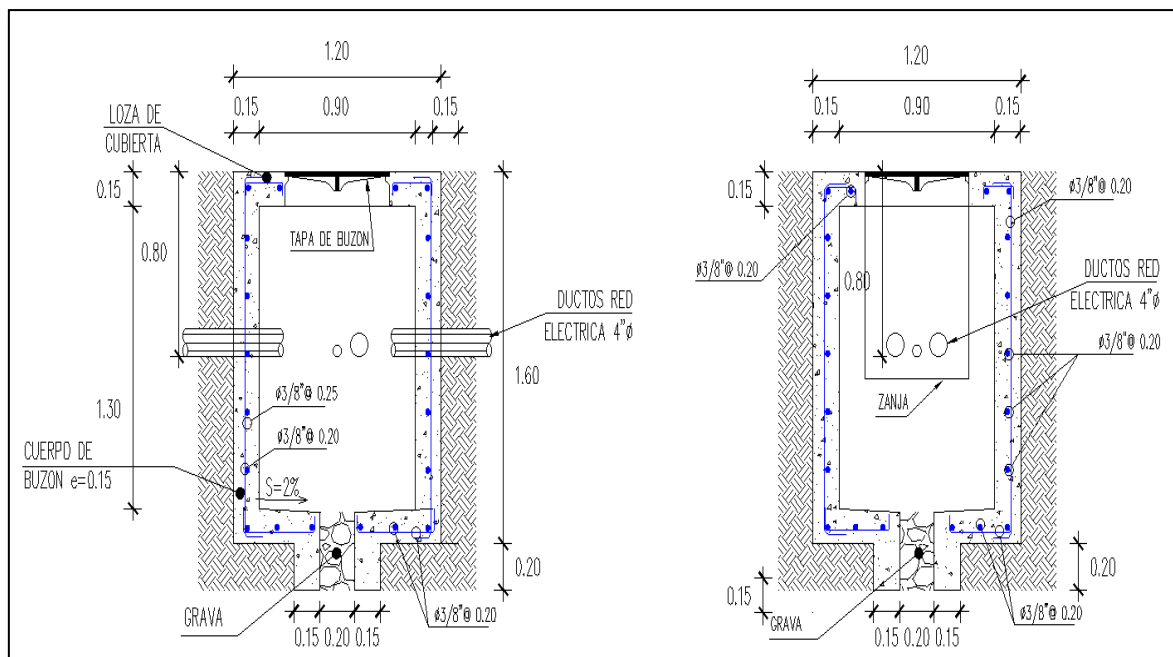
Detalle de buzón tipo B

Figura 43 Vista de planta y detalle de losa de concreto



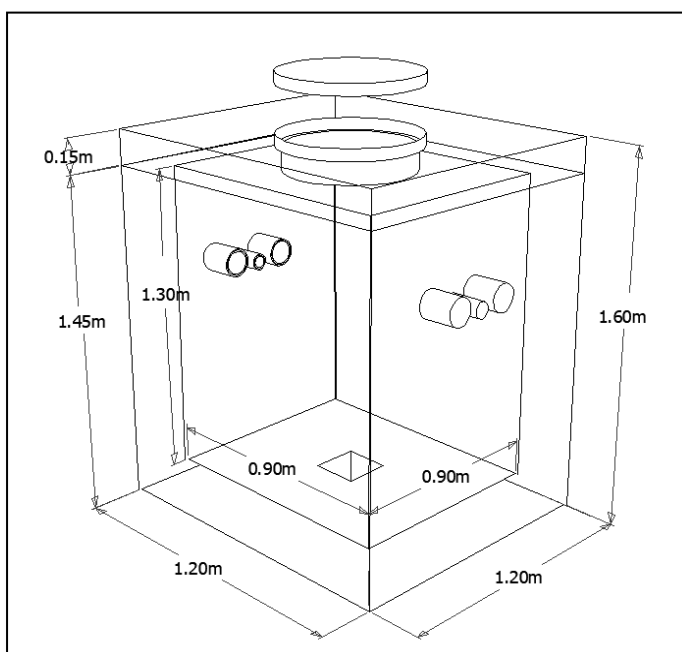
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 44 Detalle de corte A-A y B-B



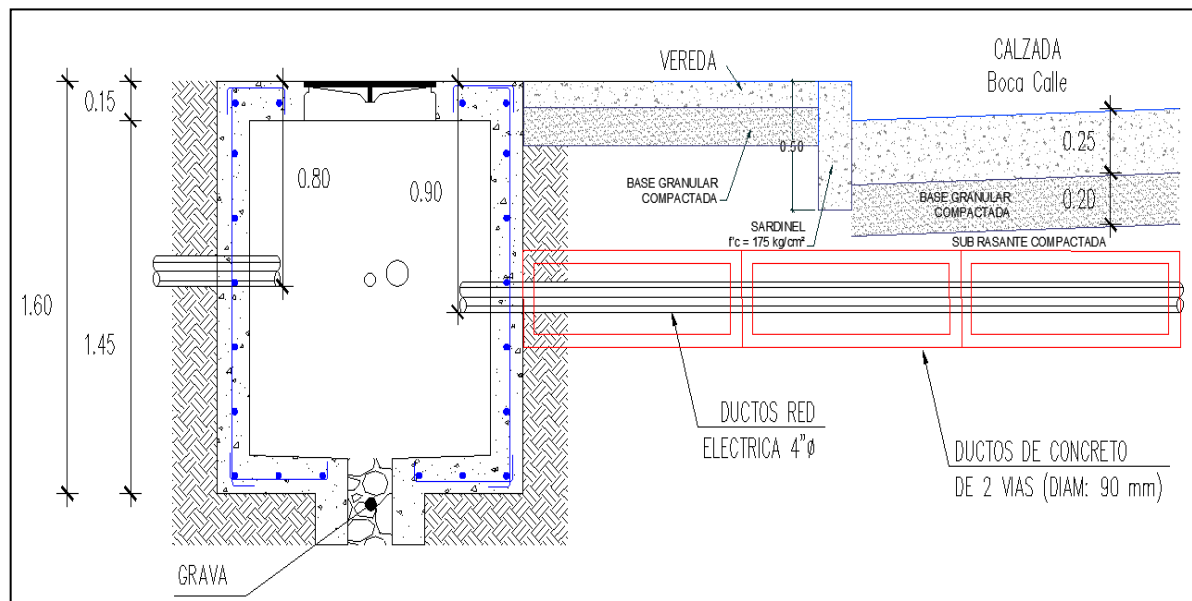
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 45 Detalle isométrico del buzón tipo B



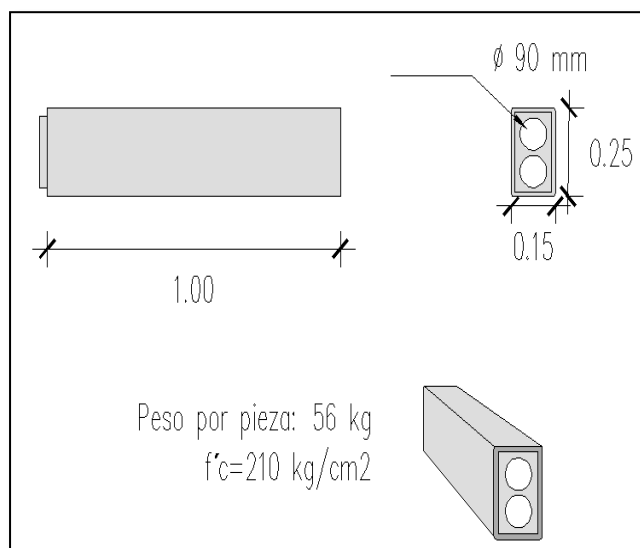
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 46 Detalle de corte longitudinal en cruce de vía



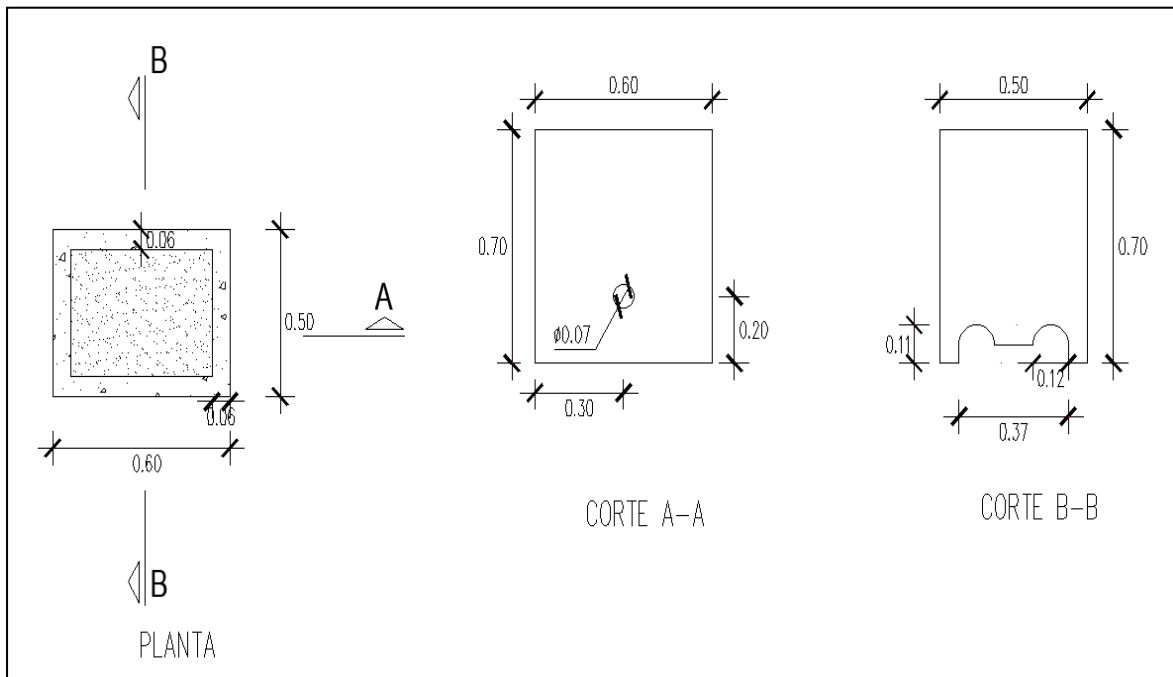
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 47 Detalle de ducto de concreto de 2 vías



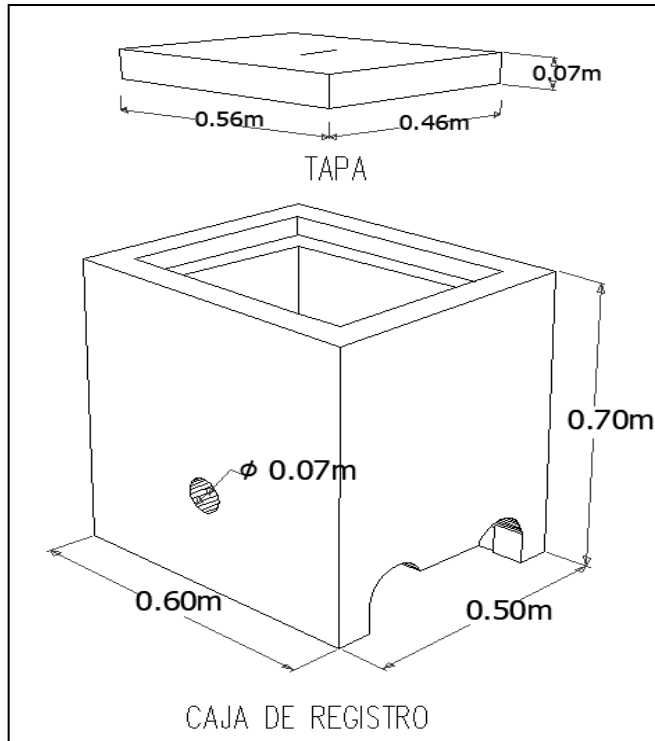
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 48 Detalle de planta y corte A-A y B-B



Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Figura 49 Detalle de caja de registro



Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

CAPITULO III

FASE DE EJECUCIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

3.1. Contratación de personal

La ejecución física del proyecto tuvo inicio el 24 de octubre del 2023, tal como se prescribe en cuaderno de obra y en el oficio N°GP-1890-2023 emitido por la empresa concesionaria Electro Sur Este S.A.A.

La contratación del personal de planta y de obra esta ceñido a lo establecido en el expediente técnico aprobado, donde se especifica la cantidad y el tiempo de personal para el cumplimiento de las metas del proyecto.

Personal de planta:

A continuación, se detalla los colaboradores de planta según especialidad y los tiempos estimados para su contratación, que corresponden según el cronograma de ejecución del proyecto.

Tabla 34 *Personal de planta requeridos por el proyecto según el cronograma de ejecución*

CANTIDAD				
ITEM	DESCRIPCION	N° PERSONAS	% PARTICIPACION	CANTIDAD (MESES)
01	Residente de Obra	01	100%	13.00
02	Ing. Especialista en Obras Civiles	01	100%	2.00
03	Arqueólogo	01	100%	10.00
04	Especialista de Seguridad en Obra y Salud Ocupacional	01	100%	11.00
05	Ing. Asistente de Obra	01	100%	12.50
06	Ing. Asistente de Obra (civil)	01	100%	11.00
07	Almacenero	01	100%	12.50
08	Asistente Administrativo	01	100%	12.50
09	Guardián	02	100%	12.00

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Personal de obra

Las horas hombre del personal de obra, son estimados según el rendimiento que rige CAPECO (Cámara Peruana de la Construcción) por cada una de las partidas o actividades necesarias dentro de la ejecución de un proyecto. (R.D.-020-2003-EM/DGE, 2003)

Estos rendimientos son tomados en cuenta en la elaboración del análisis unitario de todas las partidas del proyecto.

Tabla 35 *Personal de costo directo requeridos por el proyecto de inversión*

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD
OPERARIO	HH	4,469.86
PEON	HH	29,619.61
TOPOGRAFO	HH	200.29
OFICIAL	HH	8,514.82
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	88.50

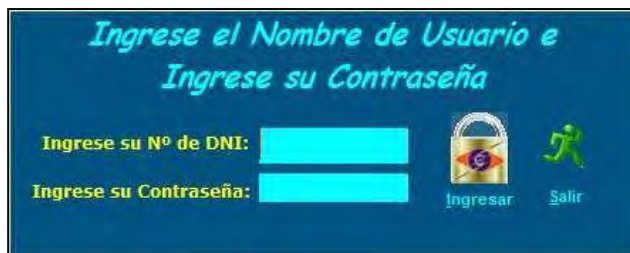
Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

3.2. Elaboración de requerimiento de personal, bienes y servicios.

Para el cumplimiento de metas de las partidas del proyecto se realizó el requerimiento para la adquisición de equipos, materiales, servicios, personal de planta y de obra.

La Municipalidad Provincial del Cusco cuenta con el sistema integrado de administración empresarial gubernamental (SIADeg) para cumplir con el proceso administrativo de control de requerimientos de personal, bienes y servicios.

Figura 50 *Ventana de ingreso al SIADeg*



Fuente: <https://siadeg.pe/>

Figura 51 Ventana de pantalla principal de SIADEG



Fuente: <https://siadeg.pe/>

3.3. Especificaciones técnicas de equipos y materiales

3.3.1. Transformador de distribución tipo pedestal compacto

Tabla 36 Componentes del transformador tipo pedestal compacto

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
1	02	Equipo	Transformador trifásico de 125 KVA de 10.5/0.38-0.22 KV tipo pedestal
2	01	Unidad	Interruptor termomagnético fijo 3x250A 50kA 220V
3	01	Unidad	Interruptor termomagnético fijo 3x200A 50kA 220V
4	01	Unidad	Interruptor termomagnético fijo 3x80A 25kA 220V
5	04	Unidad	Interruptor termomagnético fijo 3x70A 25kA 220V
6	02	Unidad	Interruptor termomagnético fijo 3x40A 25kA 220V
7	01	Unidad	Interruptor termomagnético fijo 3x32A 25kA 220V
8	02	Unidad	Interruptor termomagnético fijo 2x20A 25kA 220V

Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

Tabla 37 Datos de placa del transformador

Potencia	KVA	125
Tipo		Pedestal Tipo
		Anillo
Tensión primaria nominal	V	10500
Tensión secundaria nominal	V	380-220
Regulación en alta tensión	%	+2 x 2.5%
Frecuencia	Hz	60
Altura de operación	m.s.n.m	3200
BIL, onda 1.2/50 μ s primario secundario	KV	Interno: 150 / 30
		Externo: 125 / 30
Materiales devanados primario secundario		Cobre / Cobre
Corriente de cortocircuito primaria	KA	
Corriente de cortocircuito secundaria	KA	
Pérdidas en el hierro (vacío) al 100% de Vn	W	447
Pérdidas en el cobre (carga) a 85 °C	W	1750
Impedancia de cortocircuito a 85 °C	% Vn	4
Corriente de excitación al 100% de Vn	% An	1
Norma de fabricación y pruebas		ANSI
Grupo de conexión		DELT

Fuente: Elaboración propia-Expediente tecnico

Tabla 38 Partes del transformador de distribución compacto-pedestal

Ítem	Descripción	Ítem	Descripción
1	Boquillas de media tensión	10	Válvula de sobrepresión
2	Boquillas de baja tensión	11	Tapa de registro de mano
3	Base para conector tipo codo	12	Cambiador de derivaciones
4	Válvula de muestreo	13	Radiadores
5	Placa de datos	14	Indicador de temperatura
6	Conexión de prueba de hermeticidad	15	Conexión para filtro prensa
7	Oreja de izaje	16	Seccionador
8	Indicador de nivel	17	Tierra de media tensión
9	Fusibles de expulsión tipo bayoneta	18	Gabinete del tanque

Fuente: Elaboración propia-Expediente tecnico

Figura 52 Transformador compacto-tipo pedestal



Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Conductor subterráneo tipo N2XSY de 50 mm²

Tabla 39 Características técnicas del conductor subterráneo tipo N2XSY de 50 mm²

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
CARACTERÍSTICAS GENERALES		
FABRICANTE / PAÍS		
NÚMERO DE ALAMBRES		19
NORMA DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS		NTP-IEC 60502-2
TENSION NOMINAL	kV	18/30
DIMENSIONES		
SECCIÓN NOMINAL	mm ²	50
ESPESOR AISLAMIENTO	mm	8
ESPESOR CUBIERTA	mm	2
DIÁMETRO EXTERIOR PREVISTO DEL CONDUCTOR	mm	
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS		
PESO DEL CONDUCTOR	daN/km	
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
CAPACIDAD DE CORRIENTE (ENTERRADO)	A	203
CAPACIDAD DE CORRIENTE (AIRE)	A	286
CAPACIDAD DE CORRIENTE (DUCTO)	A	

Fuente: Elaboración propia-Expediente tecnico

Figura 53 Conductor subterráneo tipo N2XSY de 50 mm²



Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

3.3.3. Conductor subterráneo tipo N2XOH de 3-1X50 mm² y 3-1x25 mm²

Cable de cobre aislado con polietileno reticulado (XLPE) y con cubierta termoplástica libre de halógenos, cuya temperatura de operación es 90°C. Posee la marcación especial METRIUM. Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados y lugares de alta afluencia de público.

En redes eléctricas de distribución de baja tensión. Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados, aplicación directa en lugares de alta afluencia de público.

Se puede instalar en ductos, escalerillas eléctricas o bandejas portacables, en lugares secos y húmedos o mojados.

Clase 2

Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.

Cubierta externa: Compuesto termoplástico libre de halógenos HFFR-UV.

Cinta: Poliéster.

El cable tiene excelentes propiedades eléctricas. El aislamiento de polietileno reticulado permite mayor capacidad de corriente en cualquier condición de operación, mínimas pérdidas dieléctricas, alta resistencia de aislamiento. La cubierta exterior tiene las siguientes características: No propaga el incendio, baja emisión de humos densos y libre de halógenos. Resistencia a los rayos solares.

NORMAS:

Internacional IEC 60228; IEC 60332-1-2; IEC 60332-3-24; IEC 60502-1; IEC 60684-2; IEC 60754-1; IEC 60754-2; IEC 61034-2 Nacional ICEA S-95-658; NTPIEC 60228; NTP-IEC 60502-1; UL 2556

Figura 54 Conductor subterráneo tipo N2XOH de 3-1X50 mm² y 3-1x25 mm²

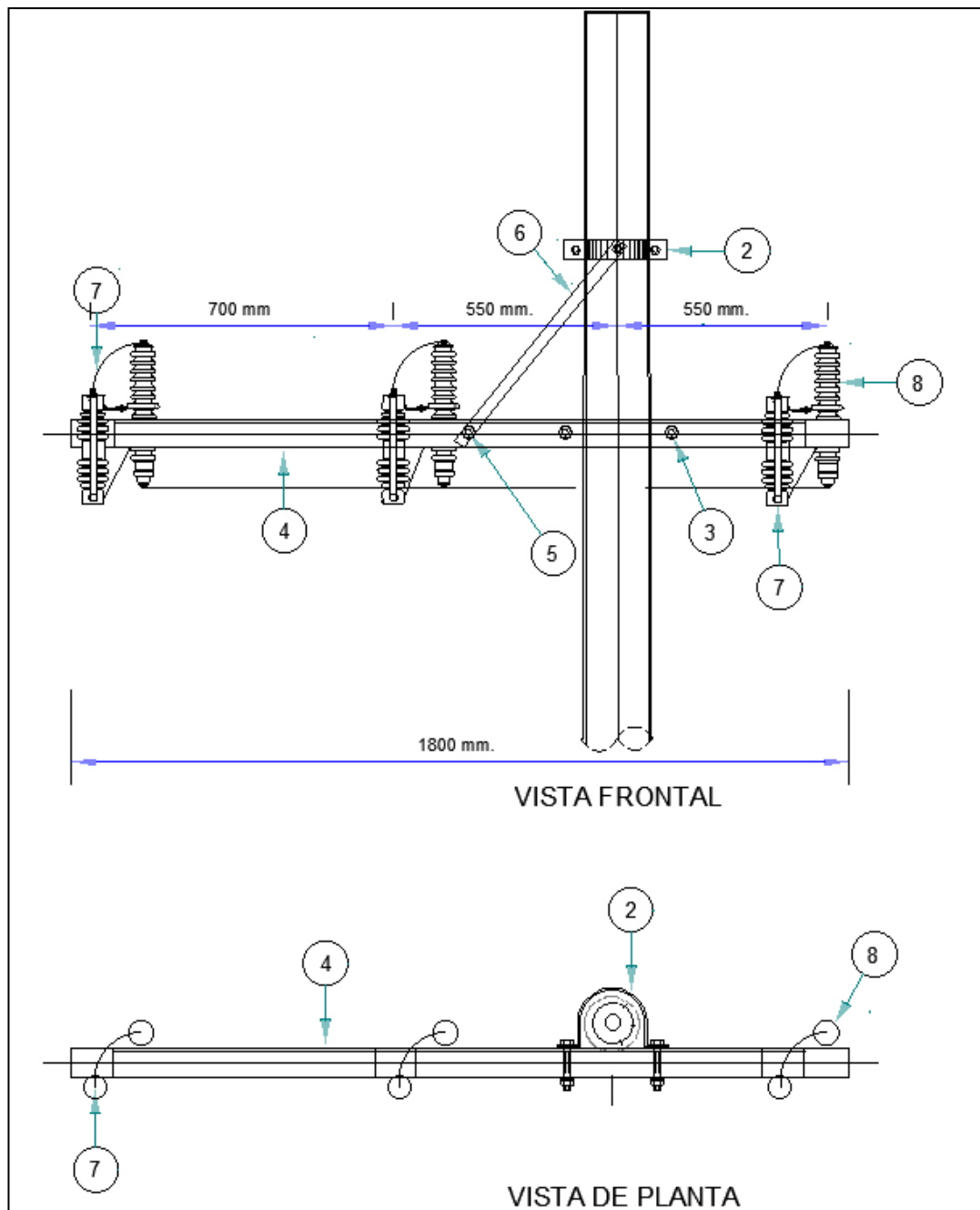


Fuente: Elaboración propia-Expediente técnico

3.3.4. Detalle de diseño de armado PSEC-3P

El armado PSEC-3P, se utilizó en el punto de seccionamiento y o derivación.

Figura 55 Detalle de diseño de armado PSEC-3P



Fuente: Elaboración propia

Tabla 40 Componentes de un armado tipo PSEC-3P

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	CONECTOR DE DOBLE VÍA DOS PERNOS AL-AL DE 16-120 MM ²
2	ABRAZADERA TIPO CCS DOBLE DE 64 MM, E=6.4 MM, D=170 MM C/2P/2T/2C/4A/2AP ABRAZADERA TIPO PARTIDO PARA CRUCETA DE 75 MM, E=6.4 MM, D=175 MM
3	C/2P/2T/2C/4A/2AP
4	PERFIL ANGULAR DE FIERRO GALVANIZADO DE 75*75*1800 MM, E=6.4 MM, 3 DADOS
5	PERNO MAQUINADO L=305 MM, D=16 MM C/T/C/2A/AP
6	RIOSTRA DE PERFIL ANGULAR DE F.G. 75X75X710MM, E=8.4 MM
7	SECCIONADOR UNIPOLAR 10.5 KV DIAM=438/597 MM LF>600MM/PULG. PESO=14 KG. 150 BIL
8	PARARRAYOS 12 KV

Fuente: Elaboración propia-Expediente tecnico

3.3.5. Equipos de protección y seccionamiento

- Pararrayos:

Los pararrayos instalados cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

IEC 99-1	SURGE ARRESTERS PART 1: NON LINEAR RESISTOR TYPE GAPPED ARRESTERS FOR A.C. SYTEMS
IEC 99-4	METAL OXIDE SURGE ARRESTERS WITHOUT GAPS FOR A.C. SYSTEMS
ANSI C-62.11	STANDARD FOR METAL-OXIDE SURGE ARRESTERS FOR AC POWER CIRCUITS (>1KV).

Condiciones Ambientales

Los pararrayos se instalaron según las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4500 m
- Humedad relativa : entre 50 y 95%
- Temperatura ambiente : -10 °C a 30 °C
- Contaminación ambiental : De escasa a moderada

Características Operación

El sistema eléctrico en el cual operan los pararrayos tiene las siguientes características:

- Tensión de servicio de la red : 10.5 KV
- Frecuencia de la red : 60 Hz

- Naturaleza del neutro : Efectivamente puesto a Tierra
- Equipos a proteger : transformadores de distribución y líneas primarias

Características Generales

Los pararrayos son del tipo de resistencia no lineales fabricadas a base de óxidos metálicos, a prueba de explosión, para uso exterior y para instalación en posición vertical; están conectados entre fases y tierra.

La columna de soporte es de material polimérico color gris a base de goma siliconada, está diseñada para operar en un ambiente medianamente contaminado, con una línea de fuga mínima entre fase-tierra de 625 milímetros. Las características propias del pararrayos.

El pararrayos cuenta con un elemento para liberar los gases creados por el arco que se originen en el interior, cuando la presión de los mismos llegue a valores que podrían hacer peligrar la estructura del equipo.

Las partes metálicas de hierro o acero están protegidas contra la corrosión mediante galvanizado en caliente.

Los pararrayos están provistos de abrazaderas ajustables para fijarse a cruceta y son similares al del Tipo B de los seccionadores fusibles tipo expulsión (Norma ANSI C37.42).

Los bornes aceptarán conductores de aleación de aluminio y cobre de 16 a 120 mm², y serán del tipo de vías paralelas bimetálicos.

Figura 56 *Pararrayo polimérico*



Fuente: Elaboración propia

➤ Seccionamiento tipo Cut out

Los equipos de seccionamiento tipo Cut out, cumplen con las siguientes normas:

ANSI C-37.42 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SWITCHGEAR –
DISTRIBUTION CUT OUTS AND FUSE LINKS
SPECIFICATIONS.

Condiciones Ambientales

Los accesorios del conductor se instalarán en una zona con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4500 m
- Humedad relativa : entre 50 y 95%
- Temperatura ambiente : -10 °C a 30 °C
- Contaminación ambiental : De escasa a moderada

Características Generales

Los seccionadores fusibles tipo expulsión son unipolares de instalación exterior en crucetas, de montaje vertical y para accionamiento mediante pértiga.

Diseño

Los equipos de seccionamiento son de porcelana; tienen suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos por apertura y cierre, así como los debidos a sismos.

Los seccionadores-fusibles son provistos de abrazaderas ajustables para fijarse a crucetas, serán del Tipo B según la Norma ANSI C37.42

El portafusible se rebaten automáticamente por la actuación del elemento fusible y es separable de la base; la bisagra de articulación tendrá doble guía.

Los bornes aceptan conductores de aleación de aluminio y cobre de 16 a 120 mm², y son del tipo de vías paralelas bimetálicos. Los fusibles son de los tipos “T” y “K”.

Figura 57 *Seccionador tipo Cut Out*



Fuente: Elaboración propia

Abrazadera doble de acero galvanizado para pastoral de 38mmx150mmø (poste)
38mmø (pastoral), 4.8mm espesor, 50mm ancho.

La abrazadera doble para pastoral tiene una característica geométrica y mecánica que permite adaptarse a los postes utilizados en redes eléctricas de baja tensión, están formadas por un elemento de forma circunferencial con pestañas que sujetara un pastoral de equipo de iluminación.

Material: ACERO SAE 1020.

Clase de Galvanización: Clase B

Ancho: 50 milímetros

Espesor de Platina: 4,8 milímetros

Carga Mínima de Tracción: 5,7 kilo newtons

Normativa: ASTM A 7, ANSI A 153, ANSI C 135.1, ANSI C 135.4, ANSI C 135.5,
ASTM F436M, UNE 21-158-90

Figura 58 *Abrazadera doble de acero galvanizado para pastoral*



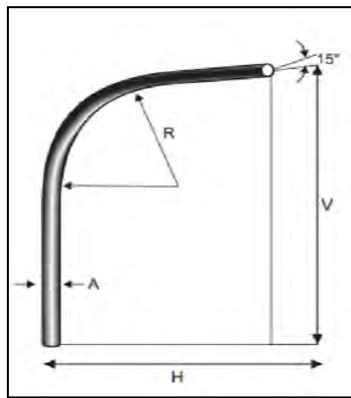
Fuente: Elaboración propia

3.3.6. Pastoral de acero galvanizado

El pastoral para el soporte de las luminarias, fue fabricado de tubo de acero galvanizado en caliente. El diámetro interior del tubo es de 38 milímetros, con un espesor mínimo de 3 milímetros, un $R=1.00$, $H=2.00$, $V=0.80$ metros. Material: ACERO SAE 1020.

Dimensiones:

Figura 59 Pastoral de acero galvanizado



Fuente: Elaboración propia

3.4. Elaboración de informe mensual de ejecución de obra

El presente proyecto de electrificación ha seguido un control según la DIRECTIVA PARA LA EJECUCIÓN FÍSICA DE INVERSIONES POR LA MODALIDAD DE ADMINISTRACIÓN DIRECTA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO”, aprobada mediante la Resolución de Gerencia Municipal N°474-2023-MPC/GM, que en el anexo 04 dispone el formato del informe mensual, el mismo que detalla el proceso de ejecución físico y financiero, siendo el contenido los siguientes puntos:

a) Datos generales

- Formato 12b
- Ficha técnica de obra
- Ampliación de plazo y modificación de presupuesto

b) Informes de avance físico: comprende los siguientes puntos:

- Resumen de valorización de obra y adicionales

- Valorización de expediente técnico aprobado, actualización de precios, mayores metrados, partidas nuevas y deductivos.
- Formato de metrados diarios de expediente técnico aprobado, actualización de precios, mayores metrados, partidas nuevas y deductivos.
- Formato de sustento de metrados diarios
- Formato de cronograma valorizado de obra

c) *Informe de avance financiero:*

- Resumen general de ejecución financiera-gasto anual por específica
- Ejecución financiera por fuentes de financiamiento
- Resumen de ejecución financiera de gasto según presupuesto analítico
- Ejecución financiera de gasto según presupuesto analítico
- Resumen de ejecución financiera mensual y por específica de gasto
- Calendario de compromisos por fuente de financiamiento-mensual
- Programación financiera de gasto por específica

d) Movimiento de almacén

- Resumen mensual de movimiento de almacén
- Movimiento mensual de almacén de obra
- Movimiento diario de almacén

e) Movimiento de equipo mecánico

- Resumen mensual de equipo mecánico
- Movimiento mensual de equipo mecánico
- Control diario de equipo mecánico

f) Anexos

- Tareo de personal (costo directo e indirecto)
- Control de calidad
- Copia original del cuaderno de obra

- Copia original de notas de entrada de almacén
- Copia original de notas de salida de almacén
- Copia de los partes diario de maquinaria
- Informe de monitoreo arqueológico
- Informe de seguridad

3.5. Procedimiento de ejecución física del proyecto

Partidas físicas ejecutadas a lo largo del cronograma de ejecución:

- *Elaboración de zanja de baja tensión (m3)*

Procedimiento: La excavación manual de zanja, se ejecutó siguiendo las dimensiones formuladas en la planilla de metrados, planos de detalle.

Utilidad: Para el tendido de los ductos de PVC de 4" NTP 399.006

Metrado: Se realizó la excavación de 1,033.79 m³ de tierra.

Materiales usados: Pico, pala y cinta de señalización.

Equipos utilizados: Camioneta 4x4 (incluye conductor)

Método de construcción: Consistió en la extracción de material (tierra) con picos y palas hasta una profundidad específica en las plantillas de metrados y planos.

Método de seguridad:

Se tomaron las precauciones para proteger a las personas, equipos y propiedades durante los trabajos de excavación, los taludes de excavación mínimos necesarios para asegurar la estabilidad de las partes de la excavación.

Figura 60 *Excavación de zanja con maquinaria*



Fuente: Elaboración propia

Figura 61 *Excavación manual de zanja*



Fuente: Elaboración propia

➤ *Instalación de buzones de baja tensión y cajas de registro*

Procedimiento: Se realizó el trazado y replanteo de los puntos donde se construyeron los buzones de concreto, se procedió a la excavación del hoyo manual, se elaboraron las jaulas de acero corrugado $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ grado 60, encofrado y desencofrado (caravista), preparación de concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para losa de tapa de buzón, preparación de concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para base y paredes de buzón, solado de concreto 1:10 $E = 4 \text{ cm.}$, colocación de marco y tapa de hierro dúctil, colocación de cajas de registro de $60 \times 60 \times 70 \text{ cm}$ $E = 6 \text{ cm}$, instalación de caja de registro de alumbrado público y servicio particular de $60 \times 60 \times 70 \text{ cm}$ (según detalle), eliminación de material excedente, identificación y señalización del área de trabajo.

Utilidad: Para el tendido de los ductos y conductores eléctricos de baja tensión aportando maniobrabilidad en su recorrido y que también serán útiles para el mantenimiento de las redes eléctricas de alumbrado público y servicio particular.

Metrado: Se construyeron 35 buzones de baja tensión.

Materiales utilizados: Yeso, estacas de madera, cinta plástica de señalización, alambre negro recocido N°16, acero corrugado, alambre negro recocido N°8, triplay lupuna $4 \times 8 \times 19$ milímetros, clavos para madera con cabeza de 3 pulgadas, madera para encofrado, agua, arena gruesa, piedra chancada de $1/2$ hasta $3/4$ pulgadas, cemento portland tipo IP 42,5 Kg. hormigón, marco y tapa de hierro dúctil clase D400.

Figura 62 *Encofrado de buzones de baja tensión*



Fuente: Elaboración propia

Figura 63 *Vaciado de buzones de baja tensión*



Fuente: Elaboración propia

➤ *Tendido de conductor subterráneo de baja tensión*

Procedimiento: Se procedió a la rotura de vereda y pavimento en lugares requeridos, se realizó la excavación manual de zanja y excavación de zanja con maquinaria (según detalle constructivo del proyecto), colocación de tubería PVC de 4 y de 2 pulgadas tipo NTP 399.006, instalación de ductos de concreto (dos vías), traslado de conductor subterráneo tipo n2xoh de 50, 16 y 10 milímetros, tendido de conductor tipo n2xoh de (50, 16) milímetros para servicio particular y de 10 milímetros para sistema de puesta a tierra, instalación de cinta señalizadora, relleno y compactación manual con arena, relleno y compactación manual con material propio

cernido, reposición de vereda de concreto, reposición de pavimento flexible, eliminación de material excedente, acarreo de material (arena fina), acarreo de material (tierra negra), sellado de tuberías y cajas de paso, kit de empalme subterráneo de 6-16 mm², kit de empalme subterráneo de 16-120 mm², limpieza de ductos, colocación de tubería EMT 4", traslado de materiales, reposición de vereda de concreto.

Utilidad: El tendido de los conductores eléctricos de baja tensión permite la conducción de la energía eléctrica desde las subestaciones de distribución hasta los suministros de energía eléctrica y a los puntos de alumbrado público.

Metrado: Se tendieron 13,149.64 metros lineales de conductor eléctrico tipo N2XOH de 50, 16 y 10 milímetros de los cuales 4,850 metros de conductor unipolar N2XOH de 50 mm² para el servicio particular, 5499.82 de conductor N2XOH de 16 mm² para el alumbrado público y 2,799.82 para la conducción del sistema de puesta a tierra.

Materiales utilizados: Cinta plástica de señalización, disco para corte de 18 pulgadas, tubería PVC de SAP de 4 y de 2 pulgadas tipo NTP 399.006, ducto de concreto de dos vías, arena gruesa, cemento portland tipo IP 42.5 kg, conductor unipolar N2XOH de 50 mm² 0.6/1kV, conductor unipolar N2XOH 16mm², 0.6/1 kV, Cable unipolar N2XOH 16mm², 0.6/1 kV, arena fina, piedra mediana de 4 a 6 pulgadas, madera para encofrado, asfalto liquido MC 30, cemento asfáltico PEN 85/100, piedra chancada de 1/2 hasta 3/4 pulgadas, leña natural, espuma expansiva de 750 mililitros, Kit de empalme (6-16) mm² para conductor N2XOH, Kit de empalme (16-120) mm² para conductor N2XOH, trapo industrial, tubería EMT de 4 pulgadas,

Figura 64 *Tendido de conductor subterráneo de baja tensión*



Fuente: Elaboración propia

➤ *Izaje de postes de concreto de baja tensión*

Procedimiento: Se procedió en primer lugar a marcar la ubicación, rotura de vereda de concreto, excavación de hoyo manual, Transporte de postes de concreto desde almacén a punto de izaje, izaje de poste de concreto armado, cimentación con concreto ciclópeo para poste de 9 metros, eliminación de material excedente, identificación y señalización.

Utilidad: El izaje de postes de concreto armado en sistema eléctrico subterráneo será útil para el montaje de luminarias tipo led de 100 watts.

Metrado: Se izaron 90 postes de 9/300/150/285 de concreto armado.

Materiales utilizados: Cinta plástica señalización (peligro), poste de concreto 9/300/150/285, piedra mediana 4 a 6 pulgadas, agua, arena gruesa, cemento portland tipo IP (42.5KG), madera para encofrado, plantilla para identificación de postes, pintura esmalte amarillo, pintura esmalte negro.

Figura 65 *Traslado de postes de concreto de baja tensión a punto de izaje*



Fuente: Elaboración propia

Figura 66 Izaje de poste de concreto de baja tensión



Fuente: Elaboración propia

➤ *Instalación de puesta a tierra para servicio particular y alumbrado publico*

Procedimiento: Se procedió a la excavación de los hoyos de 1.00 metro de radio por 3.00 metros de longitud, instalación de puesta a tierra (varilla de cobre, plancha antirrobo de bronce, cemento conductivo, bentonita, tierra negra, agua, conector de cobre Anderson 5/8 pulgadas), eliminación de material excedente, identificación y señalización.

Utilidad: Dotara de un sistema de seguridad que protege a las personas y equipos eléctricos de descargas eléctricas.

Metrado: Se instalaron 20 pozos a tierra para baja y media tensión.

Materiales utilizados: Cinta plástica señalización (peligro), varilla de cobre, plancha antirrobo de bronce, cemento conductivo, bentonita, tierra negra, agua, conector de cobre Anderson 5/8”, plantilla para identificación de postes, pintura esmalte amarillo y negro.

Figura 67 Colocación de varilla de cobre 3/4 pulgadas para elaboración de pozo a tierra



Fuente: Elaboración propia

➤ *Instalación de equipos de alumbrado publico*

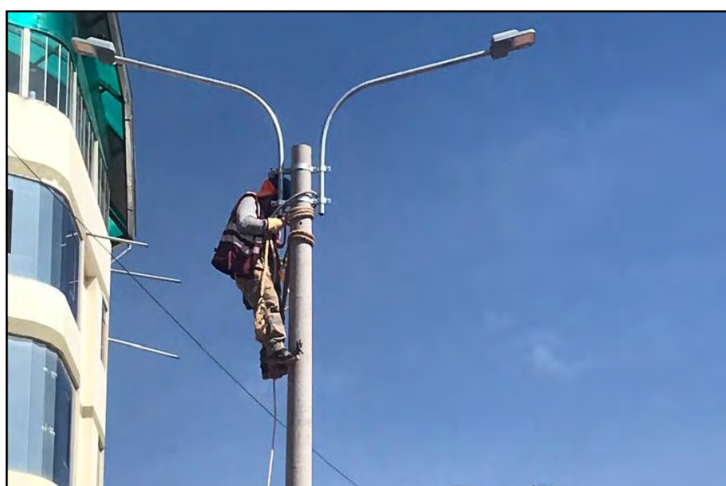
Procedimiento: Se procedió al montaje de pastoral simple, pastoral doble de brazo largo y montaje de luminarias LED de 90 watts.

Utilidad: Dotara de iluminación moderna a toda la prolongación de la avenida del ejército, cuenta con una distribución de luminarias tipo tresbolillo.

Metrado: Se montaron 121 unidades de alumbrado público tipo LED de 90 watts.

Materiales utilizados: Cinta plástica señalización (peligro), Pastoral de acero galvanizado, abrazadera simple de acero galvanizado con pastoral 38mmx150mmØ (Poste) 38mmØ (Pastoral), 4.8mm espesor, abrazadera doble de acero galvanizado con pastoral 45mmx150mmØ (Poste) 45mmØ (Pastoral), 4.8mm espesor, pastoral de acero galvanizado (según detalle 01 y detalle 02).

Figura 68 Montaje de luminarias tipo LED de 90 watts



Fuente: Elaboración propia

➤ *Desmontaje de estructuras baja tensión y acondicionamiento de acometidas*

Procedimiento: Se procedió al desmontaje de postes de concreto armado centrifugado de 8 y 9 metros, desmontaje de postes de metal de 8 metros, reposición de vereda, desmontaje de conductores autoportante desde 25 a 50 milímetros, desmontaje de armado de alineamiento, desmontaje de armado de derivación y anclaje incluye aisladores, accesorios, desmontaje de armado de anclaje incluye aisladores, accesorios, desmontaje y montaje de redes de comunicación, desmontaje de retenida simple (no incluye varilla de anclaje), desmontaje de retenida vertical (no incluye varilla de anclaje), desmontaje de puestas a tierra (no incluye varilla de cobre), desmontaje de alumbrado público de vapor de sodio.

Utilidad: Dotara a los ciudadanos un suministro de energía eléctrica soterrada, con una mejora en calidad de producto (interrupciones y armónicos) y calidad de suministro (tensión y frecuencia).

Metrado: Desmontaje de 33 postes de concreto armado centrifugado, desmontaje de 08 postes, 1219 metros de desmontaje de conductor autoportante desde 25 a 50 milímetros, desmontaje de 33 unidades de armados (alineamiento, derivación y anclaje), desmontaje de 33 unidades de redes de comunicación (cinta bandit y hebilla de acero), desmontaje de 03 unidades de retenida simple y vertical, desmontaje de 02 puestas a tierra (conductor desnudo de cobre), desmontaje de 41 unidades de alumbrado público de vapor de sodio, picado y resane de 122 acometidas domiciliarias soterradas, tendido de 336 metros de ductos de PVC de 35 milímetros, desconexión de 112 acometidas aéreas y conexión de 112 acometidas soterradas y un servicio de traslado de materiales desmontados desde centro de acopio en obra hasta almacén de la concesionaria Electro Sur Este S.A.A.

Materiales utilizados: Cinta plástica de señalización.

Figura 69 Retiro de poste de concreto armado antiguos



Fuente: Elaboración propia

➤ Instalación de acometidas domiciliarias

Procedimiento: Picado y resane de pared para tendido de ductos de PVC para acometidas soterradas, colocación de tubería PVC 1 ½ pulgadas, desconexión de acometida aérea y conexión de red (acometida soterrada) y traslado de material desmontado.

Utilidad: Dotara a los ciudadanos un suministro de energía eléctrica soterrada, con una mejora en calidad de producto (interrupciones y armónicos) y calidad de suministro (tensión y frecuencia).

Metrado: Picado y resane de 122 acometidas domiciliarias soterradas, tendido de 336 metros de ductos de PVC de 35 milímetros, desconexión de 112 acometidas aéreas y conexión de 112 acometidas soterradas y un servicio de traslado de materiales desmontados desde centro de acopio en obra hasta almacén de la concesionaria Electro Sur Este S.A.A.

Materiales utilizados: Cable unipolar N2XOH 16mm² (0.6/1) kV, Tubería PVC SAP 1 pulgada-NTP 399.006, kit de empalme para conductor de (16-120) mm², Curva PVC-SAP eléctrica de 1 1/2 pulgada, yeso, cemento portland tipo IP (42.5 kg), conectores PVC de 4 pulgadas, conectores PVC de 2 pulgadas, conectores PVC de 1 ½ pulgadas, pegamento para PVC, tubería PVC SAP 1 pulgada NTP 399.006, curva PVC-SAP eléctrica 1 1/2 pulgada, cable unipolar N2XOH 3x25mm², 0.6/1 kV, terminal de cobre estañado de 25 mm², cinta aislante 1700, cinta auto vulcanizante, pasta para soldar, estaño en barra 50/50.

Figura 70 Montaje de acometidas domiciliarias



Fuente: Elaboración propia

➤ *Instalación de buzones de media tensión:*

Procedimiento: Se realizó el trazado y replanteo de los puntos donde se construyeron los buzones de concreto, se procedió a la excavación del hoyo manual, se elaboraron las jaulas de acero corrugado $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ grado 60, encofrado y desencofrado (caravista), preparación de concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para losa de tapa de buzón, preparación de concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para base y paredes de buzón, solado de concreto 1:10 E=4 cm., colocación de marco

y tapa de hierro dúctil. (según detalle), eliminación de material excedente, identificación y señalización del área de trabajo.

Utilidad: Para el tendido de los ductos y conductores eléctricos de media tensión aportando maniobrabilidad en su recorrido y que también serán útiles para el mantenimiento de las redes eléctricas de media tensión.

Metrado: Se construyeron 11 buzones de media tensión.

Materiales utilizados: Yeso, estacas de madera, cinta plástica de señalización, alambre negro recocido N°16, acero corrugado, alambrado negro recocido N°8, acero corrugado $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ GRADO 60, triplay lupuna 4x8x19 milímetros, clavos para madera con cabeza de 3 pulgadas, madera para encofrado, agua, arena gruesa, piedra chancada de 1/2 hasta 3/4 pulgadas, cemento portland tipo IP 42,5 Kg. hormigón, marco y tapa de hierro dúctil clase D400, caja de registro de concreto de tapa 60x60x70cm, E=6cm (según detalle).

Figura 71 Buzón para conductor subterráneo de media tensión



Fuente: Elaboración propia

➤ *Tendido de conductor subterráneo de media tensión*

Procedimiento: Se procedió a la rotura de vereda y pavimento en lugares requeridos, se realizó la excavación manual de zanja y excavación de zanja con maquinaria (según detalle constructivo del proyecto), colocación de tubería PVC de 4 pulgadas tipo NTP 399.006, instalación de ductos de concreto (dos vías), traslado de conductor subterráneo tipo N2XSJ de 50 milímetros, tendido de conductor N2XSJ de 50 milímetros para la red de media tensión, instalación de cinta señalizadora, relleno y compactación manual con arena, relleno y compactación manual con material propio cernido, reposición de vereda de concreto, reposición de pavimento flexible,

eliminación de material excedente, acarreo de material (arena fina), sellado de tuberías, limpieza de ductos colocación de tubería EMT 4 pulgadas, traslado de materiales excedentes.

Utilidad: El tendido de los conductores eléctricos de media tensión permite la conducción de energía eléctrica desde el punto de seccionamiento hasta las dos subestaciones de distribución.

Medrado: Se tendieron 1,950.00 metros lineales de conductor eléctrico tipo N2XSY de 50 milímetros.

Materiales utilizados: Cinta plástica de señalización, disco para corte de 18 pulgadas, tubería PVC de SAP de 4 pulgadas tipo NTP 399.006, Tapón PVC 4" NTP 399.019, ducto de concreto de dos vías, arena gruesa, cemento portland tipo IP 42.5 kg, conductor unipolar N2XSY de 50 mm² (18/30) kV, arena fina, piedra mediana de 4 a 6 pulgadas, madera para encofrado, asfalto liquido MC 30, cemento asfaltico PEN 85/100.

Figura 72 *Tendido de conductor subterráneo tipo N2XSY de 50 mm² para redes de media tensión*



Fuente: Elaboración propia

➤ *Instalación de armado, seccionadores, pararrayos, terminaciones y accesorios*

Procedimiento: Se procedió al montaje del armado PSEC-3P, los equipos de seccionamiento tipo cut-out y los equipos de protección (pararrayos), terminales auto - contraíbles.

Utilidad: Será útil para la protección de todos los componentes eléctricos aguas abajo del punto de seccionamiento, así como también le da mejores factores de operatividad y de mantenimiento al sistema de derivación del alimentador principal DO-09.

Metrado: Montaje de un armado PSEC-3P.

Materiales utilizados: Cinta plástica señalización – peligro, conductor AAAC de 50 mm² (7 Hilos), armado PSEC-3P, conector AL-AL, doble vía de tres pernos (16-120) mm², seccionador unipolar 15 KV-LF>431-150 kV-BIL/100A, fusible tipo K, 12KV, pararrayos 12KV, 10KA, LF>660mm, goma de silicón, cabeza terminal exterior auto contraíble 18/36KV 150 BIL para conductor de 50 mm², copa terminal para cabeza terminal de 50mm², cinta auto vulcanizante N°70, 25x1000mm, cinta auto vulcanizante N°70, 25x1000mm, cabeza terminal tipo codo 18/36KV para conductor de cobre seco 120mm².

Figura 73 Montaje de seccionador de derivación tipo PSEC-3P



Fuente: Elaboración propia

- *Montaje de subestación tipo pedestal, construcción de base para transformador y malla protectora.*

Procedimiento: Se construyó la base de concreto armado y malla de protección metálica por seguridad de riesgo eléctrico, se realizó el montaje de 02 transformadores de distribución de 125 KVA de potencia tipo pedestal incluyendo sus dispositivos de protección en media tensión y tablero de distribución de baja tensión.

Utilidad: Se encargará de transformar la tensión de (10.5 a 0.22) kV y de suministrar energía eléctrica a 220 voltios a todos los usuarios del servicio particular y unidades de alumbrado público.

Metrado: Se ha montado 02 transformadores de distribución de 125 KVA de potencia (tipo pedestal), incluye los sistemas de protección de baja tensión.

Materiales utilizados: Transformador trifásico tipo pedestal de 125 KVA.

Figura 74 *Montaje de subestación tipo pedestal, construcción de base para transformador y malla*



Fuente: Elaboración propia

Figura 75 *Montaje de terminales de media y baja tensión en el tablero del transformador*



Fuente: Elaboración propia

Plan de monitoreo arqueológico (PMA)

El proyecto de electrificación se encuentra dentro de la zona monumental del Cusco y conto con un plan de monitoreo arqueológico (PMAR), aprobada con resolución directoral N°001738-2023-DDC-CUS/MC, el proyecto contemplo la contratación de un profesional en arqueología, siendo las siguientes partidas en las que se ha requerido un control permanente y a detalle:

Actividades principales a monitorear en el plan de monitoreo arqueológico

- Excavación de zanja para tendido de conductores eléctricos subterráneos de redes primarias y secundarias.
- Construcción de buzones para redes primarias y secundarias.
- Excavación de hoyo para izaje de postes de 9 metros de C.A.C.
- Excavación de hoyo para sistema de pozo a tierra.

Actividades realizadas por el profesional en arqueología

- Dirigir el plan de monitoreo arqueológico del proyecto de intervención pública.
- Elabora y tramita la aprobación del expediente de monitoreo arqueológico ante la dirección desconcertada de Cultura.
- Monitoreo arqueológico permanente en obra y cumplimiento de los procedimientos aprobados por la Direccion Desconcertada de Cultura de Cusco – DDCC.
- Entregar los informes mensuales de acuerdo al contenido del anexo 09, de la presente directiva de la entidad ejecutora en físico y digital al residente y al inspector general.
- Cumplimiento de la resolución emitida por la dirección desconcertada de cultura.
- Gestionar ante la dirección desconcertada de cultura de Cusco – DDC, la aprobación del informe final del plan de monitoreo arqueológico hasta la emisión del acto resolutivo.

Plan de riesgo y seguridad

El presente proyecto de electrificación subterránea tuvo actividades de riesgo y trabajos en altura, por lo tanto, el expediente técnico contemplaba la contratación de un profesional prevencionista de riesgos y seguridad, siendo sus principales actividades las siguientes:

- Política de sistema de gestión de supervisión y salud en el trabajo (SST).
- Responsabilidad del trabajador.
- Recomendaciones de seguridad y salud ocupacional por puesto de trabajo.
- Vigilancia de salud ocupacional.
- Causas de los accidentes laborales.
- Reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo (RISST).
- Identificación de peligros, evaluación de riesgos y control de riesgos (IPERC).
- Participación en el programa de capacitaciones, campañas y/o charlas de seguridad.
- Programa de inspección personal de supervisión y salud en el trabajo.
- Equipos de protección personal (EPP).
- Orden y limpieza.
- Preservación y cuidado del medio ambiente.
- Actuación en caso de accidente o emergencia.
- Ergonomía en el trabajo.
- Comité de supervisión y salud en el trabajo.
- Control de análisis de trabajo seguro (ATS)

CAPITULO IV

MODIFICACIONES DEL PROYECTO

4.1.Modificación de presupuesto y ampliación de plazo

La Municipalidad del Cusco, cuenta con una gerencia de infraestructura para el control de la ejecución de obras por administración directa y cuentan con la directiva aprobada N°01-2023-MPC-GM que regenta la dirección de las obras ejecutadas.

El presente proyecto de inversión en cumplimiento del ítem 7.1.2.6 de la directiva aprobada N°01-2023-MPC-GM a tenido las siguientes modificaciones en su expediente técnico en su fase de ejecución.

4.1.1. *Causales para una modificación presupuestal*

- a) Cuando se cuente con la conformidad u opinión favorable de una modificación presupuestal por prestaciones adicionales, mayores metrados, vicios ocultos y otros reconocidos y verificados por el residente e inspector/supervisor de la inversión.
- b) Actualización de costos por variación de precios.
- c) Otros que se encuentren debidamente sustentados.

Estas causales fueron registradas y sustentadas en el cuaderno de obra, así como verificadas y autorizadas por el inspector/supervisor.

Según el anexo 06 de la directiva aprobada N°-01-2023-MPC-GM, un expediente de la modificación presupuestal debe de contener el siguiente detalle.

Primera modificación presupuestal

➤ *Partidas Nuevas (Justificación)*

En la partida nueva 01.13.09 " Colocación de tubería EMT 4" = 72 (metros). Se reporta en la fase de ejecución del proyecto que las partidas 02.03.10 tendido de cable n2xoh de 50mm² y 02.03.11 tendido de cable n2xoh de 16mm² tendrá que cruzar las acequias de agua y desagüe, dotando de protección mecánica a los conductores de media y baja tensión, por tanto, se requiere de tubería EMT.

En la partida nueva 02.05.04 " Mejoramiento de puesta a tierra" = 15 (Unidades) dicha partida no fue considera en el expediente aprobado, en el expediente de ampliación de plazo 01 se está considerando mano de obra y materiales dentro de la partida Mejoramiento de puesta a tierra, que serán utilizados para obtener los valores de 25 ohmios exigidos y normalizados por el Código nacional de electricidad (CNE)

transferencia de suministro de energía eléctrica aéreo al tipo subterráneo, la no ejecución de esta partida, impedirá la ejecución de las acometidas eléctricas subterráneas a cada domicilio, por tanto es imprescindible contar con dicha partida nueva, considerando que uno de los objetivos principales del proyecto es de suministrar energía eléctrica a cada beneficiario.

En la partida nueva 02.06.02 " Instalación de pastoral doble Brazo Largo" = 29 (Unidades) dicha partida no fue considerada en el expediente aprobado, en el expediente de ampliación de plazo 01 se está considerando mano de obra y materiales dentro de la partida Mejoramiento de puesta a tierra, que serán utilizados para obtener los valores de 25 ohmios exigidos y normalizados por el Código nacional de electricidad (CNE) transferencia de suministro de energía eléctrica aéreo al tipo subterráneo, la no ejecución de esta partida, impedirá la ejecución de las acometidas eléctricas subterráneas a cada domicilio, por tanto es imprescindible contar con dicha partida nueva, considerando que uno de los objetivos principales del proyecto es de suministrar energía eléctrica a cada beneficiario.

En la partida nueva 02.08.07.04 " Colocación de tubería PVC 1 1/2" = 465 (Metros) de longitud, dicha partida no fue considerada en el expediente aprobado, en el expediente de ampliación de plazo 01 se está considerando mano de obra y materiales dentro de la partida colocación de tubería PVC 1 1/2", que serán utilizados para la unión entre los buzones de derivación y las cajatomas de los medidores, la no ejecución de esta partida, impedirá la ejecución de las acometidas eléctricas subterráneas a cada domicilio, por tanto es imprescindible contar con dicha partida nueva, considerando que uno de los objetivos principales del proyecto es de suministrar energía eléctrica a cada beneficiario.

En la partida nueva 02.08.07.05 " Desconexión y Conexión de Red" = 155 (Unidades), dicha partida no fue considerada en el expediente aprobado, en el expediente de ampliación de plazo 01 se está considerando mano de obra y materiales dentro de la partida Desconexión y Conexión de Red, que serán utilizados para la transferencia de suministro de energía eléctrica aéreo al tipo subterráneo, la no ejecución de esta partida, impedirá la ejecución de las acometidas eléctricas subterráneas a cada domicilio, por tanto es imprescindible contar con dicha partida nueva, considerando que uno de los

objetivos principales del proyecto es de suministrar energía eléctrica a cada beneficiario.

➤ *Mayores Metrados (Justificación)*

En la partida 02.03.03 (la excavación manual de zanja), se requiere mayor metrado, por consecuencia de excavación con mayor profundidad de longitud de zanja, debido a la presencia de acometidas de agua y desagüe, por tanto, la tubería que albergara los conductores subterráneos se profundizó 0.40 centímetros más que lo estimado en la partida 02.03.03 (excavación de zanja) del componente 02 del expediente aprobado. En consecuencia, esta actividad genera mayor metrado en la partida correspondiente.

En la partida 3.1 almacén, oficina y guardianía = 04 meses para lugar de trabajos de oficina y almacén para salvaguardar la seguridad de los materiales hasta el mes de agosto.

En la partida 3.2 equipos de protección individual = 01 juego para cumplir con la dotación de equipos de protección personal para el personal de obra y cumplir con la seguridad de los trabajadores, como son:

Casco de seguridad incluye barbiquejo.

Guantes de badana.

Guantes de cuero.

Uniforme de trabajo con logo.

Botas de Jebe.

Lentes de seguridad.

Zapato dieléctrico.

En la partida 3.3 equipos de protección colectiva = 02 juego para cumplir con la dotación de equipos de protección personal para el personal técnico especializado y son:

Malla plástica anaranjada.

Cinta plástica para señalización de peligro.

Guante aislante CL 3 - 27 KV.

Pértiga telescópica 27 KV.

Puesta a tierra temporal.

Revelador de tensión 27 KV.

En la partida 3.4 instalación de luminaria LED 90 watts = 15 unidades para cumplir con los cálculos de iluminación normados en el Código nacional de electricidad (CNE).

En la partida 3.5 Excavación manual de zanja = 380.98 m³ para cumplir con los mayores metrados reportados en la profundización de la excavación manual de zanja.

En la partida 3.6 Rotura de vereda de concreto = 70.6 m² para cumplir con mayores metrados reportados con mayor área de rotura de vereda para el tendido de tubería PVC de 4”.

En la partida 3.7 Transporte de poste de 9 m. C.A.C. de almacén a punto de izaje = 20 unidades para cumplir con mayores reportados para el izaje de postes.

En la partida 3.8 Corte y rotura de pavimento flexible – asfalto (Incluye perfilado de bordes) = 188.03 m² para cumplir con mayores metrados en la rotura de pavimento flexible para el tendido y enterramiento de la tubería de PVC.

En la partida 3.9 Suministro e Instalación de Ducto de Concreto (2 Vías) = 99 m para cumplir con mayores metrados en la rotura de pavimento flexible para el tendido y enterramiento de la tubería de PVC

➤ *Actualización de precios (Justificación):*

Por escala remunerativa: La actualización de precios se dio en las partidas que contemplaban en su análisis de precio unitario (APU) la intervención de mano de obra dentro del expediente del proyecto.

Por variación en la adquisición de insumos: En las partidas en donde los insumos presentaron variación de precio considerable en su adquisición, los mismos que según el capítulo 3 a) sustento técnico y legal de la directiva aprobada N°01-2023-MPC-GM, se presentaron las órdenes de compra como documentos de sustento.

Segunda modificación presupuestal

➤ *Partidas Nuevas (Justificación)*

En la partida 1.1.8.13 Eliminación y Limpieza de Terreno en General con Maquinaria, se requiere para cumplir con las metas de eliminación de material.

En la partida 1.1.13.12 Instalación y puesta en servicio de transformadores, se requiere para cumplir con las metas de eliminación de material.

En la partida 1.2.3.34 Reposición de vereda de concreto, se requiere para cumplir con las metas de eliminación de material.

En la partida 1.2.8.1.4 Traslado de material electromecánico desmontado, se requiere para cumplir con las metas de eliminación de material.

➤ *Mayores metrados (Justificación)*

En la partida 1.1.1.1 Almacén, oficio y guardianía, se requiere para cumplir con las metas del proyecto.

En la partida 1.1.6.3 Eliminación de material excedente Dm=20km, se requiere para cumplir con las metas de eliminación del material.

En la partida 1.1.7.9 Eliminación de material excedente Dm=20km, se requiere para cumplir con las metas de eliminación de material.

En la partida 1.1.8.10 Cinta señalizadora, se requiere para cumplir con las metas de señalización de las redes eléctricas.

En la partida 1.1.8.12 Eliminación de material excedente Dm=20km, se requiere para cumplir con las metas de eliminación de material.

En la partida 1.2.3.30 kit de empalme subterráneo de 6-120 mm², se requiere para cumplir con las metas de derivación de las acometidas domiciliarias.

En la partida 1.2.6.4 Instalación de pastoral doble Brazo Largo, se requiere para el montaje de luminarias tipo LED de 90 watts.

➤ *Deductivos (Justificación)*

a) *Deductivo total:*

En el expediente técnico aprobado se detectaron partidas que tuvieron un análisis de precio unitario (APU) que no corresponden a las exigencias de las metas del proyecto en campo, estas partidas están siendo deducidas totalmente.

Por ejemplo: en la partida 1.1.13.4 (Actividades de contingencia en redes de MT Y BT), es una partida no fundamental para el cumplimiento con las metas del proyecto, por tal motivo se deducen totalmente

b) Deductivo parcial:

En el expediente técnico aprobado existieron partidas que no se ejecutaran en su totalidad, dichas partidas requieren ser deducidas parcialmente para que la preliquidación y posterior liquidación el metrado de dichas partidas sean similares a la valorización física en campo.

Por ejemplo: en la partida 1.2.8.7.6 (Desconexión y conexión de red), es una partida que se ejecutó parcialmente sin afectar a las metas del proyecto.

Tercera modificación presupuestal

➤ *Partidas Nuevas (Justificación)*

Eliminación y Limpieza de Terreno en General con Maquinaria, para cumplir con las metas de eliminación de material excedente fuera de obra ocasionadas por las excavaciones de zanja.

Traslado de Material Electromecánico Desmontado, para cumplir con las metas de traslado de materiales electromecánicos a las instalaciones de la empresa concesionaria ELSE.

Desmontaje de Conductores Autoportante (Incl. Accesorios y Entrega a Almacén, para cumplir con la meta de devolución de redes aéreas existentes.

➤ *Mayores metrados (Justificación)*

En la partida 1.2.6.1 Instalación de pastoral simple tipo 01 de acero galvanizado, para cumplir con las metas de mejoramiento de alumbrado público.

En la partida 1.2.3.30 Kit de empalme subterráneo de 16-120mm², para cumplir con la meta de conexión y desconexión de acometidas domiciliarias.

En la partida 1.2.3.4 Traslado de cable n2xoh de 50 mm², para cumplir con la meta de conexión y desconexión de acometidas domiciliarias.

En la partida 1.2.3.10 Tendido de cable n2xoh de 50 mm², para cumplir con la meta de conexión y desconexión de acometidas domiciliarias.

En la partida 1.2.6.3 Instalación de luminaria LED 90 W, para cumplir con la meta de mejoramiento de alumbrado público.

En la partida 1.2.8.1.1 Desmontaje de Postes de concreto armado centrifugado de 8-10m (Incl. Excavación, Rellenos, Entrega a Almacén ELSE Cachimayo), para cumplir con la meta de eliminación de estructuras de concreto.

En la partida 1.2.8.3.4 Desmontaje y montaje de redes de Comunicación, para cumplir con la meta eliminación de redes aéreas de redes de comunicación.

4.1.2. Causales para una ampliación de plazo

- a) Atrasos o paralizaciones de obra debidamente justificadas.
- b) Demoras administrativas sustentadas (retraso en la aprobación de actos resolutivos, creación de meta cuando la obra está programada en más de un año fiscal, asignación de mayor presupuesto, procedimiento de selección, entrega de bienes y servicios).
- c) Caso fortuito y fuerza mayor, debe incluir además la documentación de sustento.

Estas causales fueron registradas y sustentadas en el cuaderno de obra, así como verificadas y autorizadas por el inspector/supervisor.

Según el anexo 05 de la directiva aprobada N°-01-2023-MPC-GM, un expediente de ampliación de plazo debe de contener el siguiente detalle:

Primera ampliación de plazo

➤ Paralización de obra

El proyecto de inversión tuvo una paralización por cambio de año fiscal desde el 31 de diciembre 2023 al 01 de febrero del 2024 por un periodo de 32 días.

➤ *Aspectos climatológicos*

PRECIPITACION PLUVIAL		
CUADERNO DE OBRA (ASIENTO Y FOLIO)	FECHA	Tiempo (horas)
Folio 322, asiento N° 19	viernes, 3 de Noviembre de 2023	2.0
Folio 324, asiento N° 21	sábado, 4 de Noviembre de 2023	2.0
Folio 325, asiento N° 23	lunes, 6 de Noviembre de 2023	1.5
Folio 333, asiento N° 33	sábado, 11 de Noviembre de 2023	1.0
Folio 343, asiento N° 43	viernes, 17 de Noviembre de 2023	1.0
Folio 349, asiento N° 49	martes, 21 de Noviembre de 2023	2.5
Folio 351, asiento N° 51	miércoles, 22 de Noviembre de 2023	1.0
Folio 357, asiento N° 57	sábado, 25 de Noviembre de 2023	1.0
Folio 359, asiento N° 59	lunes, 27 de Noviembre de 2023	2.0
Folio 368, asiento N° 68	viernes, 1 de Diciembre de 2023	2.0
Folio 371, asiento N° 73	lunes, 4 de Diciembre de 2023	2.0
Folio 377, asiento N° 81	lunes, 11 de Diciembre de 2023	1.5
Folio 378, asiento N° 83	martes, 12 de Diciembre de 2023	2.0
Folio 380, asiento N° 86	miércoles, 13 de Diciembre de 2023	2.5
Folio 382, asiento N° 90	viernes, 15 de Diciembre de 2023	1.5
Folio 385, asiento N° 96	martes, 19 de Diciembre de 2023	1.0
Folio 387, asiento N° 100	jueves, 21 de Diciembre de 2023	1.5
Folio 389, asiento N° 102	viernes, 22 de Diciembre de 2023	2.0
Folio 393, asiento N° 108	miércoles, 27 de Diciembre de 2023	2.0
TOTAL		32
DIAS		4 días

➤ *Partidas Nuevas (Justificación):*

En la partida nueva 01.13.09 " Colocación de tubería EMT 4" = 72 (metros). Se reporta en la fase de ejecución del proyecto que las partidas 02.03.10 tendido de cable n2xoh de 50mm² y 02.03.11 tendido de cable n2xoh de 16mm² tendrá que cruzar las acequias de agua y desagüe, dotando de protección mecánica a los conductores de media y baja tensión, por tanto, se requiere de tubería EMT.

En la partida nueva 02.05.04 " Mejoramiento de puesta a tierra" = 15 (Unidades) dicha partida no fue considera en el expediente aprobado, en el expediente de ampliación de plazo 01 se está considerando mano de obra y materiales dentro de la partida Mejoramiento de puesta a tierra, que serán utilizados para obtener los valores de 25 ohmios exigidos y normalizados por el Código nacional de electricidad (CNE) transferencia de suministro de energía eléctrica aéreo al tipo subterráneo, la no ejecución de esta partida, impedirá la ejecución de las acometidas eléctricas subterráneas a cada domicilio, por tanto es imprescindible contar con dicha partida

nueva, considerando que uno de los objetivos principales del proyecto es de suministrar energía eléctrica a cada beneficiario.

En la partida nueva 02.06.02 " Instalación de pastoral doble Brazo Largo" = 29 (Unidades) dicha partida no fue considerada en el expediente aprobado, en el expediente de ampliación de plazo 01 se está considerando mano de obra y materiales dentro de la partida Mejoramiento de puesta a tierra, que serán utilizados para obtener los valores de 25 ohmios exigidos y normalizados por el Código nacional de electricidad (CNE) transferencia de suministro de energía eléctrica aéreo al tipo subterráneo, la no ejecución de esta partida, impedirá la ejecución de las acometidas eléctricas subterráneas a cada domicilio, por tanto es imprescindible contar con dicha partida nueva, considerando que uno de los objetivos principales del proyecto es de suministrar energía eléctrica a cada beneficiario.

En la partida nueva 02.08.07.04 " Colocación de tubería PVC 1 1/2" = 465 (Metros) de longitud, dicha partida no fue considerada en el expediente aprobado, en el expediente de ampliación de plazo 01 se está considerando mano de obra y materiales dentro de la partida colocación de tubería PVC 1 1/2", que serán utilizados para la unión entre los buzones de derivación y las cajatombas de los medidores, la no ejecución de esta partida, impedirá la ejecución de las acometidas eléctricas subterráneas a cada domicilio, por tanto es imprescindible contar con dicha partida nueva, considerando que uno de los objetivos principales del proyecto es de suministrar energía eléctrica a cada beneficiario.

En la partida nueva 02.08.07.05 " Desconexión y Conexión de Red" = 155 (Unidades), dicha partida no fue considerada en el expediente aprobado, en el expediente de ampliación de plazo 01 se está considerando mano de obra y materiales dentro de la partida Desconexión y Conexión de Red, que serán utilizados para la transferencia de suministro de energía eléctrica aéreo al tipo subterráneo, la no ejecución de esta partida, impedirá la ejecución de las acometidas eléctricas subterráneas a cada domicilio, por tanto es imprescindible contar con dicha partida nueva, considerando que uno de los objetivos principales del proyecto es de suministrar energía eléctrica a cada beneficiario

➤ *Mayores Metrados (Justificación)*

En la partida 02.03.03 (la excavación manual de zanja), se requiere mayor metrado, por consecuencia de excavación con mayor profundidad de longitud de zanja, debido a la presencia de acometidas de agua y desagüe, por tanto, la tubería que albergara los

conductores subterráneos se profundizó 0.40 centímetros más que lo estimado en la partida 02.03.03 (excavación de zanja) del componente 02 del expediente aprobado. En consecuencia, esta actividad genera mayor metrado en la partida correspondiente.

Tabla 41 *mayores metrados*

MAYORES METRADOS					
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	RENDIMIENTO x DIA	DURACION (DIAS)
1	Excavación manual de zanja	M3	380.98	06	63.50
TOTAL, DE DIAS DE AMPLIACION DE PLAZO PARTIDAS NUEVAS					63.50

RESUMEN DE SUSTENTO TÉCNICO PARA LA PRIMERA AMPLIACION DE PLAZO		
1ra Causal	Paralización del proyecto	32 días calendario
	Aspectos climatológicos	04 días calendario
	Partidas Nuevas N°01	24 días calendario
	Mayores Metrados N°01	64 días calendario
TOTAL		124 días calendario
TOTAL, CON REDONDEO Y SIN TRASLAPE		124 DIAS
TOTAL, DE DIAS CON TRASLAPE		110 DIAS

Recalendarización de ejecución de obra

La ampliación de los tiempos y reprogramación de las actividades pendientes de ejecución del proyecto se considerarán teniendo en cuenta retrasos sufridos por las causales descritas párrafos arriba y por los plazos adicionales para cumplir los saldos de metas físicas programadas.

Del cuadro 05 se obtiene un plazo de 110 días calendarios requeridos como primera ampliación de plazo, por lo tanto, que se presenta un cuadro calendarizado de plazos de ejecución de obra acorde a los plazos programados y plazos de tiempo adicionales, con el siguiente detalle

Tabla 42 *Resumen de primera ampliación de plazo*

DESCRIPCION	FECHA	DIAS CALENDARIOS	
		PARCIAL	ACUM
PLAZO INICIAL			
FECHA DE INICIO	24/10/2023		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO INICIAL	20/04/2024	180	180
PRIMERA AMPLIACION DE PLAZO			
FECHA DE PRIMERA AMPLIACION DE PLAZO	21/04/2024		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PRIMERA AMPLIACION DE PLAZO	08/08/2024	110	110

Fuente: Elaboración propia-Expediente tecnico

Segunda ampliación de plazo

➤ *Desabastecimiento en la adquisición de bienes*

Se realizó el requerimiento de adquisición de bienes de adquisición de 02 subestaciones trifásicas tipo compacto de 125 KVA, teniendo recepción de la oficina de Logista en fecha 07/05/2024 y registro de bases en SEACE el 20/06/2024.

CICLO DE TRAMITE DE ADQUISICION DEL BIEN:

Fecha de ingreso a logística	Plazo máximo de Actuación preparatoria para registro de bases en SEACE (07 días hábiles)-según tramite de adquisición de bien de una adjudicación simplificada)	Fecha de registro de bases en OSCE	Retraso de registro ajenos a proceso de selección (días)	Retraso total efectivo	Fecha de posible entrega
7/05/2024	16/05/2024	20/06/2024	34 días	34 días	28/08/2024

➤ *Feriatos nacionales*

FERIADOS NACIONALES	
FERIADOS NACIONALES	01/05/2024
	07/06/2024
	24/06/2024
	29/06/2024
TOTAL, TIEMPO POR FERIADOS	04 días

En el cronograma de ejecución de la primera ampliación de plazo se ha considerado los feriados nacionales como días laborables; pero en cuaderno de obra no se ha registrado avance físico, por cumplir con los feriados nacionales según ***Modificación del Decreto Legislativo 713 Capítulo II declara feriado 01 de mayo, 07, 29 de junio del 2024 y Decreto ley N°21860 Presidencia: 24 de junio de cada año es declarado feriado en la ciudad del Cusco***, ocasionando un retraso en las partidas programadas y afectando la ruta crítica no reportando avance físico de 04 días, generando atraso el cronograma de ejecución de ampliación de plazo 01, por lo tanto, son considerados como causales de ampliación de plazo 02.

➤ *Precipitación pluvial*

Tabla 43 *Detalle de justificación de precipitación pluvial-Segunda ampliación de plazo*

PRECIPITACIÓN PLUVIAL		
CUADERNO DE OBRA	FECHA	TIEMPO (HORAS)
Folio 106, asiento N°124	Lunes, 5 de febrero de 2024	0.75
Folio 111, asiento N°130	Jueves, 8 de febrero del 2024	2.25
Folio 133, asiento N°160	Lunes, 26 de febrero del 2024	1.75
Folio 148, asiento N°182	Viernes, 08 de marzo del 2024	2.50
Folio 159, asiento N°198	Lunes, 18 de marzo del 2024	3.00
Folio 160, asiento N°200	Martes, 19 de marzo del 2024	3.00
Folio 163, asiento N°205	Jueves, 21 de marzo del 2024	1.50
Folio 165, asiento N°207	Viernes, 22 de marzo del 2024	1.50
Folio 166, asiento N°209	Sábado, 23 de marzo del 2024	1.50
Folio 169, asiento N°213	Martes, 26 de marzo del 2024	2.00
Folio 170, asiento N°215	Miércoles, 27 de marzo del 2024	6.00
Folio 171, asiento N°217	Lunes, 01 de abril del 2024	1.50

Folio 173, asiento N°219	Martes, 02 de abril del 2024	2.00
Folio 176, asiento N°223	Jueves, 04 de abril del 2024	2.00
Folio 217, asiento N°273	Viernes, 03 de mayo del 2024	7.00
TOTAL, HORAS		38.25
TOTAL, EN DIAS		4.78
TOTAL, DE DIAS CON REDONDEO		5 DIAS

Fuente: Elaboración propia

Para la ampliación de plazo 02 se ha reportado retraso por aspectos climatológicos desde 05 febrero 2024 hasta 03 mayo 2024 con un total de 05 días, los mismo que están registrados en cuaderno de obra.

En la ampliación de plazo 01 se consideró aspectos climatológicos hasta 30 de diciembre 2023.

➤ *Partidas afectadas en la ruta crítica por desabastecimiento de materiales*

Tabla 44 *Detalle de partidas afectadas en la ruta crítica-desabastecimiento de materiales*

Desmontaje de Postes de C.A.C	und	33.00
Desmontaje de Postes de Metal de 6-10m	und	8.00
Traslado de Material Electromecánico Desmontado	ser	1.00
Desmontaje de Conductores Autoportante	m	1219.04
Desmontaje de Armado de Alineamiento BT	jgo	24.00
Desmontaje de Armado de Derivación y Anclaje BT	jgo	3.00
Desmontaje de Armado de Anclaje BT	jgo	6.00
Desmontaje y montaje de redes de Comunicación	und	33.00
Desmontaje de Retenida Simple	jgo	1.00
Desmontaje de Retenida Vertical	jgo	2.00
Desmontaje de Puestas a Tierra BT	jgo	2.00
Desmontaje de Alumbrado Público	jgo	41.00
Picado y resane de Pared	und	112.00
Colocación de tubería PVC 1 1/2"	m	336.00
Desconexión y Conexión de Red	und	112.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 resumen de sustento técnico para segunda ampliación de plazo

RESUMEN DE SUSTENTO TÉCNICO PARA SEGUNDA AMPLIACION DE PLAZO		
1era causal	Feriados Nacionales	04 días calendario
	Desabastecimiento de materiales	34 días calendario
	Aspectos climatológicos	05 días calendario
SUBTOTAL DE DIAS CON TRASLAPE		34 días calendario
2da causal	Partidas afectadas por el desabastecimiento de adquisición de transformadores de distribución	09 días calendario
TOTAL, DE DIAS CON TRASLAPE		43 DIAS CALENDARIO

Del resumen del sustento de la segunda ampliación de plazo, siendo la primera causal (desabastecimiento de materiales, feriados nacionales, aspectos climatológicos) son de 34 días con traslape y segunda causal (partidas afectadas por el desabastecimiento de adquisición de 02 transformadores de distribución) por un periodo de 09 días para cumplimiento de metas del componente 02 (desmontaje de estructuras y acometidas domiciliarias), se tiene un total de 43 días calendario, sustentados como segunda ampliación, por lo tanto, la nueva fecha de conclusión de obra reprogramada sería el 20 de setiembre del 2024.

Tabla 46 Resumen de segunda ampliación de plazo

DESCRIPCION	FECHA	DIAS CALENDARIOS	
		PARCIAL	ACUM
PLAZO INICIAL			
FECHA DE INICIO	24/10/2023		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO INICIAL	20/04/2024	180	180
PRIMERA AMPLIACION DE PLAZO			
FECHA DE AMPLIACION DE PLAZO N°01	21/04/2024		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO N°01	08/08/2024	110	290
SEGUNDA AMPLIACION DE PLAZO			
FECHA DE AMPLIACION DE PLAZO N°02	09/08/2024		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO N°02	20/09/2024	43	333

Fuente: Fuente: Elaboración propia

Tercera ampliación de plazo

- *Retraso en la entrega del bien (adquisición de 02 transformadores trifásicos de 125 KVA tipo compacto)*

En fecha 23 de agosto del 2024, el Contratista TESLA TRANSFORMADORES, presento la carta N°0201-2024-TESLA-AP, indicando lo siguiente:

La empresa concesionaria ELECTRO SUR ESTE S.A.A. atreves de su ingeniero supervisor asignado a la obra y en coordinación con el residente e inspector de obra de la entidad ejecutora, presentaron las sugerencias de mejora a los términos de referencia, los mismos que fueron aceptados por el proveedor, siendo los siguientes:

a) En la página 28 de los términos de referencia, en el diagrama unifilar el interruptor termomagnético es fijo de 3x250 A 50 Ka 220V. Electro Sur Este S.A.A a través del supervisor designado observa este punto y pide mejorar la capacidad con un termomagnético regulable de 3x400 A 50 Ka 220V.

b) En la página 23 de los términos de referencia indica en accesorios: fabricar las subestaciones con 04 aisladores de baja tensión de 1kv 250 amperios. Electro Sur Este S.A.A a través del supervisor designado observa este punto y pide mejorar la capacidad con 04 aisladores de baja tensión de 1kv 650 amperios.; porque el descrito es para una subestación de menor potencia y no corresponde a la adquisición que se está realizando.

c) En la página 30 de los términos de referencia indica que las pruebas se realizaran posterior al proceso de selección previa coordinación con el residente de obra, supervisor de obra y supervisor de Electro Sur Este S.A.A. se coordinó en reunión y Electro Sur Este S.A.A a través del supervisor designado indica modificar este punto y pide que el postor muy separado de las pruebas a realizar en su laboratorio en la ciudad de Cusco, Realice pruebas en un laboratorio neutral o tercero muy aparte al fabricante que vendría a ser en la ciudad de Lima.

Estas mejoras no previstas implican al contratista a rediseñar los equipos y reprogramar su calendario de fabricación, por lo tanto, la fecha de entrega implicara mayor tiempo de lo estimado y obligándolos a solicitar ampliación de plazo ya que este proceso de mejoras les tomara 14 días adicionales al plazo contractual.

RESUMEN DE SUSTENTO TÉCNICO PARA AMPLIACIÓN DE PLAZO		
1era	Atraso en la entrega de 02 transformadores trifásicos tipo	14 días calendario
Causal	compacto de 125 KVA	
TOTAL, DE DIAS DE AMPLIACION		14 días calendario

Del resumen del sustento de la Ampliación de Plazo N°03, siendo la primera causal: atrasos de entrega de materiales en un total de ampliación de plazo de 14 días calendario, sustentados como ampliación de plazo 03 adicional al plazo vigente de ejecución de obra, por lo tanto, la nueva fecha de conclusión de obra reprogramada sería el 04 de octubre del 2024.

A continuación, se anexa la Recalendarización de Obra, considerando la nueva ampliación de plazo hasta la fecha de conclusión de obra del 04 de octubre del 2024.

Tabla 47 *Resumen de tercera ampliación de plazo*

DESCRIPCION	FECHA	DIAS CALENDARIOS	
		PARCIAL	ACUM
PLAZO INICIAL			
FECHA DE INICIO	24/10/2023		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO INICIAL	20/04/2024	180	180
PRIMERA AMPLIACION DE PLAZO			
FECHA DE AMPLIACION DE PLAZO N°01	21/04/2024		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO N°01	08/08/2024	110	290
SEGUNDA AMPLIACION DE PLAZO			
FECHA DE AMPLIACION DE PLAZO N°02	09/08/2024		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO N°02	20/09/2024	43	333
TERCERA AMPLIACION DE PLAZO			
FECHA DE AMPLIACION DE PLAZO N°03	21/09/2024		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO N°03	04/10/2024	14	347

Fuente: Elaboración propia

Cuarta ampliación de plazo

- *Hurto de conductor de baja tensión:* En fecha 20 de setiembre del 2024, se reporta hurto de conductor de baja tensión tipo N2XOH de 50 milímetros.

El hurto de 50 metros tripolar del conductor tipo N2XOH de 50 milímetros afecta la partida de tendido conductor N2XOH de 50 milímetros, afectando a la puesta en operatividad del suministro de energía al total de los domicilios abarcados dentro del proyecto de ejecución, comprometiendo con las metas fundamentales del proyecto que es dotar de energía eléctrica domiciliaria.

En fecha 20 de setiembre se realiza la denuncia policial a horas 09:20 horas donde se deja constancia del robo de conductor eléctrico tipo N2XOH de 50 milímetros.

Con informe N°268-2024 -MPC-GI-SGOP-RO/AGC se deja constancia del acta de denuncia verbal por hurto a la subgerencia de obras de la entidad.

Se elabora el requerimiento N°201-4898 Cable N2XOH-3-1X50MM2 con una cantidad de 50 metros por un monto de S/. 3,500.00

El presente acontecimiento no previsto implica realizar un empalme en el circuito troncal de las redes de servicio particular, por lo tanto, se va requerir una ampliación de plazo según el siguiente cuadro:

ESTADO ACTUAL (ORDEN DE COMPRA)	FECHA DE NOTIFICACION	FECHA DE ENTREGA SEGÚN TDR (05 DIAS)
04/10/2024	07/10/2024	12/10/2024

El hurto de 50 metros tripolar del conductor tipo N2XOH de 50 milímetros implicara mayor tiempo de lo estimado y obligándolos a solicitar ampliación de plazo 04 ya que este proceso de mejoras tomase 15 días adicionales al plazo aprobado.

➤ *Desabastecimiento de atención a orden de servicio*

Retraso en la atención de orden de servicio con requerimiento n°201-4632 (alquiler de maquinaria para traslado de materiales electromecánicos desmontados).

FECHA DE ENTREGA A LOGISTICA	FECHA DE COTIZACION	FECHA DE ATENCION DE SERVICIO
17/09/2024	19/09/2024	12/10/2024

Partidas pendientes de ejecución posterior a la entrega del conductor subterráneo de baja tensión

ITEM	PARTIDA	METRADO PENDIENTE DE EJECUCION	UNIDAD	TIEMPO DE EJECUCION (DIAS)
02.03.10	Tendido de cable n2xoh de 50 mm2 (Ruta crítica)	50	Metros	01
01.02.08	Kit de empalme subterráneo de 16-120mm2	15	Unidad	01
02.08.02.01	Desmontaje de Conductores Autoportante (Incl. Accesorios y Entrega a	850	Metros	01
02.08.07.03	Desconexión y Conexión de Red (Ruta crítica)	10	Unidad	01
1.2.8.1.4	Traslado de material electromecánico desmontado	01	servicio	01
TOTAL, DIAS EJECUCION PARTIDAS PENDIENTES SIN TRASLAPE				06
TOTA, DIAS DE EJECUCION PARTIDAS CON RUTA CRITICA				02

CRONOGRAMA	ACELERADO	DE	FECHA
EJECUCION DE PARTIDAS PENDIENTES			
ENTREGA DE MATERIALES Y/O SERVICIO			12/10/2024
EJECUCION DE PARTIDAS PENDIENTES DE			13/10/2024 DOMINGO (NO LABORABLE)
EJECUCION POSTERIOR A LA ENTREGA DE			14/10/2024 LUNES – 1ER DIA EJECUCION
LOS REQUERIMIENTOS Y/O SERVICIO			15/10/2024 MARTES- 2DO DIA EJECUCION

RESUMEN DE SUSTENTO TÉCNICO DE CUARTA AMPLIACION DE PLAZO		
1era	Hurto de conductor subterráneo de baja tensión	08 días calendario
Causal		
	Tiempo de ejecución de partidas pendientes posterior a las atenciones de materiales y orden de servicio	03 días calendario
TOTAL, DE DIAS DE AMPLIACION SEGÚN CRONOGRAMA ACCELERADO		11 días calendario

Del resumen del sustento de la Ampliación de Plazo N°04, siendo la primera causal: hurto de conductor subterráneo de baja tensión es en un total de ampliación de plazo de 11 días calendario, sustentados como ampliación de plazo 04 adicional al plazo vigente de ejecución

de obra, por lo tanto, la nueva fecha de conclusión de obra reprogramada sería el 15 de octubre del 2024.

Tabla 48 *Resumen de cuarta ampliación de plazo*

DESCRIPCION	FECHA	DIAS CALENDARIOS	
		PARCIAL	ACUM
PLAZO INICIAL			
FECHA DE INICIO	24/10/2023		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO INICIAL	20/04/2024	180	180
PRIMERA AMPLIACION DE PLAZO			
FECHA DE AMPLIACION DE PLAZO N°01	21/04/2024		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO N°01	08/08/2024	110	290
SEGUNDA AMPLIACION DE PLAZO			
FECHA DE AMPLIACION DE PLAZO N°02	09/08/2024		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO N°02	20/09/2024	43	333
TERCERA AMPLIACION DE PLAZO			
FECHA DE AMPLIACION DE PLAZO N°03	21/09/2024		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO N°03	04/10/2024	14	347
CUARTA AMPLIACION DE PLAZO			
FECHA DE AMPLIACION DE PLAZO N°04	04/09/2024		
FECHA DE VENCIMIENTO DE PLAZO N°04	15/10/2024	11	358

Fuente: Elaboración propia

Aportes al proyecto y responsabilidades como Asistente Técnico

- a. Efectuar trabajos control técnico administrativo en obra, con conjunción estricta al expediente técnico, bajo el control y asesoramiento del residente general de inversión.
- b. Permanecer en obra toda la jornada de trabajo.
- c. Mantener actualizada la documentación técnica de obra.
- d. Controlar los rendimientos del personal obrero.
- e. Realizar de manera continua la bitácora de equipo mecánico, y darle seguimiento de su rendimiento, haciendo respetar el cronograma de las partidas señaladas en el proyecto de ejecución en el tiempo y lugar correspondientes.
- f. Elaboración y consolidación de metrados diarios de obra de todas las especialidades en coordinación con residencia general y residentes de especialidad en caso que amerite.
- g. Apoyo en la elaboración de requerimiento de bienes y servicios según la necesidad de cada especialidad.
- h. Apoyar en el adecuado y correcto manejo de documentación de como cuaderno de obra, protocolos y prueba de control de calidad, movimiento de almacén, control de partes diarias y otros.
- i. Preparación de planos de replanteo final de obra.
- j. En caso de incumplimiento de funciones o responsabilidades, se le seguirá proceso administrativo correspondiente y las acciones legales que la entidad considere pertinentes.
- k. Apoyo en la elaboración de las modificaciones presupuestales como presupuesto o de ampliación de plazo.
- l. Elaboración de las modificaciones en fase de ejecución del proyecto, siendo estas modificaciones de presupuesto y de plazo.
- m. Elaboración del informe final de obra para la entrega a la concesionaria del servicio de distribución eléctrica (Electro Sur Este S.A.A.).

CONCLUSIONES

En consecuencia, del desarrollo del informe técnico se detalla lo siguiente:

- **Primera.** - La Municipalidad Provincial del Cusco mediante la Gerencia de Infraestructura – Sub Gerencia de obras es la encargada de cumplir con la culminación del proyecto de mejoramiento del sistema eléctrico en la prolongación Av. Del ejército para contribuir con el cierre de brechas de los sistemas de distribución eléctrica deficientes en el sector.
- **Segunda.** – La ejecución del proyecto mejoramiento de las redes eléctricas de distribución en media y baja tensión se realizó tomando en cuenta estrictamente el expediente técnico aprobado, sin embargo, se ha reportado modificaciones de presupuesto y ampliación de plazo los mismos que fueron aprobados por la entidad cumpliendo con los requisitos establecidos en su directiva.
- **Tercera.** - El proyecto de mejoramiento del sistema eléctrico ejecutado dotara con una mejor calidad de producto (tensión, frecuencia, perturbaciones), mejor calidad de suministro (interrupciones), mejor calidad de alumbrado público (deficiencias de alumbrado).
- **Cuarta.** – El proyecto de mejoramiento del sistema eléctrico reemplazara el sistema tipo aéreo de distribución por un sistema tipo subterráneo en cuanto a línea primaria, subestaciones de distribución compacta, red secundaria, alumbrado público y acometidas domiciliarias.
- **Quinta.** - El proyecto de mejoramiento del sistema eléctrico dotara a la prolongación Av. Del ejército con una iluminación tipo LED, acorde a las normas de iluminación del sector.
- **Sexta.** – El proyecto de mejoramiento del sistema eléctrico contribuirá con el desarrollo comercial y socio-económico de la prolongación Av. del ejército.

RECOMENDACIONES

- **Primera.** – El proyecto de mejoramiento del sistema eléctrico debe seguir estrictamente los lineamientos del expediente técnico aprobado y de sus modificaciones del ser el caso.
- **Segunda.** – El proyecto de mejoramiento del sistema eléctrico una vez concluido requiere ser entregado mediante convenio interinstitucional a la empresa eléctrica concesionaria del sector.
- **Tercera.** - El proyecto de mejoramiento del sistema eléctrico debe ser incluido en los sistemas eléctricos de distribución por la empresa eléctrica concesionaria del sector.
- **Cuarta.** - El proyecto de mejoramiento del sistema eléctrico, posteriormente debe de contar con un plan de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo por la empresa eléctrica concesionaria del sector.
- **Quinta.** - El proyecto de mejoramiento del sistema eléctrico y todos sus componentes fueron diseñados para contar con un incremento de máxima demanda eléctrica de hasta 20 % de su carga actual, sin sobrepasar el 85% de su carga nominal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

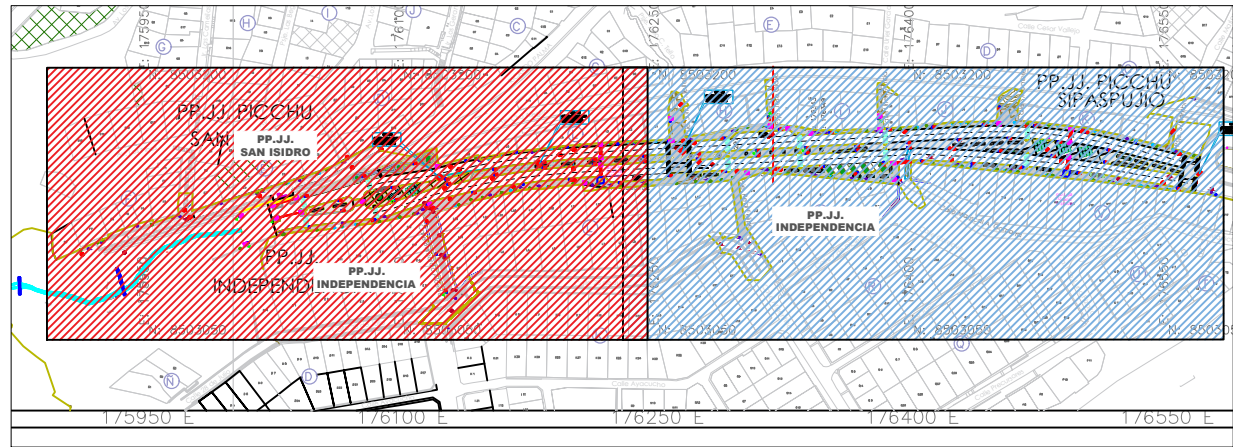
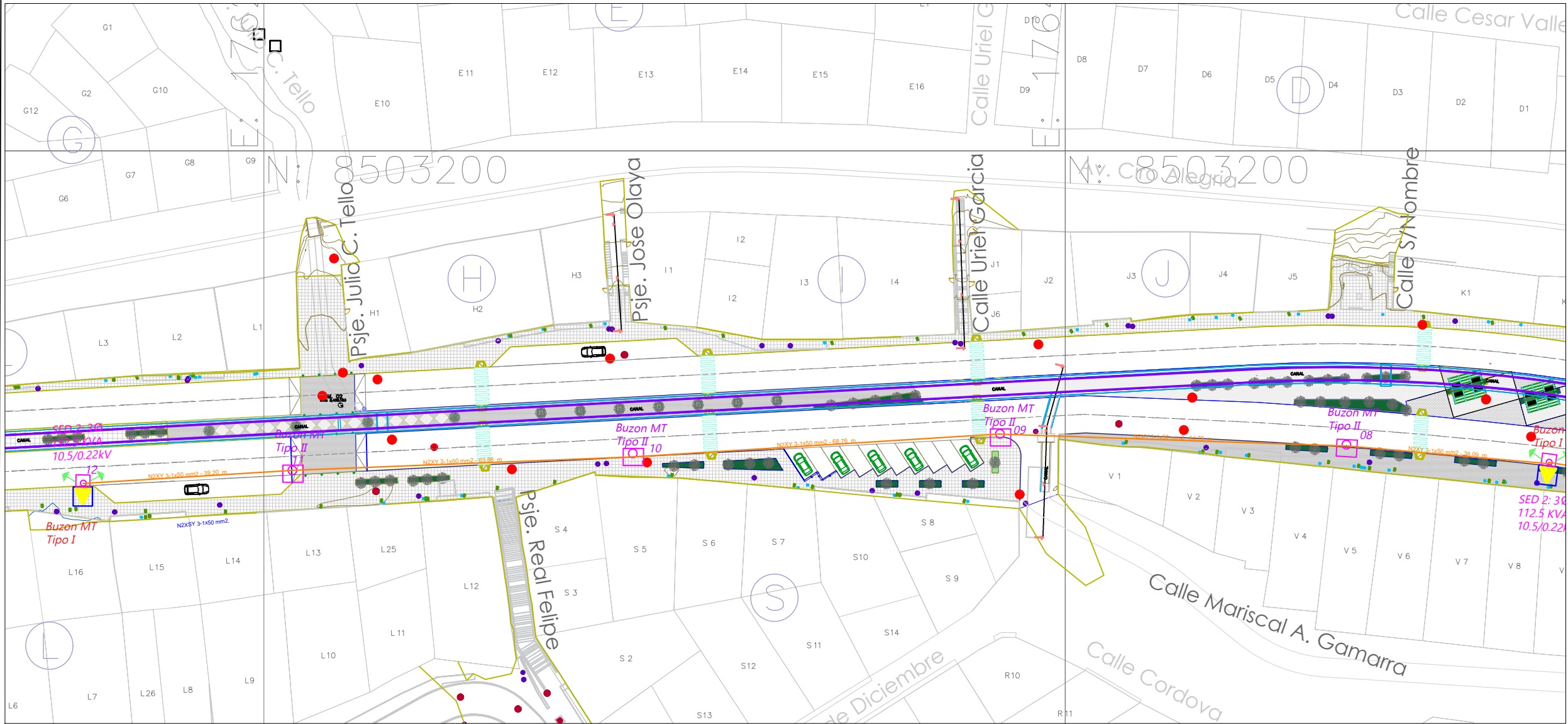
1. Congreso del Perú (1993), *Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas*. Lima, Perú: Congreso del Perú. Obtenido de <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/normatividad/ds009-93.pdf>.
2. Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad (1997), *Titulo quinto, titulo sexto y titulo octavo de Normas Técnicas de los Servicios Eléctricos* – Decreto Supremo N°020-97-EM. Obtenida de https://www.osinergmin.gob.pe/cartas/documentos/electricidad/normativa/NTCSE_DS020-97-EM.pdf
3. Ministerio de Energía y Minas – Viceministerio de Energía – Dirección General de Electricidad (2011), *Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011)*. Obtenido de <https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/05/RM-214-2011-MEM-DM.pdf>
4. Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad – Normas Técnicas de los Servicios Eléctricos (2003), *Norma técnica de alumbrado público de vías públicas en zonas de concesión de distribución con R.M. N°013-2003-EM/DM*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5332317/4778838-r-m-nro-013-2003-em-dm.pdf?v=1698334254>.
5. Ministerio de Energía y Minas - Dirección Regional de Electricidad (2002), *Aprueban Norma de Procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución – Resolución Directoral N°018-2002-EM-DGE*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/899475/RD-018-2002-EM-DGE.pdf>
6. Ministerio de Energía y Minas - Dirección Regional de Electricidad (2004), *Establecen Sectores de distribución típicos para el periodo noviembre 2004-octubre 2009 – Resolución Directoral N°015-2004-EM-DGE*. Obtenido de <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/rd015-2004-em-dge.pdf>
7. Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad (2002), *Norma Técnica DGE – Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución os*

Servicios Eléctricos (2003). Obtenido de

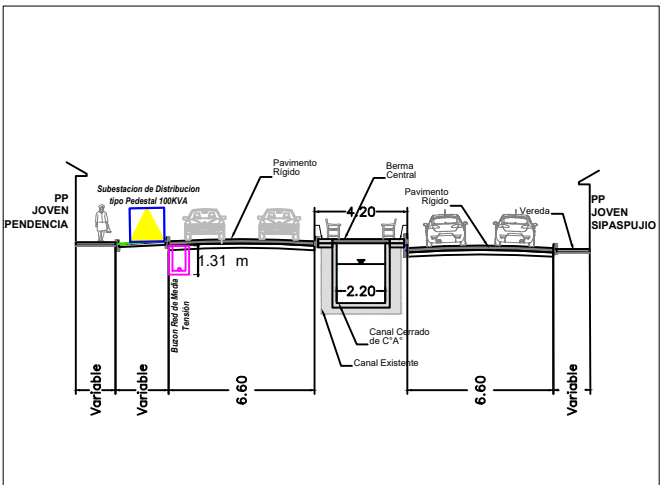
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5332324/4778838-norma-tecnica-alumbrado.pdf?v=1698334321>

8. Municipalidad provincial del Cusco – Oficina de Estudios y Proyectos (2021), *Expediente técnico aprobado proyecto: Mejoramiento de los servicios de energía eléctrica en la prolongación avenida del ejército en el distrito del Cusco*.
9. Ministerio de Energía y Finanzas – Sistema de seguimiento de inversiones – *Invierte.pe* (2024). Obtenido de
<https://ofi5.mef.gob.pe/ssi/ssi/Index>
10. Ministerio de Energía y Minas (2012). *Código Nacional de Electricidad (SUMINISTRO 2011)*. Lima. Obtenido de
<https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/05/RM-214-2011-MEM-DM.pdf>
11. La Contraloría general de la república del Perú (2023) - *Ejecución de Obras Públicas por Administración directa con Resolución N°432-2023-CG*. Obtenido de
<https://www.gob.pe/institucion/contraloria/normas-legales/4973965-432-2023-cg>
12. Municipalidad provincial del Cusco (2023), *Directiva para la Ejecución Física de Inversiones por la Modalidad de Administración Directa con Resolución de Gerencia Municipal N°474-2023-MPC/GM*.

Anexos



ZONIFICACIÓN
ESC: S/E



SECCION 1-1

LEYENDA

ID	CANT. TOT.	SIMBOLO	DESCRIPCION
1	02 und.		Buzon MT Tipo I (PROYECTADO)
2	09 und.		Buzon MT Tipo II (PROYECTADO)
3	1222.14 m		02 TUBERIAS PVC 4" Ø + RESERVA (PROYECTADO)
4	1958.79 m		CABLE SUBTERRANEO 3x50 mm2 (PROYECTADO)
5	---		RED MT EXISTENTE ALIM. DO-09
6	02 eqp.		SUBESTACION DE TIPO PEDESTAL 3 Ø, 10.5/0.22kV (PROY.)
7	05 und.		PUESTA A TIERRA (PROYECT.)
8	48 und.		DUCTO DE CONCRETO 2 VIAS PARA CRUCE DE VIAS (PROYEC)
9	01 und.		RETENIDA INCLINADA EXIT.
10	01 und.		POSTE DE C5A-C5C MEDIA TENSION EXISTENTE 15/400 m



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DEL CUSCO
GESTIÓN 2023-2026

PROYECTO:

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGIA
ELECTRICA EN LA PROLONGACION AV. DEL
EJERCITO, DISTRITO DE CUSCO-PROVINCIA DE
CUSCO-DEPARTAMENTO DE CUSCO

ALCALDE: GRISELDA BELTRAN PANTOJA CALVO



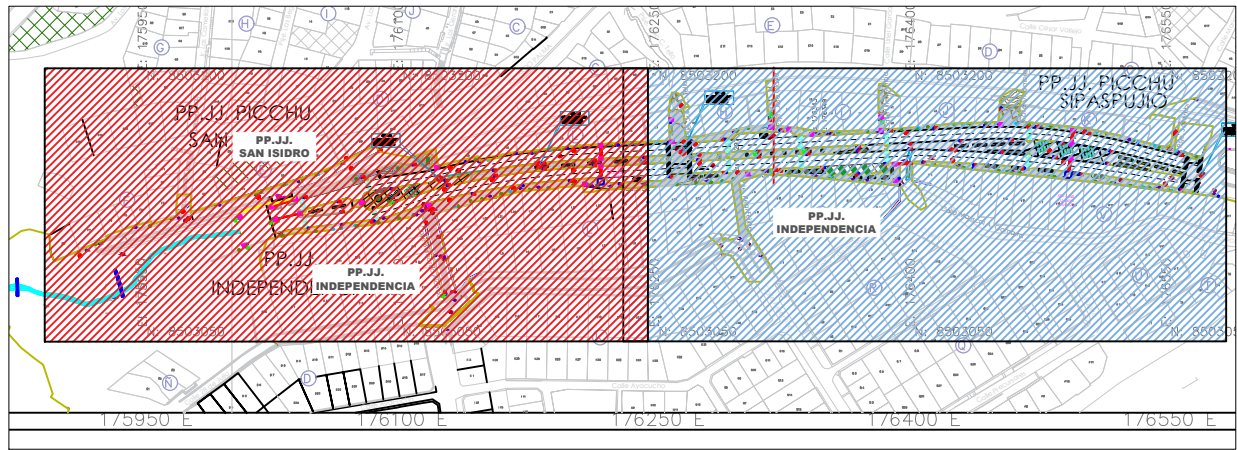
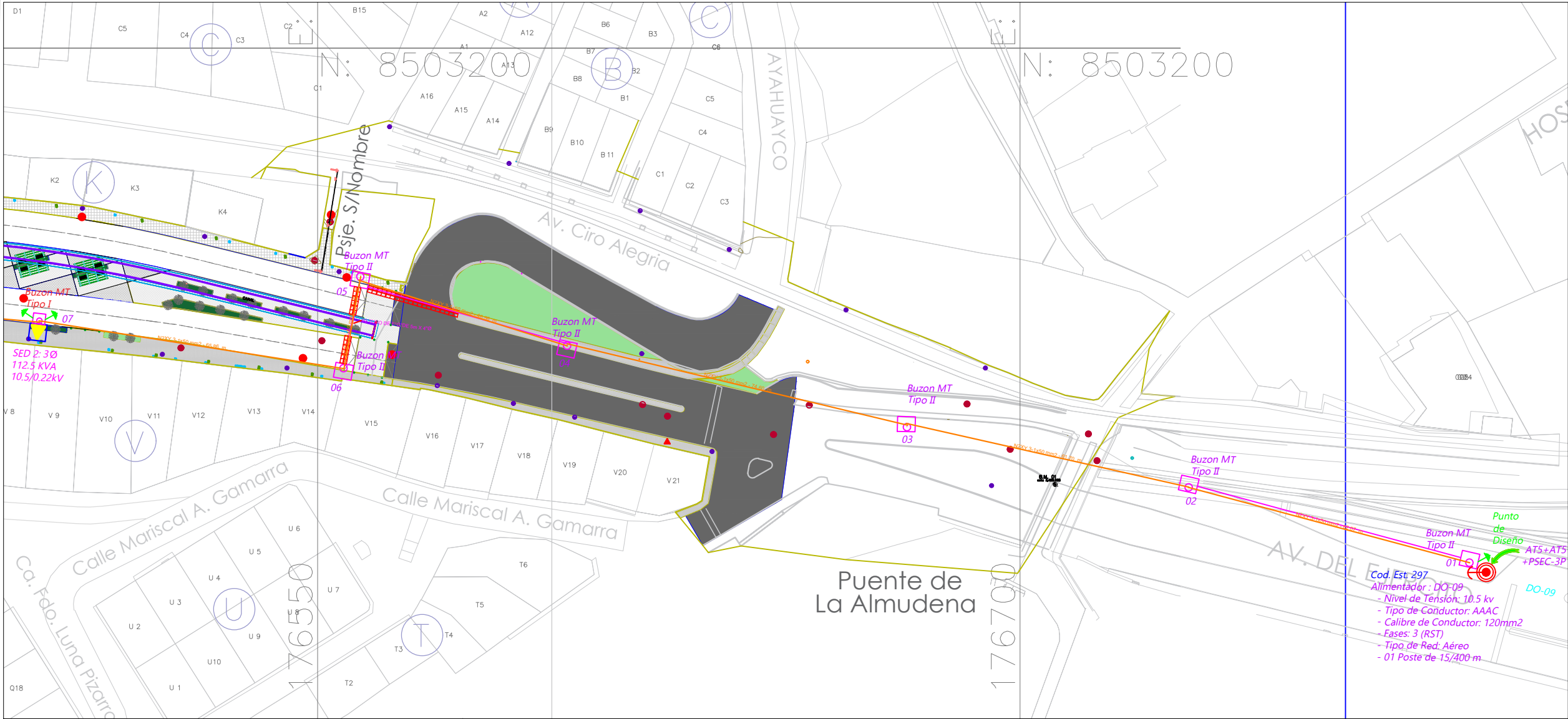
OFICINA DE ESTUDIOS Y
PROYECTOS ESPECIALES

ING. MARIA MILAGROS OLAZAVAL RODRIGUEZ
JEFE DE LA UNIDAD DE ESTUDIOS Y PROYECTOS ESPECIALES

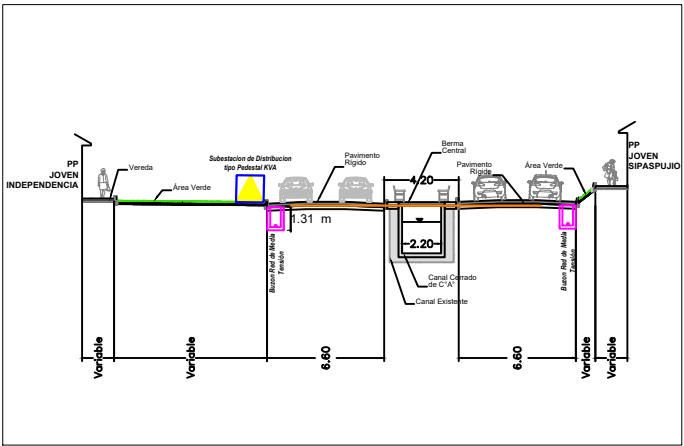
PLANO: PLANO RED PRIMARIA
TRAMO 01

FECHA: MARZO 2023
ESCALA: INDICADA
FIRMAS Y SELLOS DEL PROFESIONISTA

RP-01




ZONIFICACIÓN
ESC: S/E



SECCION 2-2

LEYENDA			
ID	CANT. TOT.	SIMBOLO	DESCRIPCION
1	02 und.		Buzon MT Tipo I (PROYECTADO)
2	09 und.		Buzon MT Tipo II (PROYECTADO)
3	1222.14 m		02 TUBERIAS PVC 4"Ø + RESERVA (PROYECTADO)
4	1958.79 m		CABLE SUBTERRÁNEO 3-1x50 mm2 (PROYECTADO)
5	---		RED MT EXISTENTE ALIM. DO-09
6	02 eqp.		SUBESTACION DE TIPO PEDESTAL 3 Ø, 10.5/0.22kv (PROY.)
7	05 und.		PUESTA A TIERRA (PROYECT.)
8	48 und.		DUCTO DE CONCRETO 2 VIAS PARA CRUCE DE VIAS (PROYEC.)
9	01 und.		RETENIDA INCLINADA EXIT.
10	01 und.		POSTE DE C°A°C° MEDIA TENSION EXISTENTE 15/400 m




MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DEL CUSCO
GESTIÓN 2023-2026

PROYECTO:

**MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGIA
ELECTRICA EN LA PROLONGACION AV. DEL
EJERCITO, DISTRITO DE CUSCO-PROVINCIA DE
CUSCO-DEPARTAMENTO DE CUSCO**

ALCALDE: GRI: PNP/LUIS BELTRAN PANTOJA CALVO



OFICINA:
**OFICINA DE ESTUDIOS Y
PROYECTOS ESPECIALES**

ING. MARIA MILAGROS OLAZAVAL RODRIGUEZ
JEFE DE LA UNIDAD DE ESTUDIOS Y PROYECTOS ESPECIALES

DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: CUSCO DISTRITO: CUSCO

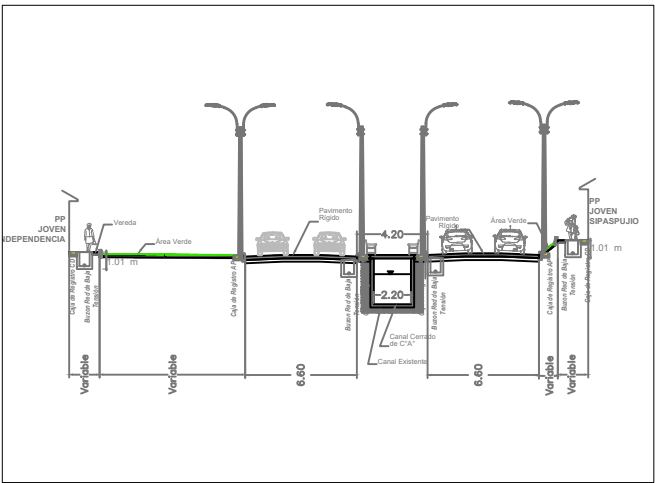
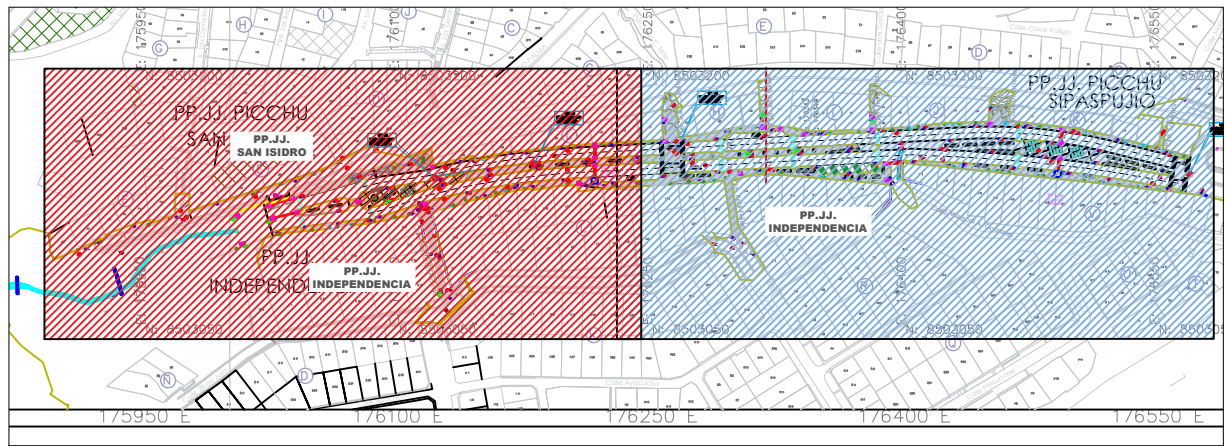
PROYECTISTA:

FECHA: MARZO 2023


ESCALA: INDICADA

FIRMA Y SELLO DEL PROFESIONAL:

RP-02



LEYENDA			
ID	CANTIDAD TOTAL	SÍMBOLO	DESCRIPCION
1	07 und.		BUZON TIPO A (PROYECTADO)
2	28 und.		BUZON TIPO B (PROYECTADO)
3	82 und.		CAJA DE PASO ALUMBRADO PUBLICO (PROYECTADO)
4	73 und.		CAJA DE PASO CONEXIONES DOMICILIARIAS (PROYECTADO)
5	2652.78 m		TUBERIA PVC-SAP 4\"/>
6	3941.19 m		CABLE NZXOH 3-1x50 mm2 (PROYECTADO)
7	2656.78 m		TUBERIA PVC-SAP 2\"/>
8	5399.63 m		CABLE NZXOH 2-1x16+1x10 mm2(T) (PROYEC.)
9	2652.78 m		TUBERIA PVC-SAP 4\"/>
10	106 esp.		EQUIPO DE ILUMINACION LED 90W (PROYEC.)
11	151 und.		CONEXION DOMICILIARIA SUBTERRANEA
12	100 und.		POSTE DE C\"/>
13	32 und.		PUESTA A TIERRA PARA ALUMBRADO PUBLICO (PROYECTADO)
14	146 und.		DUCTO DE CONCRETO 2 VIAS (PROYECTADO)
15	127 und.		ACOMETIDA MONOFASICA 20\"/>
16	18 und.		ACOMETIDA TRIFASICA 30\"/>
17	6 und.		ACOMETIDA NUEVA
18	2 und.		POSTE DE C\"/>




MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DEL CUSCO
GESTIÓN 2023-2026

PROYECTO:

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGIA
ELECTRICA EN LA PROLONGACION AV. DEL
EJERCITO, DISTRITO DE CUSCO-PROVINCIA DE
CUSCO-DEPARTAMENTO DE CUSCO

ALCALDE: GIVIL PNP LUIS BELTRAN PANTOJA CALVO



OFICINA:
OFICINA DE ESTUDIOS Y
PROYECTOS ESPECIALES

ING. MARIA MILAGROS OLAZAVA RODRIGUEZ
JEFE DE LA UNIDAD DE ESTUDIOS Y PROYECTOS ESPECIALES

COORDINADOR:	PROYECTOR:	REVISOR:
CUSCO	CUSCO	CUSCO

PROYECTISTA:

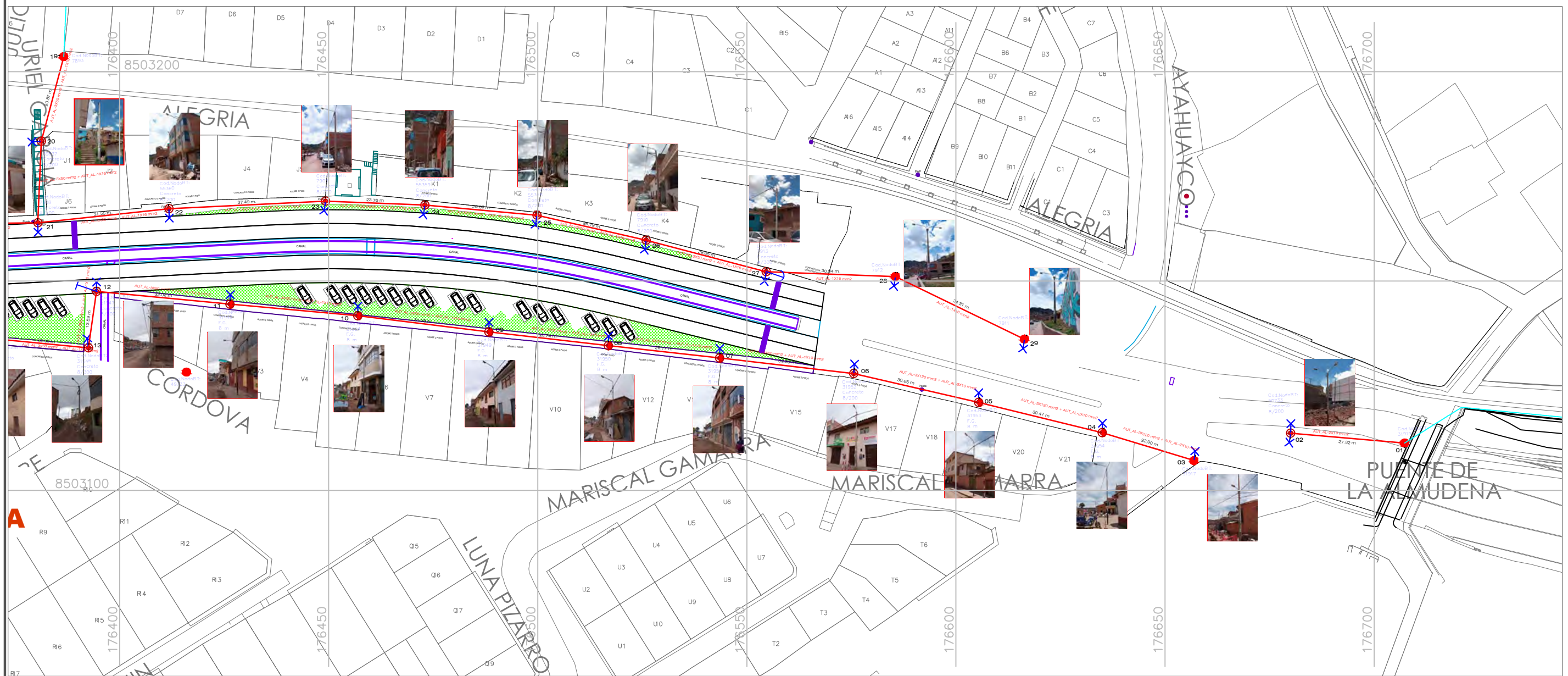
PLANO:
PLANO RED SECUNDARIA
TRAMO 02

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: INDICADA

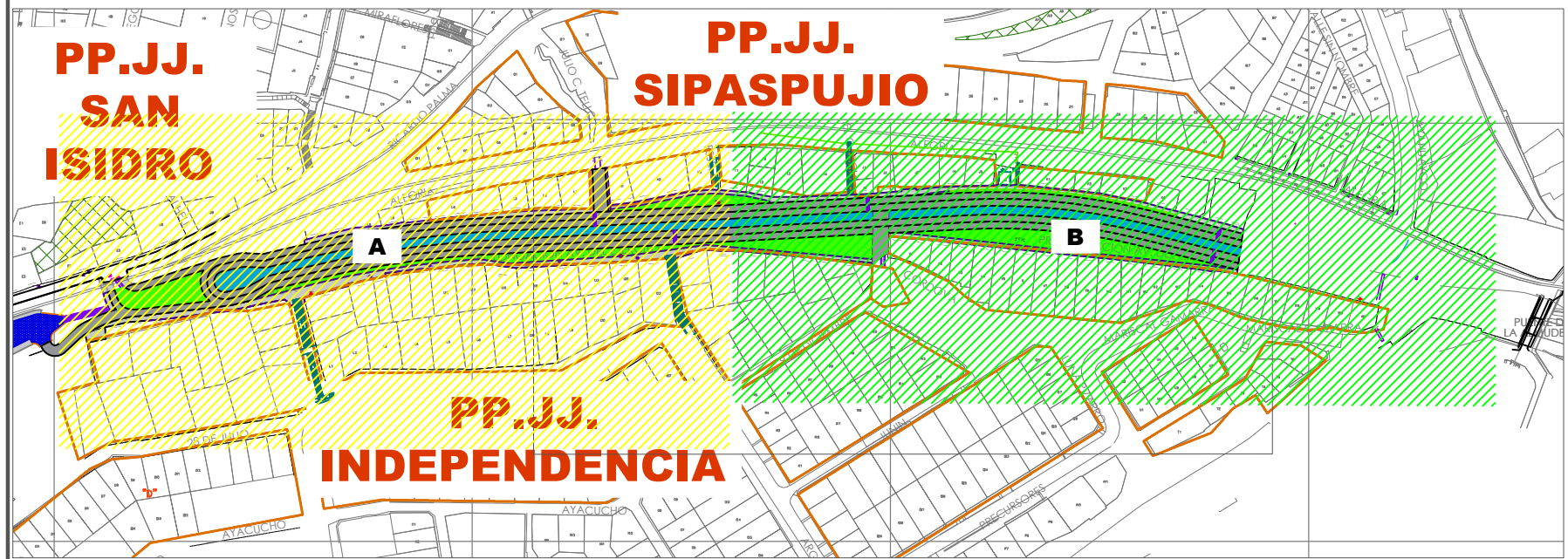
FORMA Y SELLO DEL PROFESIONAL:

RS-02



PLANTA A

Escala: 1/500



ZONIFICACIÓN

ESC: S/E

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD
	Poste de F°G°. 6-10 mts. a Desmontar.	Und.	8
	Poste de C.A.C. 8-10 mts. a Desmontar.	Und.	33
	Poste Existente.	Und.	6
	Equipo de Luminaria a Desmontar.	Und.	45
	Conductor Autoportante 1x10 mm2 a Desmontar.	m.	645.59
	Conductor Autoportante 1x16 mm2 a Desmontar.	m.	593.05
	Conductor Autoportante 1x50 mm2 a Desmontar.	m.	1084.38
	Conductor Autoportante 1x70 mm2 a Desmontar.	m.	60.06
	Conductor Autoportante 1x120 mm2 a Desmontar.	m.	92.42
	Armado de Alineamiento a Desmontar.	m.	30
	Armado de Ángulo a Desmontar.	m.	2
	Armado Fin de Línea a Desmontar.	Jgo.	7
	Armado de Derivación a Desmontar.	Jgo.	1
	Armado de Alineamiento con Derivación a Desmontar.	Jgo.	3
	Retenida oblicua a Desmontar	Jgo.	5
	Retenida vertical a Desmontar.	Jgo.	2
	Puesta a tierra Existente.	Jgo.	1



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DEL CUSCO
GESTIÓN 2023-2026

PROYECTO:

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ENERGIA
ELECTRICA EN LA PROLONGACION AV. DEL
EJERCITO, DISTRITO DE CUSCO-PROVINCIA DE
CUSCO-DEPARTAMENTO DE CUSCO

ALCALDE: Gnel PNP LUIS BELTRAN PANTOJA CALVO



OFICINA:
OFICINA DE ESTUDIOS Y
PROYECTOS ESPECIALES

ING. MARIA MILAGROS OLAZAVAL RODRIGUEZ
JEFE DE LA UNIDAD DE ESTUDIOS Y PROYECTOS ESPECIALES
DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: CUSCO DISTRITO: CUSCO

PROYECTISTA:

PLANO:
PLANI DE DESMONTAJE RED
SECUNDARIA PLANTA B

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: INDICADA

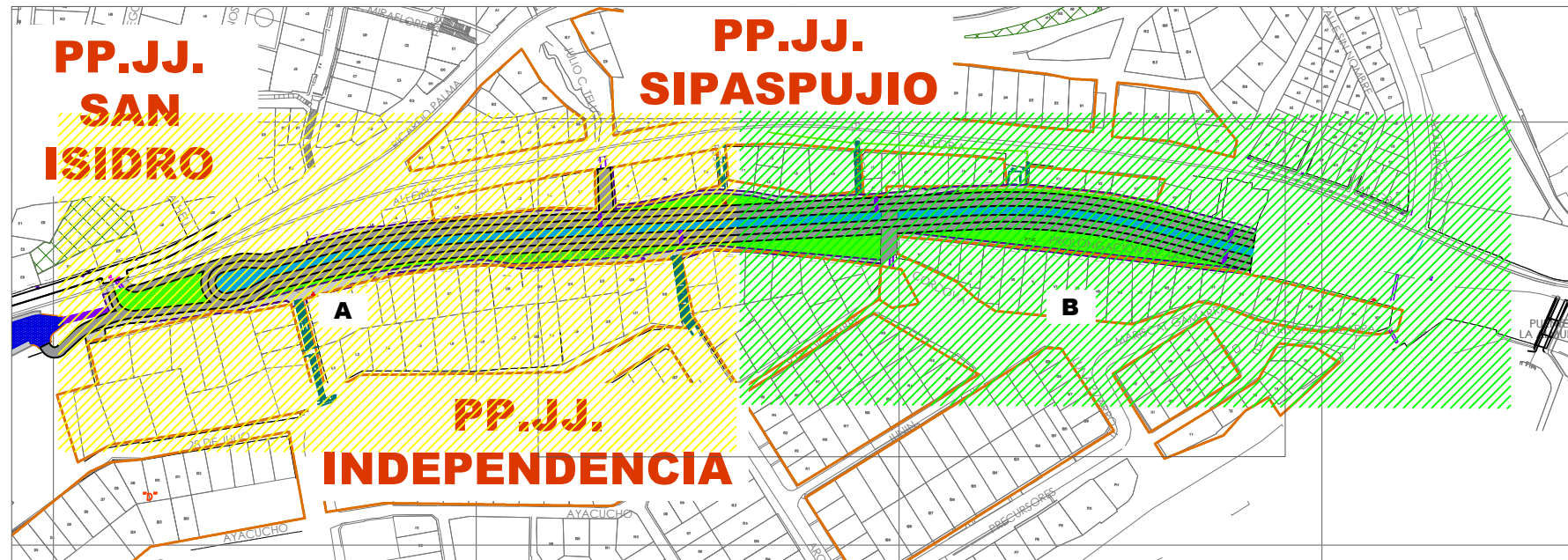
FIRMA Y SELLO DEL PROFESIONAL:

PD-02



PLANTA B

Escala: 1/500



ZONIFICACIÓN

ESC: S/E

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD
	Poste de F°G°. 6-10 mts. a Desmontar.	Und.	8
	Poste de C.A.C. 8-10 mts. a Desmontar.	Und.	33
	Poste Existente.	Und.	6
	Equipo de Luminaria a Desmontar.	Und.	45
	Conductor Autoportante 1x10 mm2 a Desmontar.	m.	645.59
	Conductor Autoportante 1x16 mm2 a Desmontar.	m.	593.05
	Conductor Autoportante 1x50 mm2 a Desmontar.	m.	1084.38
	Conductor Autoportante 1x70 mm2 a Desmontar.	m.	60.06
	Conductor Autoportante 1x120 mm2 a Desmontar.	m.	92.42
E1	Armado de Alineamiento a Desmontar.	m.	30
E2	Armado de Ángulo a Desmontar.	m.	2
E3	Armado Fin de Línea a Desmontar.	Jgo.	7
E4	Armado de Derivación a Desmontar.	Jgo.	1
E5	Armado de Alineamiento con Derivación a Desmontar.	Jgo.	3
	Retenida oblicua a Desmontar	Jgo.	5
	Retenida vertical a Desmontar.	Jgo.	2
	Puesta a tierra Existente.	Jgo.	1