

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica y

Mecatrónica



REMODELACIÓN Y SOTERRADO DEL SUBSISTEMA ELÉCTRICO PRIMARIO EN REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA LA VIA METROPOLITANA, DESDE EL PASAJE TORRICO HASTA LA VARIANTE DE UCHUMAYO, SACHACA AREQUIPA -2022.

Tesis presentada por el Bachiller:

Talavera Ruiz, César Andree

Para optar el Título Profesional de

Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor:

Mg. Chirinos Apaza Luis Adrian.

Arequipa – Perú

2023

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 05 de Diciembre del 2022

Dictamen: 007998-C-EPIMMEM-2022

Visto el borrador del expediente 007998, presentado por:

2006801451 - TALAVERA RUIZ CESAR ANDREE

Titulado:

REMODELACIÓN Y SOTERRADO DEL SUBSISTEMA ELÉCTRICO PRIMARIO EN REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA LA VIA METROPOLITANA, DESDE EL PASAJE TORRICO HASTA LA VARIANTE DE UCHUMAYO, SACHACA AREQUIPA -2022.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1470 - CASTILLO CACERES CESAR PIO
DICTAMINADOR**



**2107 - CHANI OLLACHICA DEIDAMIA GIOVANNA
DICTAMINADOR**



**2398 - RIVERA ACOSTA VICTOR GONZALO
DICTAMINADOR**



REMODELACIÓN Y SOTERRADO DEL SUBSISTEMA ELÉCTRICO PRIMARIO EN REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA LA VIA METROPOLITANA, DESDE EL PASAJE TORRICO HASTA LA VARIANTE DE UCHUMAYO

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.exposolucionesenenergia.com Fuente de Internet	3%
2	docplayer.es Fuente de Internet	2%
3	www.else.com.pe Fuente de Internet	2%
4	vdocuments.net Fuente de Internet	2%
5	pt.scribd.com Fuente de Internet	2%
6	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	2%
7	Submitted to Universidad Manuela Beltrán Trabajo del estudiante	1%
8	www.scribd.com Fuente de Internet	1%

9	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	vsip.info Fuente de Internet	1 %
11	docshare.tips Fuente de Internet	1 %
12	es.essays.club Fuente de Internet	1 %
13	www.coursehero.com Fuente de Internet	1 %
14	idoc.pub Fuente de Internet	1 %
15	www.bvindexcopi.gob.pe Fuente de Internet	1 %
16	"Solid State Lighting Reliability Part 2", Springer Science and Business Media LLC, 2018 Publicación	1 %
17	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1 %
18	docslide.us Fuente de Internet	1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

Para las personas quienes me apoyaron y guiaron siempre en cada instancia de mi vida, para lograr mis logros y objetivos planteados, dedico la presente tesis:

***En primer lugar, a DIOS;** por dame la vida, la paciencia y las fuerzas para no rendirme en lograr mis objetivos, por brindarme la permanencia de mis seres queridos para que puedan ver mis logros, por darnos la vida y permanecer juntos después de tantas complejidades suscitadas en este tiempo de pandemia.*

***A MIS PADRES: JOSÉ LUIS Y JULIA MAGDALENA;** por tener siempre el apoyo incondicional, ser un ejemplo de vida y profesional, sin su apoyo y disciplina no hubiera podido cumplir todos los retos planteados y que quedan por cumplir.*

***A MI FAMILIA;** quienes estuvieron conmigo en cada momento, dándome fuerzas y aliento para seguir adelante y no darme por vencido ante las adversidades.*

***A MI NOVIA DIANA,** sin su apoyo desinteresado, en guiarme y exigirme a cumplir mis metas y objetivos para lograr este primer paso; en conjunto con su familia ya que me brindaron los consejos para llegar siempre a las metas planteadas.*

***A LOS AMIGOS;** que siempre que los necesité siempre estuvieron en esos momentos, siempre me brindaron su lealtad, y su apoyo incondicional.*

GRACIAS A TODOS POR SU APOYO, GRACIAS A UDS SE LOGRO ESTE PRIMER PASO.

CÉSAR

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general el de la remodelación de las redes aéreas existente por redes subterráneas tanto de Baja Tensión y Media Tensión manera que posibiliten el suministro de energía eléctrica para el servicio particular, y alumbrado público para la vía metropolitana, desde el pasaje Torrico hasta la variante de Uchumayo, Sachaca, este proyecto se realiza debido al incremento de carga en energía que se ha dado en los últimos años así mismo la defectuosa distribución y contaminación visual que han generado los cables aéreos.

Por lo cual se realizó la remodelación y soterrado del Subsistema de Distribución Primaria, el diseño de las redes subterráneas en la Vía Metropolitana y la remodelación de las redes aéreas existente por redes subterráneas tanto de Baja Tensión y Media Tensión.

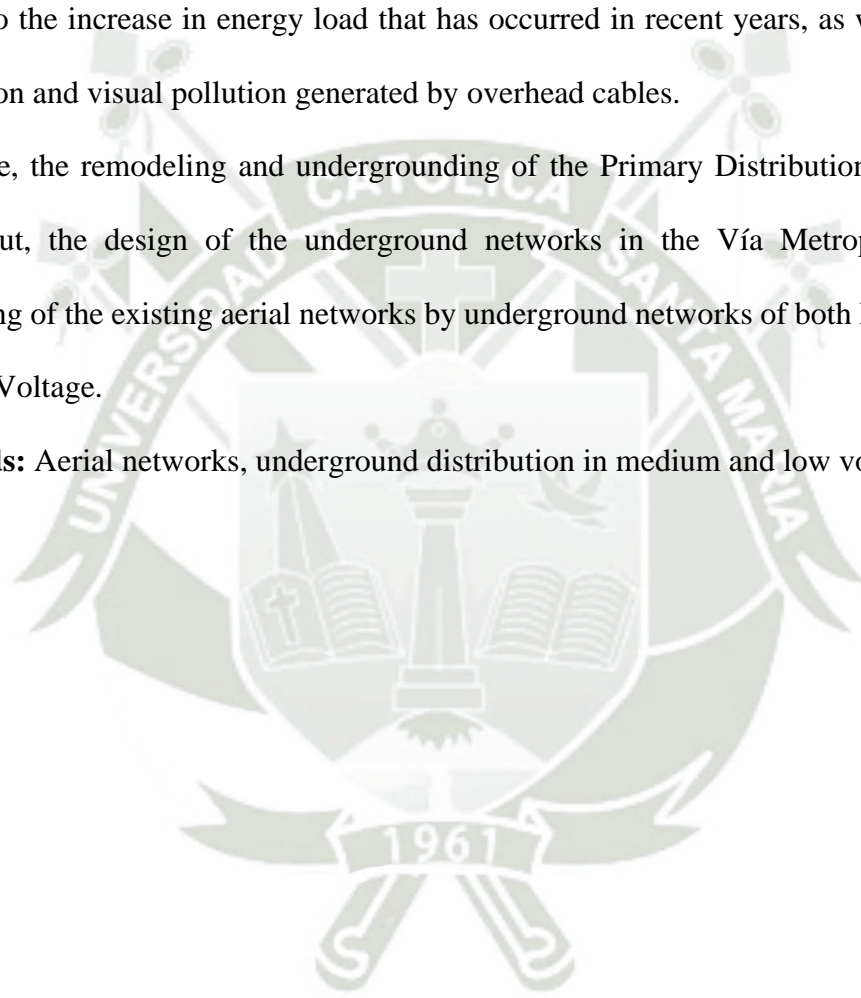
Palabras clave: Redes aéreas, distribución subterránea en media y baja tensión.

ABSTRACT

The present research work had as a general objective the remodeling of the existing aerial networks by underground networks, both Low Voltage and Medium Voltage, so that they enable the supply of electricity for the private service, and public lighting for the metropolitan road, from the Torrico passage to the Uchumayo, Sachaca variant, this project is being carried out due to the increase in energy load that has occurred in recent years, as well as the faulty distribution and visual pollution generated by overhead cables.

Therefore, the remodeling and undergrounding of the Primary Distribution Subsystem was carried out, the design of the underground networks in the Vía Metropolitana and the remodeling of the existing aerial networks by underground networks of both Low Voltage and Medium Voltage.

Keywords: Aerial networks, underground distribution in medium and low voltage.



ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRAC

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	5
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO	5
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.3 ALCANCES	6
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1 Objetivo General	6
2.2 Objetivos Específicos	6
3. MARCO TEORICO	7
3.1 Introducción	7
3.2 Antecedentes	7
3.3 Sistema eléctrico	9
3.3.1. Elementos de un sistema eléctrico	9
3.3.2. Parámetros físicos de un sistema eléctrico	9
3.3.3. Interconexiones del sistema eléctrico	11
3.4 Redes de distribución aéreas	11
3.4.1 Ventajas de redes aéreas	11
3.4.2. Desventajas de redes aéreas de distribución	12
3.4.3 Partes de las redes aéreas	12
3.5 Redes de distribución subterráneas	13
3.5.1 Ventajas de las redes subterráneas:	13
3.5.2 Desventajas de redes subterráneas:	14
3.5.3 Consideraciones para elección de conductores subterráneos	14
3.5.4 Cables directamente enterrados.	15
3.5.5 Instalación de cables	20
3.5.6 Cables en ductos subterráneos	25
3.5.7 Radios mínimos de curvatura.	35
3.5.8 Instalación de cables subterráneos.	38
3.6 Descripción general de software ETAP	47

3.7 Barra de herramientas	49
3.7.1 Requerimientos del Software ETAP.	49
3.7.2 Creación de un proyecto ETAP	50
3.7.3 Análisis de cortocircuito empleando ETAP.....	52
3.7.4 Coordinación de protecciones empleando ETAP.....	54
4. DISEÑO DEL SUBSISTEMA SUBTERRÁNEO	58
4.1 Hipótesis general	58
4.2 Hipótesis específicas	58
CAPITULO II	59
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	59
CAPÍTULO II	60
1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	60
1.2 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	60
2. CAMPOS DE VERIFICACIÓN.....	60
2.1 VARIABLES	60
2.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	60
2.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	61
2.5 POBLACIÓN Y MUESTRA	61
3. ESTRATEGIAS DE RECOLECCION DE DATOS	61
3.1 Descripción	61
3.2. Ubicación	61
3.3. Área de Estudio	61
3.4. Alcance del proyecto	61
3.5. Calificación Eléctrica para media tensión	62
CAPITULO III.....	63
DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	63
REDES DE MEDIA TENSIÓN Y SUBESTACIONES.....	63
1. REDES DE MEDIA TENSIÓN.....	64
2. SUBESTACION DE CASETA PROYECTADA	65
2.1 Dimensiones	66
2.2 Impermeabilidad.....	66
2.3 Tapas o Losas Superiores	66
2.4 La caseta dispondrá de un circuito de fuerza y un circuito de iluminación.’	66
3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	67
4. CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.....	67
4.1 REDES DE MEDIA TENSION	67

5. BASES LEGALES Y TECNICOS	68
6. DISTANCIAS DE SEGURIDAD	68
7. SEÑALIZACIÓN, CODIFICACION Y SIMBOLOGIA DE RIESGO	69
7.1 DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA	69
7.1.1. Servicio Particular	69
7.1.2. Alumbrado Público	70
8. PLANOS Y DETALLES	71
CAPITULO IV	72
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTROS DE EQUIPOS Y MATERIALES EN REDES DE MEDIA TENSIÓN	72
1. ESPECIFICACIONES TECNICAS.	73
2. CONDICIONES DE SERVICIO.	73
3. POSTES.	73
3.1. NORMAS APLICABLES	73
3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS POSTES	74
4. CONDUCTOR SUBTERRÁNEO DE POTENCIA MEDIA TENSIÓN	75
5. CRUCETAS	76
5.1. SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR CUT OUT ACCIONAMIENTO BAJO CARGA	76
5.2. PARARRAYOS	77
6. AISLADOR TIPO PIN POLIMERICICO 15000 V	78
7. TERMINACIONES PARA CABLE SUBTERRÁNEO DE MEDIA TENSIÓN	81
8. CELDA DE LLEGADA, SALIDA Y PROTECCION	81
9. SECCIONADOR DE POTENCIA TRIPOLAR 24 KV – 3Ø, 400A, 20 KA, TIPO EXTERIOR, ENCAPSULADO.	83
10. RELE DE PROTECCION CONTRA FALLAS A TIERRA	85
11. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TOROIDAL	86
12. TABLERO DE CONTROL / MANDO	86
13. TABLERO DE CONTROL / MANDO	88
14. ESTRUCTURA METALICA DE CELDAS DE PROTECCION	90
15. ACCESORIOS PARA POSTE Y CRUCETA	90
16. ACCESORIOS PARA PUESTA A TIERRA CONDUCTOR	91
17. RETENIDA TIPO CONTRAPUNTA	92
18. TUBERIA PVC SAP 3"	95
19. TUBO FIERRO GALVANIZADO	95
20. CINTA SEÑALIZADORA	95
21. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PARA BAJA TENSION	95

22. BUZON DE INSPECCION.....	96
CAPITULO V.....	98
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE.....	98
MEDIA TENSION.....	98
1. GENERALIDADES.....	99
2. ESPECIFICACIONES PARTICULARES.....	99
2.1. REPLANTEO TOPOGRAFICO.....	99
2.1.1. EJECUCION DEL REPLANTEO	99
2.1.2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS	99
2.1.3. TENDIDO DE TUBOS DE PVC SAP.....	100
2.1.4. BUZÓN DE CONCRETO.....	101
2.1.5. INSTALACION DE ARMADOS	102
2.1.6. INSTALACIÓN DE CABLE DE POTENCIA EN MEDIA TENSIÓN	103
2.1.7. EJECUCIÓN DE LAS TERMINACIONES PARA EL CABLE N2XS.....	104
2.1.8. INSTALACION DE TUBOS DE F°G°-TRANSICION AEREA SUBTERRANEA	104
2.1.9. INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y CELDAS	105
2.1.10. INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	105
2.1.11. MONTAJE DE TRANSFORMADOR.....	105
2.1.12. INSTALACION DE LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION	106
2.1.13. INSTALACIÓN DE LA CELDA DEL TRANSFORMADOR.....	106
2.1.14. INSTALACION DE PUESTA A TIERRA	106
2.1.15. INSTALACIONES ELECTRICAS.....	107
2.1.16. CASETA - OBRAS CIVILES.....	107
2.2. SEÑALIZACION.....	108
2.3. CODIFICACION DE NUMERACION DE SUBESTACIONES	109
2.4. DESMONTAJE DE REDES EXISTENTES	109
2.5. INSPECCION Y PRUEBAS	109
2.5.1. INSPECCION DE CONTROL DE TRABAJOS	109
2.5.2. INSPECCION DE OBRA TERMINADA	109
2.5.3. PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO	109
CAPITULO VI.....	111
CÁLCULOS ELÉCTRICOS	111
MEDIA TENSIÓN.....	111
1. CALCULO DE LA CORRIENTE ELECTRICA.....	112
1.1. BASES DE CÁLCULO	112

1.2. FORMULAS A USAR.....	112
1.3. CALCULO DE LA CORRIENTE ELECTRICA.....	113
2. CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN	116
3. CALCULO DE VENTILACION DE SUBESTACION	118
4. CALCULO DEL NIVEL DE AISLAMIENTO	122
4.1. TENSIÓN DE DISEÑO DE LOS AISLADORES	123
4.2. NIVEL BÁSICO DE AISLAMIENTO	123
4.3. Longitud de la línea de fuga	124
5. CALCULO SELECCIÓN DE PARARRAYOS.....	125
5.1. Premisas	125
5.2. Formulas	125
5.3. Resultados.....	126
5.4. Selección de pararrayo	126
6.1. Selección del seccionador de potencia SE - 01.....	126
6.2. Selección del seccionador de potencia SE - 02.....	127
6.3. Selección del seccionador de potencia SE - 03.....	128
7. CÁLCULO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	129
7.1. Datos de la varilla cobre puro:.....	129
7.2. Electrodo verticales o jabalinas.....	129
CAPITULO VII	132
DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	132
REDES DE BAJA TENSIÓN	132
1. REDES DE BAJA TENSION	132
1.1 Servicio particular y alumbrado publico.....	133
1.2 Conexiones domiciliarias.....	133
2.CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.....	134
REDES DE BAJA TENSION	134
2.1 BASES LEGALES Y TÉCNICAS.....	135
3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD	136
3.1. BAJA TENSION.....	136
4. DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA	137
4.1.Servicio particular	137
4.2. Servicio publico	137
5.SUMINISTRO DE ENERGIA.....	138
6.PLANOS Y DETALLES	138
CAPITULO VIII.....	141

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES	141
REDES DE BAJA TENSIÓN	141
1. GENERALIDADES.....	141
2. POSTES	141
2.1. NORMAS APLICABLES	141
2.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS POSTES	141
3. CONDUCTORES	142
3.1. NORMAS APLICABLES	142
3.2. CONDUCTORES	143
4. EMPALMES	144
5. TUBO PVC SAP	145
6. TUBO F G.....	145
7. CINTA SEÑALIZADORA.....	146
8. LUMINARIAS Y LÁMPARAS	146
8.1. NORMAS APLICABLES	146
8.2. LUMINARIA de 150 W.....	146
9. PORTAFUSIBLE EN POSTE.....	172
10. PASTORAL Y BRAZOS DE SUJECCION	172
10.1. PASTORAL SIMPLE METALICO	172
10.2. PASTORAL DOBLE METALICO.....	172
11. ACOMETIDAS DOMICILIARIAS.....	172
11.1. EMPALME DE DERIVACION	173
11.2. CABLE DE DERIVACION	173
12. PUNTAS MUERTAS.....	173
13. BUZON DE REGISTRO.....	173
CAPITULO IX.....	175
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE.....	175
REDES DE BAJA TENSIÓN	175
1. GENERALIDADES.....	175
2. ESPECIFICACIONES PARTICULARES.....	175
2.1. REPLANTEO TOPOGRAFICO.....	175
2.1.1. EJECUCION DEL REPLANTEO	175
2.2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS	176
2.3. TENDIDO DE TUBOS DE PROTECCION PVC-SAP	177
2.4. TENDIDO DE CONDUCTORES	177
2.5. EJECUCION DE EMPALMES Y PUNTAS MUERTAS.....	177

2.6.	IZAJE DE POSTES Y CIMENTACION	178
2.7.	EQUIPOS DE ALUMBRADO PUBLICO	178
2.8.	CONEXIONES DOMICILIARIAS	178
2.9.	CODIFICACION DE SIMBOLOGIA EN POSTES	179
3.	DESMONTAJE DE REDES EXISTENTES	179
4.	INSPECCION Y PRUEBAS	180
4.1.	INSPECCION DE OBRA TERMINADA	180
4.2.	PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO	180
	CAPITULO X.....	183
	CALCULOS ELECTRICOS Y CALCULOS DE ILUMINACION	183
	REDES DE BAJA TENSION	183
1.	GENERALIDADES.....	183
2.	CALCULO DE CAIDAS DE TENSION	183
3.	BASES DE CALCULO	187
4.	PERDIDAS DE ENERGIA EN CONDUCTORES ELECTRICOS	188
5.	CALCULO DE ILUMINACION	189
5.1.	CALCULOS DE ILUMINACIÓN	191
5.2.	CLASIFICACION DE VIAS DE LAS CALLES A REMODELAR.....	192
	CONCLUSIONES.....	193
	RECOMENDACIONES.....	194
	REFERENCIAS.....	195
	ANEXO 1	197
	PLANOS Y DETALLES INTERCAMBIO VIAL.....	197
	MEDIA TENSION.....	197
	ANEXO 2	210
	PLANOS Y DETALLES INTERCAMBIO VIAL.....	210
	BAJA TENSION	210
	ANEXOS 3.....	216

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CONFIGURACIONES DE DUCTOS.....	29
TABLA 2.RADIOS MÍNIMOS DE CURVATURA (D = DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE)	36
TABLA 3. GUÍA PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE LA INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA.	47
TABLA 4.DESARROLLO DEL SOFTWARE ETAP	48
TABLA 5.INFORMACIÓN REQUERIDA.	54
TABLA 6.CUADRO DE CARGAS DE SERVICIO PARTICULAR EN S.E. 01	69
TABLA 7.CUADRO DE CARGAS DE SERVICIO PARTICULAR EN S.E. 02	70
TABLA 8.CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO PÚBLICO EN S.E. 01	70
TABLA 9.CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO PÚBLICO EN S.E. 02	70
TABLA 10.CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO PÚBLICO EN S.E. 03	70
TABLA 11.CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO PÚBLICO EN S.E. 03	71
TABLA 12.CARACTERÍSTICAS DE LAS CRUCETAS	76
TABLA 13.DATOS TECNICOS AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION	78
TABLA 14.DE DATOS TÉCNICOS AISLADOR POLIMERICO TIPO PIN	79
TABLA 15.DATOS TÉCNICOS SOPORTE RECTO PARA AISLADOR POLIMERICO	80
TABLA 16.DATOS TÉCNICOS	87
TABLA 17.CIRCUITO MAGISTERIAL	113
TABLA 18.PARAMETROS ELÉCTRICOS	115
TABLA 19.CANTIDAD DE AIRE PARA EVALUAR EL CALOR EQUIVALENTE A UN KILOVATIO - HORA.	118
TABLA 20.NIVELES DE AISLAMIENTO NORMALIZADOS PARA DIFERENTES NIVELES DE TENSIÓN.	122
TABLA 21.NIVEL DE CONTAMINACIÓN.....	124
TABLA 22.DISTANCIAS DE SEGURIDAD ENTRE LAS INSTALACIONES DE SUMINISTROS Y COMUNICACIONES EN BUZONES DE INSPECCIÓN Y CÁMARAS SUBTERRÁNEAS DE USO CONJUNTO.....	136
TABLA 23.CUADRO DE CARGAS DE SERVICIO PARTICULAR EN S.E. 01	137
TABLA 24CUADRO DE CARGAS DE SERVICIO PARTICULAR EN S.E. 02	137
TABLA 25.CUADRO DE CARGAS DE SERVICIO PARTICULAR EN S.E. 03	137
TABLA 26.CUADRO DE CARGAS DE SERVICIO PARTICULAR EN S.E. 01	137
TABLA 27.CUADRO DE CARGAS DE SERVICIO PARTICULAR EN S.E. 02	138
TABLA 28.CUADRO DE CARGAS DE SERVICIO PARTICULAR EN S.E. 01	138
TABLA 29.CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO PÚBLICO EN S.E. 03	138
TABLA 30.LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO CON TECNOLOGÍA LED SMD DE 120 A 130 W, PREPARADA PARA TELEGESTIÓN.	147
TABLA 31.LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO CON TECNOLOGÍA LED SMD DE 55 A 60 W, PREPARADA PARA TELEGESTIÓN.	159
TABLA 32.RESISTENCIA ELÉCTRICAS MÁXIMAS A 50°C.....	183
TABLA 33.LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CORRIENTE PARA LOS CONDUCTORES DE COBRE CPI ES:	184
TABLA 34.FACTORES DE CAÍDAS DE TENSIÓN (FCT)	184
TABLA 35.RESISTENCIAS ELÉCTRICAS A 20°C	185
TABLA 36.RESISTENCIAS ELÉCTRICAS MÁXIMAS A 50°C	186
TABLA 37.CAPACIDAD ADMISIBLE DE CORRIENTE PARA CABLES CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO DEL TIPO NYN	187
TABLA 38.FACTORES DE CAÍDAS DE TENSIÓN (FCT)	187
TABLA 39.TIPOS DE ALUMBRADO SEGÚN CLASIFICACIÓN VIAL.....	190
TABLA 40.NIVELES DE LUMINANCIA, ILUMINANCIA E ÍNDICE DE CONTROL DE DESLUMBRAMIENTO	191
TABLA 41.UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA.....	192
TABLA 42.UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA.....	192

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.VISTAS DETALLADA DEL INTERCAMBIO VIAL.[8]	2
FIGURA 2.VISTAS DETALLADA DEL INTERCAMBIO VIAL. [8]	2
FIGURA 3.ESQUEMA DEL SISTEMA ELÉCTRICO PENINSULAR	10
FIGURA 4.TRES CABLES MONOPOLARES EN FORMA DE TRÉBOL.	16
FIGURA 5.DOS CIRCUITOS DE CABLES MONOPOLARES EN LA MISMA ZANJA.....	16
FIGURA 6.UN CIRCUITO CON CABLES MONOPOLARES ESPACIADOS HORIZONTALMENTE. CONFIGURACIÓN USUAL EN INSTALACIONES D.R.S.	17
FIGURA 7.DOS CIRCUITOS CON CABLES MONOPOLARES ESPACIADOS HORIZONTALMENTE ...	17
FIGURA 8.DOS CIRCUITOS CON CABLES MONOPOLARES ESPACIADOS HORIZONTALMENTE Y VERTICALMENTE	17
FIGURA 9.INSTALACIÓN TÍPICA DE CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS	20
FIGURA 10.TENDIDO DE CABLE DEPOSITÁNDOLO DIRECTAMENTE SOBRE LA ZANJA. SOPORTADO SOBRE LA PLATAFORMA DE UN CAMIÓN.	21
FIGURA 11.REGISTRO EN BAJA TENSIÓN	25
FIGURA 12.BANCOS DE DUCTOS.	26
FIGURA 13.BANCO DE DUCTOS	30
FIGURA 14.MONTAJE DE BANCO DE DUCTOS	31
FIGURA 15.DISPOSICIÓN DE LA PENDIENTE EN UN SISTEMA DE DUCTOS.....	31
FIGURA 16.EMBOQUILLADO DE DUCTOS EN POZOS DE VISITA.	32
FIGURA 17.DOS CIRCUITOS DE CABLES MONOPOLARES EN LA MISMA ZANJA.....	34
FIGURA 18.UN CIRCUITO CON CABLES MONOPOLARES ESPACIADOS HORIZONTALMENTE (CONFIGURACIÓN USUAL EN INSTALACIONES DRS).	34
FIGURA 19.DOS CIRCUITOS CON CABLES MONOPOLARES ESPACIADOS HORIZONTALMENTE.	35
FIGURA 20.RADIO MÍNIMO DE CURVATURA EN UN CABLE DE ENERGÍA.....	36
FIGURA 21.DISPOSICIÓN DEL CARRETE Y EL EQUIPO PARA LA INSTALACIÓN DE CABLES DE ENERGÍA EN DUCTOS.....	40
FIGURA 22.TROQUELADO DE REGISTRO.	41
FIGURA 23.MÉNSULA PARA SOPORTAR LOS CABLES EN LAS CÁMARAS.....	41
FIGURA 24.INSTALACIÓN DE CABLES EN DUCTOS.....	46
FIGURA 25.ENTORNO ETAP – CREAR PROYECTO	51
FIGURA 26.ENTORNO ETAP – INGRESO DE DATOS.....	51
FIGURA 27.ENTORNO ETAP – NORMA ESTANDAR A USAR.....	52

INTRODUCCIÓN

Un sistema eléctrico de potencia incluye las etapas de generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica, y su función primordial es la de llevar esta energía desde los centros de generación hasta los centros de consumo y por último entregarla al usuario en forma segura y con los niveles de calidad exigidos.

La Municipalidad Provincial de Arequipa ha decidido realizar la elaboración del expediente técnico de la Ampliación De La Tercera Etapa De La Vía Metropolitana Desde El Pasaje Torrico Hasta La Variante De Uchumayo Sachaca Arequipa.

El presente proyecto tiene por finalidad de la remodelación de las redes aéreas existente por redes subterráneas tanto de Baja Tensión y Media Tensión de manera que posibiliten el suministro de energía eléctrica para el servicio particular, y alumbrado público en el tramo descrito anteriormente (en la Vía Metropolitana y Ampliación de la misma); en el resto de calles adyacentes se mantendrá la actual topología aérea existente y comprende:

- Suministro e instalación de las Redes Eléctricas en media tensión en 10 KV., Trifásico
- Instalación y/o reubicación de las subestaciones aéreas existentes en subestaciones tipo caseta subterránea.
- Especificaciones técnicas
- Metrado.
- Presupuesto de obra.
- Relación de insumos
- Análisis de costos unitarios.
- Cronograma de ejecución.
- Cálculos justificativos



Figura 1. Vistas detallada del intercambio vial. [8]



Figura 2. Vistas detallada del intercambio vial. [8]

El presente proyecto tiene por finalidad de la remodelación de las redes aéreas existente por redes subterráneas tanto de Baja Tensión y Media Tensión de manera que posibiliten el suministro de energía eléctrica para el servicio particular, y alumbrado público en el tramo descrito anteriormente (en la Vía Metropolitana y Ampliación de la misma); en el resto de calles adyacentes se mantendrá la actual topología aérea existente y comprende:

- Suministro e instalación de las Redes Eléctricas en media tensión en 10 KV., Trifásico
- Instalación y/o reubicación de las subestaciones aéreas existentes en subestaciones tipo caseta subterránea.
- Especificaciones técnicas
- Metrado.
- Presupuesto de obra.
- Relación de insumos





CAPITULO I

PLNATEAMIENTO TEORICO

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Debido al congestionamiento vehicular de la Av. Metropolitana y la caída de tensión de la zona.

Con un incremento de carga en los últimos años y un subsistema de distribución deficiente y contaminado visualmente de los cables aéreos.

La obra es un tanto especial porque además será en desniveles lo que hace complejo su diseño.

En la actualidad, la distribución de redes es del tipo aéreo, trifásico, tensión de servicio 10KV, frecuencia de red de 60 Hz, además existe una subestación eléctrica en el área de estudio; por lo que se plantea la remodelación de las redes aéreas existentes por redes subterráneas, y la creación de tres subestaciones eléctricas.

Así mismo se ha planteado la construcción de tres subestaciones eléctricas de caseta: la subestación eléctrica de caseta N° 01 en la cual se instalará un transformador de 200kVA, que asumirá las nuevas cargas de alumbrado público y suministros de energía existentes.

Se ubicarán las tres subestaciones de acuerdo a los planos de detalle; se implementará cada subestación con transformador, celdas compactas de llegada, de protección, de salida y tablero de baja tensión.

Para la siguiente investigación se plantea la siguiente interrogante de investigación:
¿Cómo realizar la remodelación y soterrado del subsistema eléctrico primario en redes de distribución subterránea en media y baja tensión para la vía metropolitana, desde el pasaje Torrico hasta la variante de Uchumayo, Sachaca?

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La posterior investigación se justifica dado que su desarrollo implicará la aplicación de la ingeniería de la especialidad. Así mismo cumplirá con toda la normativa proporcionada por la Dirección General de Electricidad, así mismo se realizará cálculos y diseños mecánicos, explicados en el desarrollo de la investigación.

Para la investigación se llevará a cabo simulaciones con distintas cargas y factores de potencia que en un principio no son predecibles, pero que con el transcurso del tiempo pueden implementarse especialmente si son cargas del tipo industrial.

1.3 ALCANCES

La investigación se realizará en la Variante de Uchumayo, Sachaca Arequipa

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Objetivo General

Realizar la remodelación y soterrado del subsistema eléctrico primario en redes de distribución subterránea en media y baja tensión para la vía metropolitana, y así construir la solución DEFINITIVA para el suministro eléctrico desde el pasaje Torrico hasta la variante de Uchumayo y las zonas residenciales y comerciales adyacentes a esta obra.

2.2 Objetivos Específicos

- Remodelación y soterrado del Subsistema de Distribución Primaria
- Diseño de las redes subterráneas en la Vía Metropolitana
- Remodelación de las redes aéreas existente por redes subterráneas tanto de Baja Tensión y Media Tensión
- Cálculos eléctricos.
- Determinación de la demanda
- Instalación de subestaciones tipo caceta con más capacidad de demanda.

- Tendido de redes subterráneas para mejorar la estética y menos contaminación visual en el intercambio vía.

3. MARCO TEORICO

3.1 Introducción

Un sistema eléctrico de potencia incluye las etapas de generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica, y su función primordial es la de llevar esta energía desde los centros de generación hasta los centros de consumo y por último entregarla al usuario en forma segura y con los niveles de calidad exigidos.

Aproximadamente las 2/3 partes de la inversión total del sistema de potencia, están dedicados a la parte de distribución (Gigante Invisible), lo que implica necesariamente un trabajo cuidadoso en el planeamiento, diseño y construcción y en la operación del sistema de distribución, lo que requiere manejar una información voluminosa y tomar numerosas decisiones, lo cual es una tarea compleja pero de gran trascendencia.

3.2 Antecedentes

Inga (2019) realizó una investigación la cual tuvo como objetivo determinar las estrategias, procesos y tecnologías apropiadas para desarrollar la Remodelación del subsistema de distribución primaria en 10KV influye para mejorar la calidad de energía en la troncal A4003 del distrito de San Juan Bautista de la región Ayacucho. La metodología empleada por el presente estudio fue según al diseño de las nuevas redes de distribución se tomará en cuenta los mismos tramos para las nuevas redes de MT, para llevar a cabo la remodelación y lograr el cumplimiento de la normativa de seguridad. Obteniéndose como resultados el mejoramiento en los niveles de tensión los cuales podrán ser observados en el histograma de medición correspondientes a los equipos que registran la tensión. (Sistemas eléctricos de distribución - Juan Antonio Morón)

Santacruz (2018) realizó una investigación la cual tuvo como objetivo el desarrollo de un modelo de planeación el cual va a posibilitar la mejora del despliegue de redes eléctricas

soterradas para distribuir tomando en cuenta la cantidad de la población que se encuentra conectada de forma simultánea. Para el presente estudio se empleó un modelo el cual se va a basar en el proceso heurístico, dado que este va a permitir la reducción de costos en el empleo de recursos requeridos para las distintas cantidades poblacionales, así mismo se realizó una simulación de un modelo de planeación para observar los elementos correspondientes a una red de electrificación soterrada con el fin de poder identificar los problemas relacionados a la tensión, fallas, sobrecarga, entre otros. Obteniendo como resultados que el presente estudio posibilitara el diagnóstico inmediato de ciertas opciones que permitan tanto el despliegue como el enrutamiento de las redes soterradas, buscando lograr la mejora de planeación de redes de electrificación soterradas.

Turner (2017) realizó una investigación la cual tuvo como objetivo realizar un estudio previo para la implementación de una red eléctrica de distribución subterránea. Para el presente estudio se propuso el soterrar las redes eléctricas de distribución tanto primaria como secundaria mediante el levantamiento eléctrico, así como topográfico de la zona, estableciéndose así parámetros y elementos correspondientes a la red subterránea, para lo cual fue importante determinar su ubicación y trazo teniendo en cuenta el lugar que ocupa la zona donde se realizara la investigación. Por lo tanto con dicho estudio se espera implementar planes de desarrollo de acuerdo a esta red en la zona con el fin de brindar una solución al problema presente de la red eléctrica desde una perspectiva técnica, urbana y medioambiental.

Bravo (2019) realizó una investigación la cual tuvo como objetivo realizar una reestructura del subsistema de distribución primaria implementado de forma temporal, para así realizar su nueva ubicación evitando interferencias en los alimentadores, así como establecer una solución referente al suministro eléctrico del intercambio vial. Para el presente estudio se empleó la modificación de redes áreas por el diseño de redes subterráneas, así como

subestaciones tipo bóveda correspondiente a la demanda de la población, dado que hubo un incremento con el pasar de los años. Por lo tanto, se espera lograr un óptimo diseño técnico, así como estético del intercambio vial.

3.3 Sistema eléctrico

Un sistema eléctrico se define como el conjunto de instalaciones, conductores y equipos necesarios para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica.

Los primeros sistemas eléctricos estaban aislados unos de otros; el crecimiento de la demanda de electricidad, y de la consiguiente capacidad de generación y de transporte, supuso un rápido proceso de concentración empresarial y de interconexión de esos pequeños sistemas dando lugar a otros mucho más grandes, tanto en potencia como en extensión geográfica, que son los que existen actualmente (Barrero, 2017)

3.3.1. Elementos de un sistema eléctrico

- Centros o plantas de generación donde se produce la electricidad (centrales nucleares, hidroeléctricas, de ciclo combinado, parques eólicos, etc.).
- Líneas de transporte de la energía eléctrica de alta tensión (AT)
- Estaciones transformadoras (subestaciones) que reducen la tensión o el voltaje de la línea (Alta tensión/Media tensión, Media tensión/Baja tensión),
- Líneas de distribución de media y baja tensión que llevan la electricidad hasta los puntos de consumo.
- Centro de control eléctrico desde el que se gestiona y opera el sistema de generación y transporte de energía.

3.3.2. Parámetros físicos de un sistema eléctrico

Las características físicas más importantes de un sistema eléctrico son la intensidad, la tensión y la frecuencia, que son estables para cada sistema.

- a) **La intensidad**, es la cantidad de cargas eléctricas que circulan por un conductor por unidad de tiempo, su unidad de medida en el sistema internacional es el amperio (A).
- b) **La tensión o voltaje**, es el trabajo que debe aplicarse para mover cargas eléctricas entre dos puntos, es decir, la fuerza que impulsa los electrones; su unidad de medida es el voltio (V).
- c) **La frecuencia**, es el número de veces que se repite la señal en un determinado tiempo; su unidad de medida es el hercio ohertz (Hz). En Europa tiene un valor de 50 Hercios -Hz-, mientras que en Estados Unidos y en Canadá es de 60 Hz. (Castro, 2018)

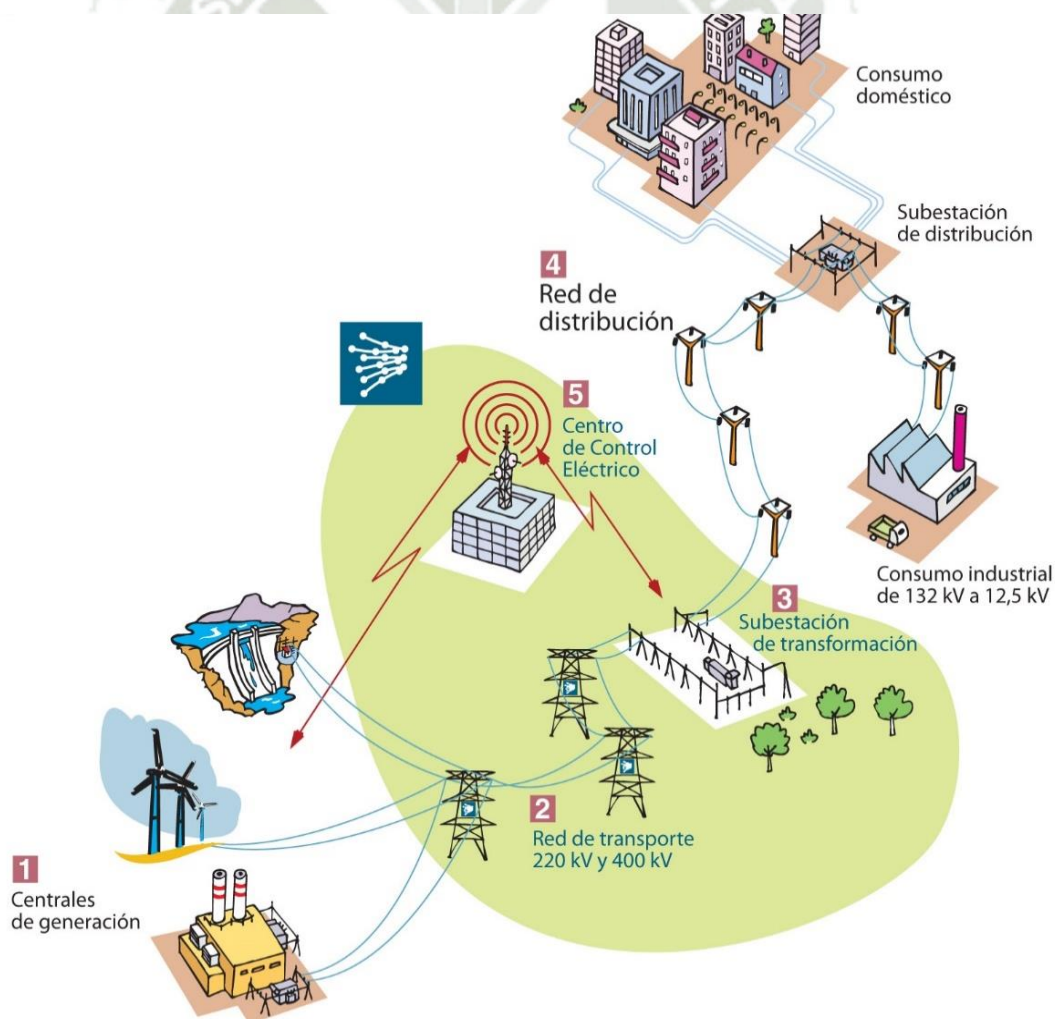


Figura 3. Esquema del sistema eléctrico peninsular

Fuente: REE

.3.3.3. Interconexiones del sistema eléctrico

La interconexión entre sistemas eléctricos permite que se garantice el suministro eléctrico en un determinado territorio cuando un sistema en concreto no puede generar energía suficiente para cubrir la demanda. Esto sucede cuando se produce una punta extraordinaria e imprevista de consumo (por ejemplo una ola de frío), o cuando algún o algunos centros de producción dejan de estar operativos temporalmente y no suministran energía al sistema. (Brown, 2017)

Por este motivo, cuanto más interconectados estén los sistemas eléctricos y mayor sea su capacidad de intercambio de energía, mayor será también la seguridad y calidad de servicio que proporcionen.

3.4 Redes de distribución aéreas

En esta modalidad, el conductor que usualmente está desnudo, va soportado a través de aisladores instalados en crucetas, en postes de madera o de concreto. Dado que el aire es el principal método de aislamiento está es la solución más económica para la distribución de energía eléctrica.

Un sistema eléctrico de potencia incluye las etapas de generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica, y su función primordial es la de llevar esta energía desde los centros de generación hasta los centros de consumo y por último entregarla al usuario en forma segura y con los niveles de calidad exigidos. (Mora, 2018)

3.4.1 Ventajas de redes aéreas

- Costo inicial más bajo.
- Son las más comunes y materiales de fácil consecución.
- Fácil mantenimiento.
- Fácil localización de fallas.
- Tiempos de construcción más bajos.

3.4.2. Desventajas de redes aéreas de distribución

- Mal aspecto estético.
- Menor confiabilidad.
- Menor seguridad (ofrece más peligro para los transeúntes)
- Son susceptibles de fallas y cortes de energía ya que están expuestas a: descargas atmosféricas, lluvia, granizo, polvo, temblores, gases contaminantes, brisa salina, vientos, contactos con cuerpos extraños, choques de vehículos y vandalismo.

3.4.3 Partes de las redes aéreas

a. Postes:

De concreto o metálicos y sus características de peso, longitud y resistencia a la rotura son determinadas por el tipo de construcción de los circuitos. Son utilizados para sistemas urbanos postes de concreto de 14, 12 y 9 metros con resistencia de rotura de 1050, 750 y 500 kg respectivamente.

b. Conductores:

Se utiliza para circuitos primarios el Aluminio y el ACSR desnudos y en diferentes calibres y para circuitos secundarios en cables desnudos o aislados. Estos circuitos son de 3 y 4 hilos con neutro corrido.

c. Crucetas:

Se utilizan crucetas de ángulo de hierro galvanizado de 2 metros para 13.2 kV, 23 Kv y 34.5 kV. en tubular o en canal de hierro.

d. Aisladores:

Pueden ser fabricados en porcelana, vidrio o polímero y en distintos tipos de configuraciones con niveles de aislamiento en 15 kV, 25 kV y 35 kV.

e. HERRAJES:

Son fabricados en acero galvanizado. (grapapas, anclajes, tensores, tornillos máquina, abrazaderas, etc).

f. Equipos de seccionamiento:

Se realiza con cortacircuitos y seccionadores monopolares para operar sin carga, que se emplea para aislar un elemento de una red eléctrica o una parte de la misma del resto de la red, con el fin de ponerlos fuera de servicio.

g. Transformadores y protecciones:

Se emplea transformadores monofásicos con los siguientes valores de potencia o nominales: 15-25 - 37.5 - 50 - 75 kVA y para transformadores trifásicos de 30 - 45 - 75 -protegidos por cortacircuitos, fusible y apartarrayos

3.5 Redes de distribución subterráneas

Este tipo de redes, se emplean en zonas donde por razones de urbanismo, estética, congestión o condiciones de seguridad, no se aconseja el sistema aéreo. Actualmente este sistema es competitivo frente al sistema aéreo en zonas urbanas céntricas.

3.5.1 Ventajas de las redes subterráneas:

- a. Confiabilidad:** Las redes subterráneas sirven típicamente a áreas de alta densidad de carga. Como resultado, una falla sin controlar en un área podría afectar el servicio a varios clientes.
- b. Instalación:** Las redes subterráneas se trabajan en espacios confinados, tales como bocas de acceso y bóvedas de transformadores. Los dispositivos creados para ser usados en redes de distribución deben ser simples de instalar con requerimientos mínimos de espacio
- c. Economía:** Al minimizar las complicaciones de la instalación y maximizando su confiabilidad, los dispositivos usados para sistemas subterráneos se vuelven económicos.

- d. Versatilidad:** Como otros circuitos de distribución, las redes de distribución cambian y se expanden continuamente. Los dispositivos usados en las redes de distribución deben permitir una fácil adaptación a la red para necesidades actuales y futuras.
- e. Seguridad:** La seguridad incluye el suministro de tolerancias de diseño, haciendo la instalación fácil y libre de errores. (Castañeda, 2017)

3.5.2 Desventajas de redes subterráneas:

- Su alto costo de inversión inicial.
- El mantenimiento es más complicado y reparaciones más demoradas.
- Están expuestas a la humedad y a la acción de los roedores.
- Los conductores utilizados son aislados de acuerdo al voltaje de operación y conformados por varias capas aislantes y cubiertas protectoras. Estos cables están directamente enterrados o instalados en bancos de ductos (dentro de las excavaciones), con cajas de inspección en intervalos regulares.

3.5.3 Consideraciones para elección de conductores subterráneos

Para seleccionar el tipo de conductor subterráneo en sistemas de distribución primaria es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- La disposición más adecuada y económica de la instalación.
- Las condiciones en que va a funcionar la instalación, tales como las relativas a humedad y temperatura, y las relacionadas con la necesidad de proveer los conductores con protecciones mecánicas.
- Estos factores influyen en las decisiones sobre la ruta de los circuitos y sobre las provisiones que deba contemplar el diseño para ampliaciones futuras.

Los efectos electromecánicos bajo condiciones de cortocircuito.

La consideración de los aspectos anteriores debe conducir hacia la selección del tipo de construcción más apropiada de los conductores, su conformación y aislamiento.

3.5.4 Cables directamente enterrados.

La determinación del tipo de instalación de los cables de energía es de vital importancia debido a que tiene gran influencia en la capacidad de conducción de corriente, y por ello, es necesario hacer un estudio de las condiciones de cada instalación para poder tomar la decisión más adecuada.

La instalación de cables directamente enterrados se hace en lugares donde la apertura de la zanja no ocasiona molestias, donde no se tienen construcciones o donde exista la posibilidad de abrir zanjas posteriormente para cambio de cables, reparación o aumento de circuitos, como por ejemplo en fraccionamientos, jardines o campos abiertos donde no existan edificaciones.

Este tipo de instalación presenta algunas ventajas como el hecho de que están menos expuestos a daños por dobleces excesivos, deformación y tensión presentes durante la instalación; la capacidad es aproximadamente de 10 a 20 % mayor que en instalaciones en ductos, debido a la facilidad para la disipación térmica. Otra de las ventajas es que la instalación de cables directamente enterrados es más rápida y segura y su costo es más bajo que en otro tipo de instalaciones.

a. Trayectoria.

Teniendo en cuenta la edificación y las condiciones topográficas del lugar, la trayectoria debe ser rectilínea en lo posible, para que la cantidad de cable sea mínima; debe tomarse en cuenta la disposición de otras construcciones subterráneas, como gasoductos, acueductos, alcantarillados, conductos térmicos, etc, puesto que la reparación de estas construcciones estará ligada a la excavación de la trayectoria seleccionada.

Cuando sea necesario seguir una trayectoria curva, se cuidará que el radio de curvatura sea lo suficientemente grande para evitar el daño de los cables durante su instalación.

Si la trayectoria sigue una ruta paralela a otra canalización o estructura subterránea

ajena, no debe localizarse directamente arriba o debajo de dicha canalización o estructura.

Se evitará en lo posible que la trayectoria atraviese terrenos inestables (pantanos, lodos, etc) o altamente corrosivos. Si es necesario instalar los cables a través de estos terrenos, se hará de tal manera que queden adecuadamente protegidos de cualquier daño.

b. Configuración de cables.

La selección de los cables está en función de los arreglos o configuración que el proyectista seleccione. En las figuras 9.1 a 9.5 se muestran algunos arreglos típicos de instalación de cables de energía.

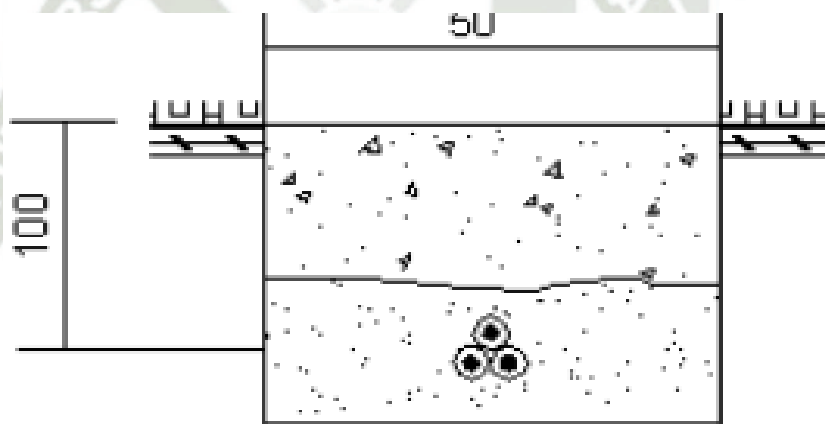


Figura 4. Tres cables monopolares en forma de trébol.

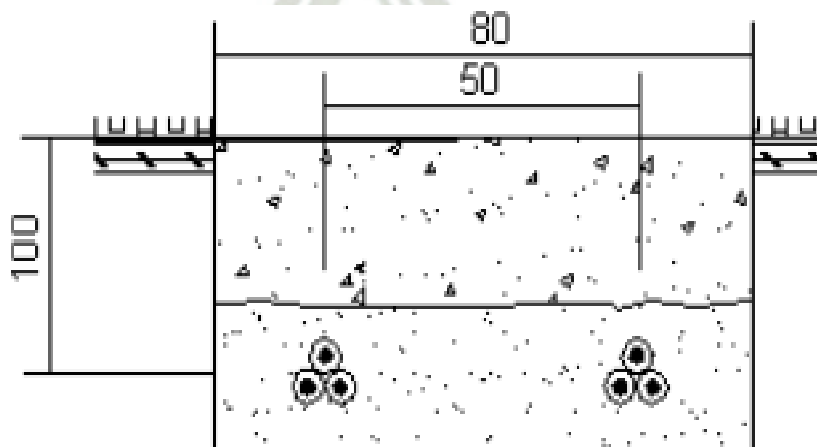


Figura 5. Dos circuitos de cables monopolares en la misma zanja.

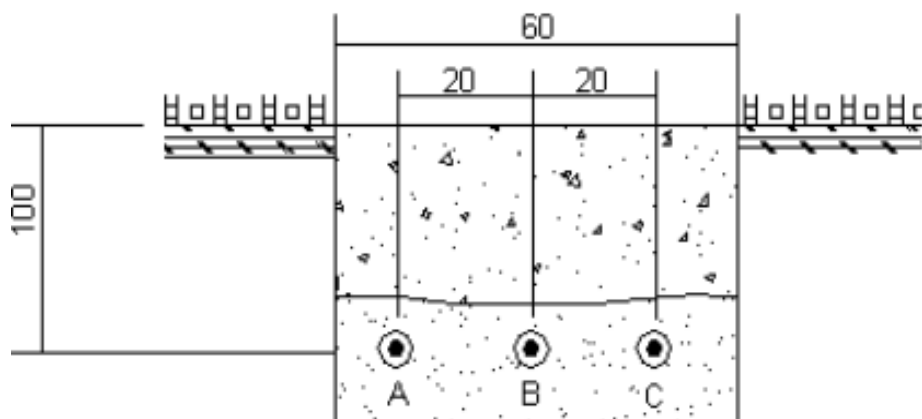


Figura 6. Un circuito con cables monopolares espaciados horizontalmente. Configuración usual en instalaciones D.R.S.

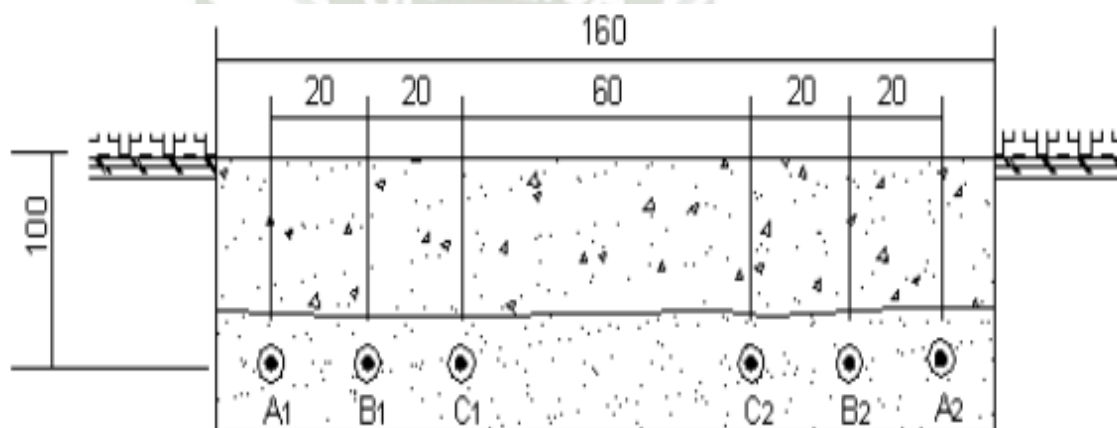


Figura 7. Dos circuitos con cables monopolares espaciados horizontalmente

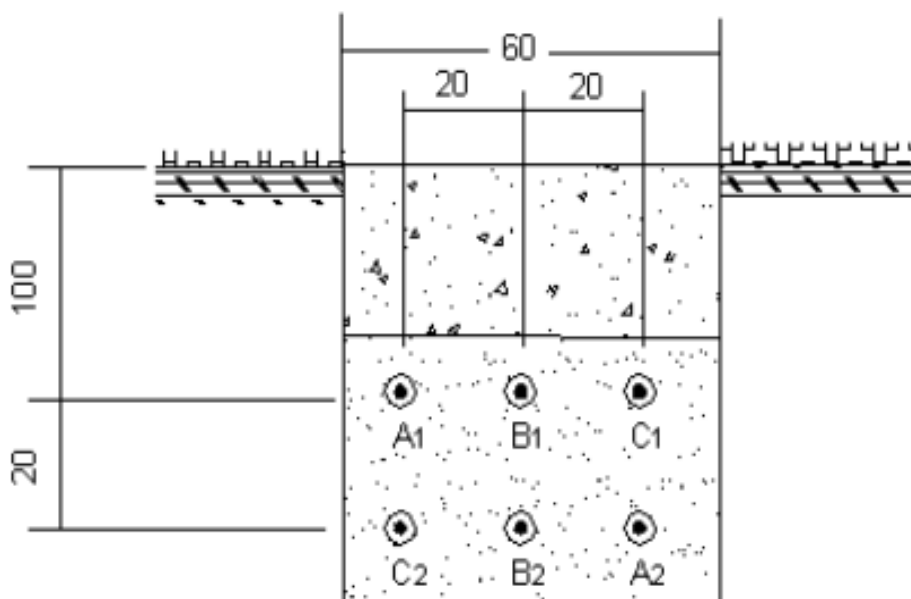


Figura 8. Dos circuitos con cables monopolares espaciados horizontalmente y verticalmente

c. Zanjas.

c.1. Tipos de terreno.

Normalmente existen tres tipos de material en el terreno y son:

- Material tipo A: es aquel material suelto y seco no cementado como arena, cal, etc.
- Material tipo B: es el conglomerado que al extraerlo requiere del uso de herramientas ligeras ya sean manuales o mecánicas. El tipo B se considera como tepetate, arcilla, etc.
- Material tipo C: el conglomerado cementado que para excavarlo requiere el uso de herramienta pesada, de barrenación o explosivos. El tipo C se considera como manto de roca, muros de mampostería, etc.

c.2. Avisos y protecciones.

En la ejecución de instalaciones y trabajos de mantenimiento de líneas subterráneas, se deben proteger las áreas de trabajo con el propósito de evitar el paso de personas o vehículos no autorizados, mediante cercas o avisos de advertencia claramente visibles a distancias convenientes.

Se recomienda que estos avisos sean como sigue:

En los "avisos de precaución", el fondo de color amarillo con señales y letreros de color negro.

En los "avisos de peligro", el fondo de color amarillo con señales y letras de color rojo.

Cuando sea necesario, deben usarse además, banderines autosoportados de color rojo, luces intermitentes de color rojo o ámbar, o dispositivos similares, así como tarimas de resistencia mecánica adecuada, colocadas sobre excavaciones que están sin protección y expuestas al tránsito de peatones o vehículos.

c.3. Las excavaciones

Los trabajos de excavación de la zanja deben estar de acuerdo con el tendido del cable y por esto, los trabajos preparatorios para la excavación se efectúan simultáneamente con la preparación del cable para su tendido. Esto se hace en lugares donde el terreno es flojo y se azolva la zanja fácilmente, o en lugares con mucho tránsito, en donde no es posible dejar abierta la zanja por mucho tiempo.

La excavación de la zanja con equipo mecanizado en áreas urbanas o industriales, se limita a una profundidad de 40 cm para evitar dañar otras instalaciones subterráneas, se continúa la excavación con pala hasta tener la profundidad recomendada, teniendo cuidado de no dañar las instalaciones en operación. La profundidad mínima deberá ser de 1 m y el ancho variará de acuerdo con el número de cables a instalar.

Si la ruta de la instalación pasa a través de calles, deben colocarse ductos de asbesto cemento o PVC para este propósito, embebidos en concreto; y si estos cruces tienen tráfico pesado, será necesario colocar una loza de concreto armada sobre los ductos.

La colocación de los ductos en los cruces de calles deberá hacerse con anticipación. También es recomendable colocar por lo menos un ducto extra, que servirá como reserva para futuras instalaciones.

Cuando exista la posibilidad de derrumbes en las zanjas debido a la profundidad o a las condiciones del terreno será necesario troquelar con madera las zonas peligrosas para protección del personal.

Cuando ha sido alcanzada la profundidad de la zanja indicada en el proyecto, se limpiará bien el fondo de tal manera que quede libre de piedras, palos o cualquier objeto que pueda dañar el cable durante el relleno y compactación final, el lecho de

la zanja deberá quedar perfectamente nivelado y compactado, lo cual se puede obtener utilizando pisón o vibradores.

En algunos casos es necesario colocar una capa de arena convencional o de baja resistividad térmica, la cual servirá como colchón al cable y además para mejorar la disposición térmica.

3.5.5 Instalación de cables

Antes de proceder a efectuar la instalación se deberá hacer un recorrido de trayectoria de la zanja para ver el grado de dificultad y verificar que está en condiciones para instalar los cables. Una vez que la excavación de la zanja se ha terminado, se procede a seleccionar la longitud del cable en los carretes, para determinar en que lugar quedará instalado cada uno de ellos; esto depende de los obstáculos y cruces que se tengan en el trazo de la trayectoria, para evitar al máximo los empalmes. También se determinará la forma de la instalación de los cables.

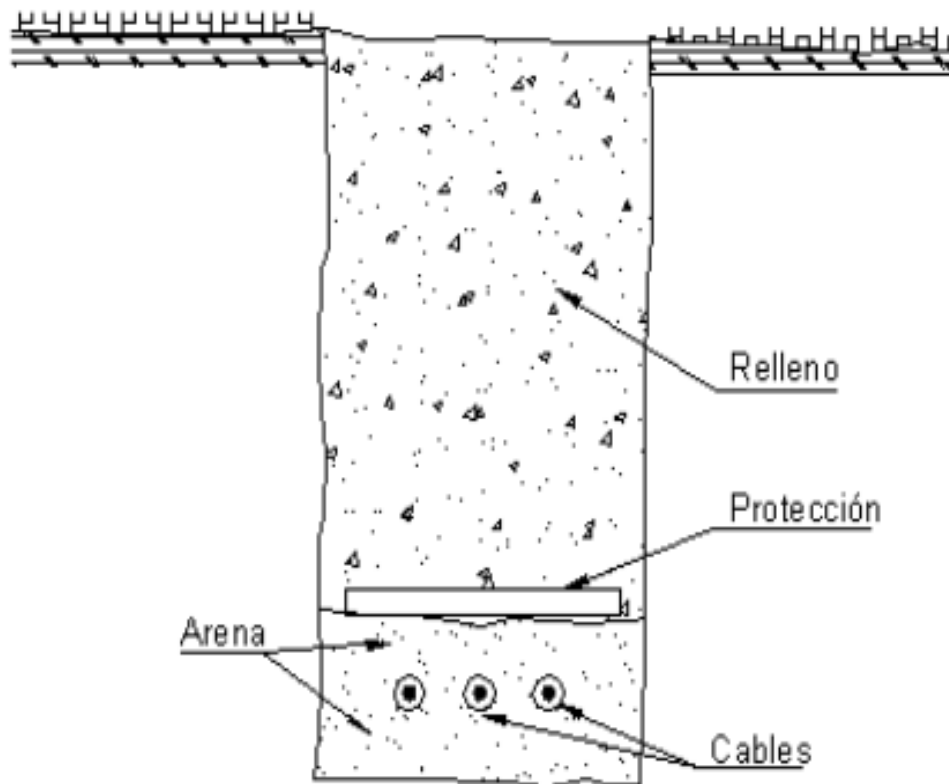


Figura 9. Instalación típica de cables directamente enterrados

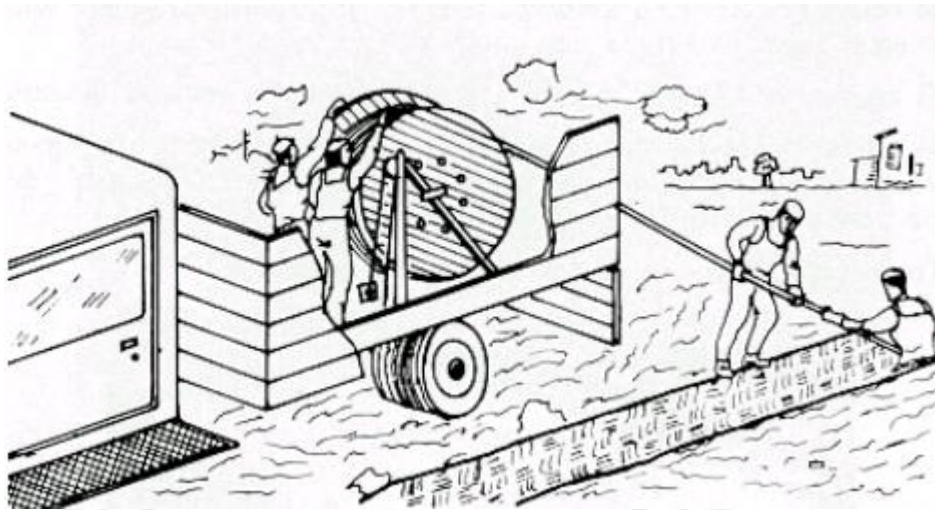


Figura 10. Tendido de cable depositándolo directamente sobre la zanja. Soportado sobre la plataforma de un camión.

a. Equipos.

Los equipos más comunes que se recomiendan para este tipo de instalaciones son los siguientes:

- Desenrollador con flechas y collarines (fijos o móviles).
- Malacate.
- Destorcedor.
- Rodillos.
- Equipo de comunicación.
- Barreras de seguridad y avisos

b. Tipos de señalización

b.1) Depósito de cable directamente sobre la zanja.

El tendido del cable en la zanja desde un vehículo en movimiento es posible cuando la zanja no se cruza con otras construcciones, bajo las cuales debe tenderse el cable, y no existan obstáculos para el desplazamiento del vehículo a lo largo de la trayectoria.

El carrete se coloca en una base desarrolladora, la cual se encuentra en la plataforma de un vehículo o en un remolque desenrollador móvil, y el tendido se efectúa

desenrollando el cable a mano, estando dos personas en el carrete controlando la velocidad y otros más guiando y depositando el cable en la zanja.

b.2) Depósito de cable directamente sobre la zanja.

Con la siguiente secuencia de instalación:

- Se colocará el carrete en un desenrollador, de tal forma que gire libremente en el lugar localizado antes.
- El equipo de tracción se coloca en el extremo opuesto al desenrollador.
- Se colocan los rodillos en la zanja a lo largo de la trayectoria, procurando tener una separación tal que, cuando se aplique la tensión al cable, este no se arrastre por el suelo.
- Troquelado de curvas en los cambios de dirección.
- Se jala el cable de acero del equipo de tracción hasta hacerlo llegar al carrete.
- La preparación de la punta del cable se puede hacer con un tornillo de tracción, acoplándolo con un destorcedor que servirá para absorber la torsión del cable de acero en el momento de aplicar la tensión.
- Dependiendo del peso del cable, se dispondrá de una o más personas en el carrete para ayudar a que gire. 45 • Se tendrá equipo de comunicación, tanto en el carrete como en el equipo de tracción.
- Una persona dirigirá las maniobras de instalación y además dispondrá del personal suficiente para poder vigilar las condiciones críticas de la instalación (curvas, cruces, etc.).
- Se inicia la instalación por indicaciones del supervisor quién se encuentra en la zona del carrete, indicando al operador del equipo de tracción que jale lentamente. El supervisor avanzará junto con la punta del cable e indicará al

operador del equipo de tracción que disminuya la velocidad al momento de llegar a una curva o cruce.

- El tendido debe hacerse suavemente (no mayor de 15 m / min.) evitando jalones bruscos; y si el cable es muy pesado o muy largo, es conveniente verificar la tensión con un dinamómetro.
- Una vez que el cable llega al punto deseado se quitan los rodillos y se acomoda según la disposición seleccionada.

b.3) Método manual

Generalmente la instalación de cables por el método manual se efectúa cuando se requiere instalar un tramo de cable completo y la distancia y peso del mismo son tales que rebasen los límites permisibles. El tendido se hace a mano por medio del personal distribuido a lo largo de la trayectoria y supervisado por una persona responsable.

El número de personas necesarias para el tendido a mano se calcula partiendo de que, sobre cada persona debe recaer un esfuerzo no mayor de 35 kg.

Una vez que el cable ha sido tendido, no debe quedar tenso sino formando pequeñas S a lo largo de la trayectoria, para compensar los movimientos del cable por contracción o dilatación durante los ciclos de operación y para absorber posibles asentamientos. Esto aumenta la longitud un 3 %.

Durante el tendido del cable, debe asegurarse la coordinación de todas las operaciones ejecutadas en todo el frente de trabajo.

b.4) Actividades comunes para los tipos de instalación anteriores.

- Sellado de las puntas del cable: Por medio de tapones contráctiles o cintas vulcanizables a fin de evitar que el agua entre al conductor.

- Identificación de cables: Por los extremos para evitar problemas y confusiones en la conexión.
- Relleno de la zanja: Una vez instalado y acomodado el cable se coloca una segunda capa de arena fina de 10 cm de espesor sobre el cable compactándola lo mejor posible. Luego se hace lo siguiente:
- Avisos y protecciones: Encima de la capa de arena deberán colocarse avisos o protecciones que eviten que excavaciones posteriores puedan dañar a personas o cables. Estos avisos se colocan a todo lo largo de la ruta del cable y pueden constar de cintas plásticas con letreros llamativos PELIGRO ALTA TENSIÓN ABAJO; una hilera de ladrillos colocados a 10 cm más allá de los cables laterales; losas de concreto coloreado con longitud no mayor de 60 cm; otros dispositivos de aviso.
- Relleno complementario: Sobre el aviso o protección se rellena la zanja con el mismo material producto de la excavación, compactando cada 20 cm de relleno hasta llenar la zanja.
- Registros: Todos los empalmes o derivaciones deben quedar localizados en pozos o registros.
- Este elemento forma parte del trazado del banco de ductos, en la mayoría de los casos son registros de derivación que permiten realizar empalmes, cambios de dirección o instalar equipos de maniobra como seccionadores, registros o pozos de visita. Comúnmente son de concreto. Actualmente existen de materiales más ligeros y resistentes (concreto polimérico).



Figura 11.Registro en baja tensión

Fuente: Elaboración propia

- Planos y señales: Para llevar control de ruta, localización de pozos, empalmes, profundidad y longitud, nombre de circuito etc. Para aclaraciones futuras.

b.5) Recomendaciones:

- Cuando hay suelo salino contaminado con sustancia corrosiva la cubierta será especial.
- Cuando el cable cruce cerca de fuentes de calor, se colocará barrera térmica adecuada.
- Todas las pantallas, cubiertas metálicas y armaduras deberán conectarse entre sí y sólidamente a tierra al arranque y al final de la línea.
- Respetar los radios mínimos de curvatura.
- Para localización de fallas se debe usar equipo adecuado.

3.5.6 Cables en ductos subterráneos

Este tipo de instalación es sin duda la más común, se usa en la gran mayoría de la industria y en los sistemas de distribución comercial y en aquellos casos donde se requiera una red flexible en la que la facilidad para efectuar los cambios (por reparación o ampliación) en el sistema de cables sea de primordial importancia. Se usa cuando es necesario atravesar zonas construidas, caminos o cualquier otro sitio donde

no es posible abrir zanjas para cambio de cables o aumento de circuitos con determinada frecuencia, por las grandes pérdidas de materiales, mano de obra y tiempo.

En zonas urbanas se acostumbra usar bancos de ductos para llevar la energía eléctrica a los usuarios.

3.5.6.1 Trayectoria:

Los sistemas de ductos subterráneos deben seguir en lo posible una trayectoria recta entre sus extremos.

Si la trayectoria sigue una ruta paralela a otras canalizaciones o estructuras subterráneas, no debe localizarse directamente arriba o abajo de ellas.

Se evitará en lo posible que la trayectoria de los ductos subterráneos atraviese terrenos inestables o altamente corrosivos. Si existen cambios de dirección en la trayectoria, se harán por medio de pozos de visita de dimensiones lo suficientemente grandes como para efectuar maniobras.

3.5.6.2 Ductos:

a. Bancos de ductos

Son los que alojan y protegen los cables de energía. Deben ser de Polietileno de Alta Densidad como el especial para redes subterráneas, que protege los cables garantizando su hermeticidad al realizar acoples seguros.



Figura 12. Bancos de ductos.

Fuente: Elaboración propia

b. Selección:

Generalmente el diseñador del sistema eléctrico debe seleccionar las características específicas del cable a instalar; También indica el tipo, tamaño y ruta general del banco de ductos; sin embargo, en la mayoría de las ocasiones, esta última función no se realiza de la forma más adecuada debido a que el diseñador se guía por planos desconociendo el lugar físico de la instalación.

Los parámetros que deben considerarse para la selección correcta del tamaño del ducto son:

- **Relleno del ducto.** Está relacionado directamente con la disipación de calor y debe tomarse en cuenta porque demasiado relleno puede causar sobrecalentamiento en los cables, lo que se traduce en mayores pérdidas en el sistema. El relleno del ducto se basa en un porcentaje de su sección transversal.

$$\% \text{ Relleno} = \frac{\sum \text{Area de los cables}}{\text{Area del ducto}} \leq 40\%$$

- **Acuñamiento:** Se presenta cuando 3 cables se jalen en un ducto con curva o cuando el cable se tuerce. Para uno o dos cables monofásicos o para cables multiconductores con cubierta común, el acuñamiento no es posible. Se debe observar la relación entre el diámetro interior del ducto D , y el diámetro exterior del cable d para evitar acuñamiento; debido a que un ducto con curva produce una sección oval, es aconsejable usar $1.05 D$ para el diámetro interior del ducto. Si $1.05 D / d$ es mayor que 3.0, el acuñamiento es imposible. Si $1.05 D / d$ está entre 2.8 y 3.0 existe la posibilidad de serios acuñamientos y pueden dañarse los cables. Si $1.05 D / d$ es menor de 2.5, el acuñamiento es imposible, pero se debe verificar el claro.

- **Claro:** El claro mínimo C es el que permite evitar presión de la parte superior del cable contra la parte superior del ducto. El claro C debe estar entre 6 y 25 mm para cables de diámetros y longitudes grandes. Se muestran distintas configuraciones de ductos y sus respectivas expresiones para calcular el claro.

c. Dimensiones y configuración:

Las dimensiones de los ductos dependen del número de cables que se alojarán dentro de ellos y el diámetro externo de cada cable (el diámetro mínimo es 4 in).

Las empresas de energía normalizan las características y dimensiones de los ductos y bancos de ductos y el contratista debe sujetarse a ellas al realizarles alguna instalación, se muestra un banco de ductos para circuitos trifásicos y monofásicos en alta tensión bajo banqueta.

En un banco de ductos se recomienda que exista una separación mínima de 7 cm de concreto entre uno y otro ducto. El número de ductos de cada banco dependerá de las necesidades del cliente, siendo recomendable instalar un ducto adicional como mínimo para reserva.




La colocación de ductos en la trinchera se hace por medio de separadores, manteniendo un espacio de un diámetro entre ductos, tanto en el plano horizontal como en el vertical y posteriormente se llenan con concreto los espacios entre ductos. La alineación y unión de los ductos es importante para evitar que el concreto pueda introducirse al interior. Se muestra la colocación de coples y separadores en banco de ductos.

3.5.6.3 Materiales:

- a) El material de los ductos debe ser resistente a esfuerzos mecánicos, a la humedad y al ataque de agentes químicos del medio donde quede instalado.

- b) El material y construcción de los ductos debe seleccionarse y diseñarse en tal forma que la falla de un cable en un ducto no se extienda a los cables de ductos adyacentes.

Tabla 1. Configuraciones de ductos.

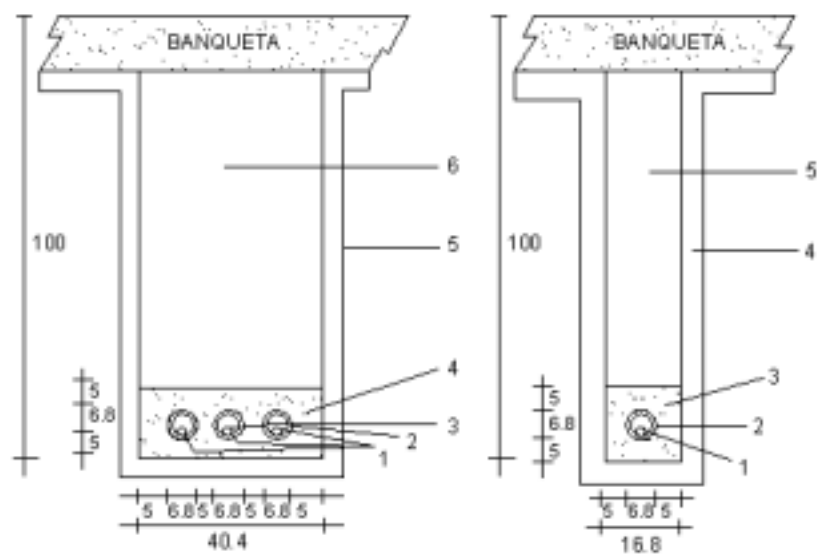
Nº de conductores (1)	Configuración	Claro C Expresión (2)
1 / C		$D - d$
3 - 1 / C		$\frac{D}{2} - 1.366d + \frac{D - d}{2} \sqrt{1 - \left(\frac{d}{D - d}\right)^2}$
3 - 1 / C		$\frac{D}{2} - \frac{d}{2} + \frac{D - d}{2} \sqrt{1 - \left[\frac{d}{2(D - d)}\right]^2}$

Para cables monofásicos, cuando se tenga duda de la configuración, considérese que es triplex al calcular el claro, para tomar en cuenta las condiciones más críticas.

D = diámetro interior del ducto y d = diámetro exterior de un cable monopolar

- c) Para instalaciones eléctricas, los ductos más usuales son de asbesto cemento y de PVC grado eléctrico; no es recomendable el uso de ductos tipo albañil, por tener el interior demasiado áspero, pudiendo originar daño al cable durante la instalación; tampoco sirven ductos de acueducto ni de aguas lluvias.
- d) El tipo de concreto a usar y su resistencia dependerá de la carga que se impondrá sobre los ductos. En los cruces de calles o en lugares de tráfico pesado, será necesario colocar una losa de concreto armado sobre el banco de ductos para distribuir la carga. La colocación de los ductos se debe hacer lo más recta posible a fin de evitar cambios bruscos que podrían dañar el cable durante la instalación.

- e) Los cambios de dirección en el plano horizontal y vertical se harán por medio de registros, y la distancia entre registros en tramos rectos no debe ser mayor de 100 m, por los problemas que ocasiona durante la instalación de los cables.
- f) Los ductos deben tener una pendiente mínima de 1 % para facilitar que el agua drene hacia los pozos o registros.
- g) El extremo de los ductos dentro de los registros, pozos, bóvedas y otros recintos debe tener los bordes redondeados y lisos para evitar daño a los cables.



- | Acotaciones en centímetros | Acotaciones en centímetros |
|--|--|
| 1. Cable para alta tensión tipo DS. | 1. Cable para alta tensión tipo DRS. |
| 2. Neutro desnudo en cobre. | 2. Ducto de asbesto-cemento o PVC rígido de 50 mm (2") de diámetro. |
| 3. Ducto de asbesto-cemento o PVC rígido de 50 mm (2") de diámetro. | 4. Concreto $f_c = \frac{100 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$ agregado máximo |
| 4. Concreto agregado $f_c = \frac{100 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$ máximo 19.1 mm (3/4"). | 4. Piso compactado (95 % mínimo). |
| 5. Piso compactado (95 % mínimo). | 5. Relleno de material compactado (95 % mínimo). |

Figura 13.banco de ductos

- h) Los ductos y bancos de ductos estarán diseñados y construidos para soportar las cargas exteriores a que pueden quedar sujetos, excepto la carga de impacto que puede ser reducida a un tercio por cada 30 cm de profundidad, en tal forma que no necesita considerarse carga de impacto cuando la profundidad es mayor o igual a 90 cm.
- i) El interior de los ductos tendrá un acabado lo más terso posible y libre de asperezas o filos que puedan dañar los cables.

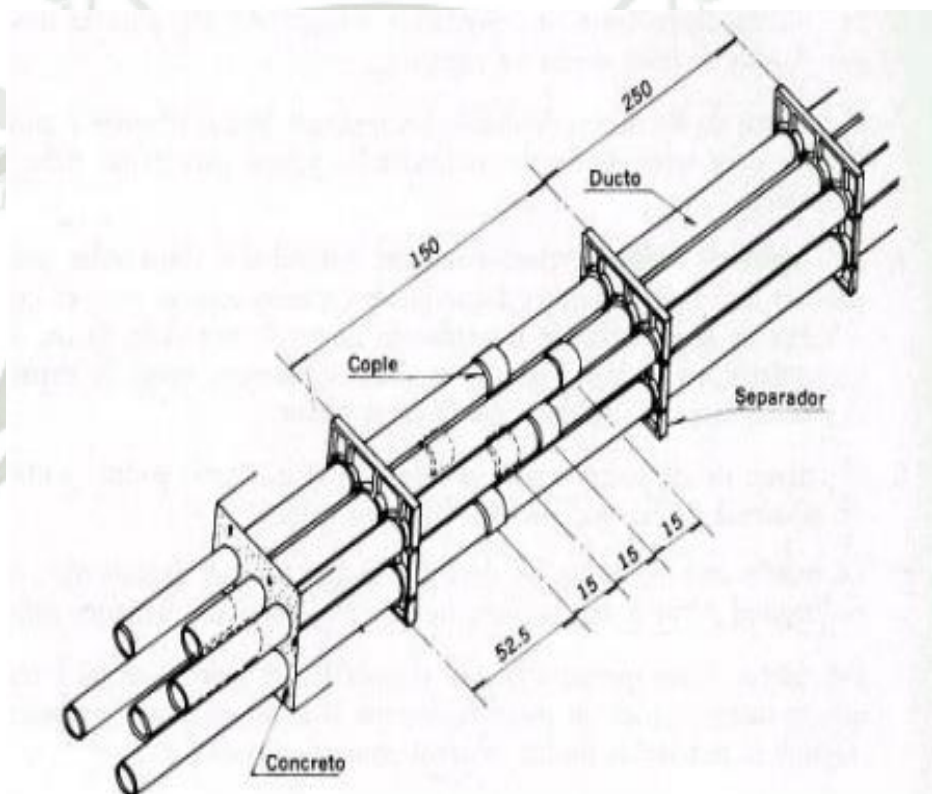


Figura 14. Montaje de banco de ductos



Figura 15. Disposición de la pendiente en un sistema de ductos.

- j) La sección transversal de los ductos debe ser tal que de acuerdo con su longitud y curvatura, permita instalar los cables sin causarles daño. 54.
- k) Los ductos deben quedar fijos por el material de relleno, en tal forma que se mantengan en su posición original bajo los esfuerzos impuestos durante la instalación de los cables u otras condiciones.

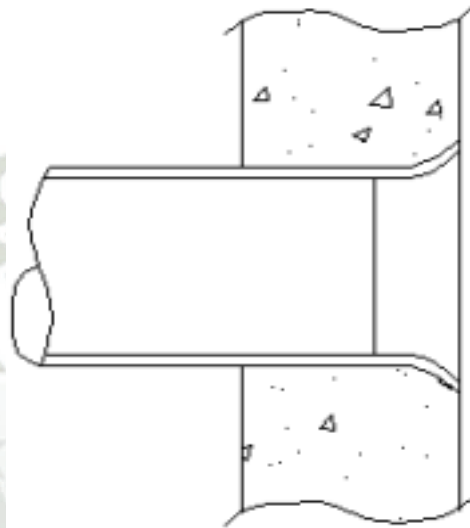


Figura 16.Emboquillado de ductos en pozos de visita.

- l) La unión de ductos será por medio de acoples en tal forma que no queden escalones entre uno y otro tramo. Se evitará el uso de materiales que puedan penetrar al interior de los ductos formando protuberancias que al solidificarse puedan causar daño a los cables.
- m) Los ductos que atraviesen los muros de un edificio, deben estar provistos de sellos que eviten la entrada de gases o líquidos al edificio. Esta medida puede complementarse con la instalación de dispositivos de ventilación y drenaje.
- n) Los ductos a la entrada de registros, pozos, bóvedas u otros recintos deben quedar en un terreno muy bien compactado o quedar soportados adecuadamente para evitar esfuerzos cortantes en los mismos.
- o) Deben evitarse curvas en los ductos entre un registro y otro; en caso de no poder evitarlas deberán tener un radio de curvatura lo más grande posible (mínimo 123

veces el diámetro del ducto). A menor radio de curvatura, mayor resistencia al jalón del cable durante su instalación.

- p) Cuando los ductos se crucen con alguna fuente de calor, será indispensable colocar entre e barrera térmica adecuada.
- q) Se procurará en lo posible que todos los ductos tengan ventilación natural

3.5.6.4 Apertura de zanja

Una vez determinada la ruta de instalación del cable, se programan los trabajos de apertura de la zanja para llevar a cabo la colocación del banco de ductos.

Deben tomarse las medidas de seguridad y señalización adecuada en las zonas críticas donde se tendrá que abrir la zanja por etapas o en horas y días no hábiles, evitando así la interrupción del tráfico de vehículos o peatones.

Cuando la apertura de la zanja se hace en lugares con tráfico, es recomendable usar planchas de acero de resistencia suficiente para cubrir la zanja y no entorpecer la circulación, tarimas de madera en la banqueta para los peatones y barreras limitando la zona de trabajo. Durante la noche también se debe hacer señalización luminosa adecuada que indique peligro en la zona de trabajo.

a) Dimensiones.

Las dimensiones de la zanja, dependen del número de cables que se alojarán, así como las tensiones de operación. Las figuras 9.12 a 9.15 muestran algunas sugerencias.

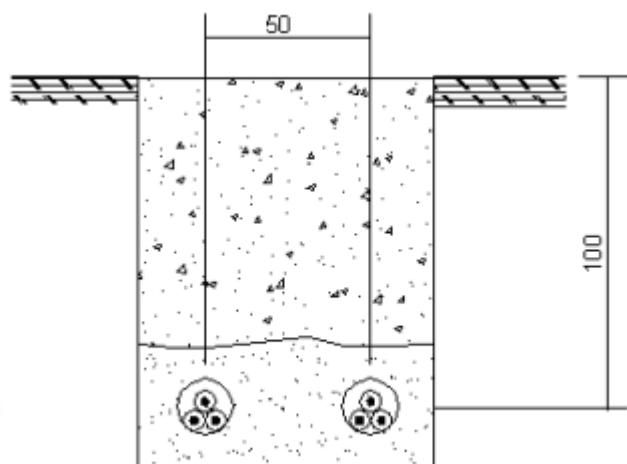


Figura 17. Dos circuitos de cables monopolares en la misma zanja.

Para la apertura de la zanja, se pueden mencionar los métodos manual y mecanizado, los cuales dependen del tipo de terreno y de los obstáculos que se tengan, como tubos de agua, drenajes, etc, en la trayectoria.

Cuando haya obstáculos, se debe hacer la excavación con pala y pico para no dañar los servicios; cuando en el terreno del lugar no existan servicios y la longitud de la excavación sea considerable, se aconseja el uso de equipo mecanizado, con lo cual se reducen los costos y el tiempo.

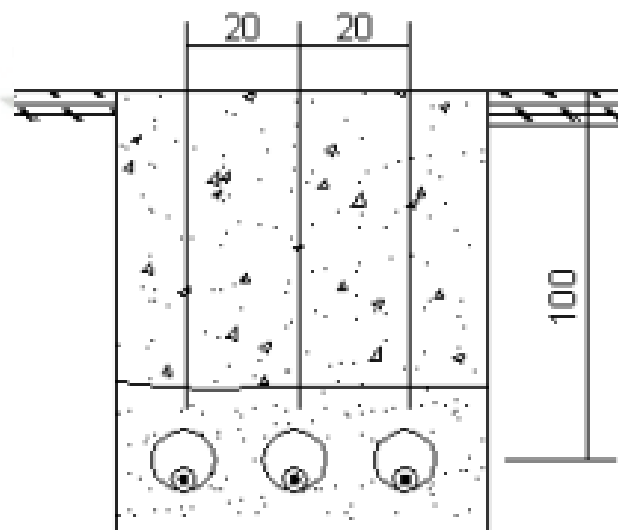


Figura 18. Un circuito con cables monopolares espaciados horizontalmente (configuración usual en instalaciones DRS).

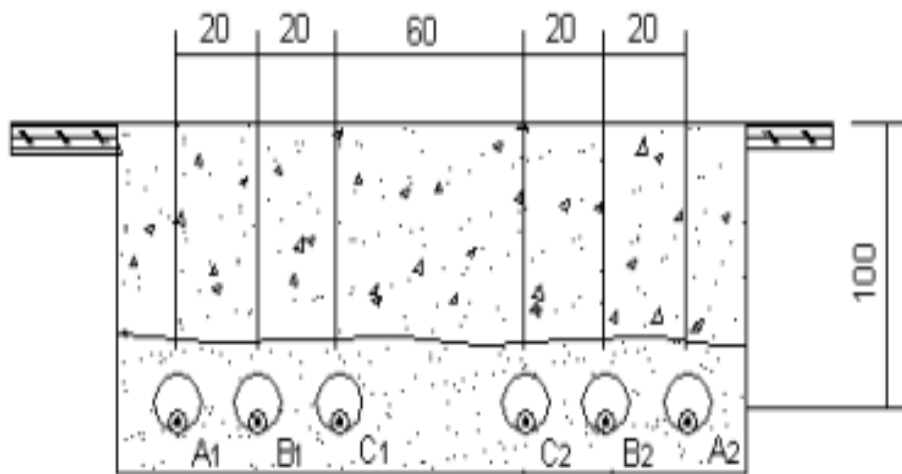


Figura 19. Dos circuitos con cables monopolares espaciados horizontalmente.

b) Troquelado:

La selección y construcción del tipo de troquelado es de vital importancia, debido a que constituye el medio de seguridad del personal que trabaja dentro de la excavación, de tal manera que se eviten derrumbes y accidentes; existen muchos procedimientos de troquelado que están en función de la consistencia del terreno y tamaño de las excavaciones y deberá ponerse especial cuidado en seleccionar y construir el más adecuado tipo de instalación

3.5.7 Radios mínimos de curvatura.

En la instalación de cables de energía es muy frecuente que el doblez dado al cable al ser introducido en un banco de ductos, o al existir una curva en la trayectoria, sea menor que el radio mínimo de curvatura especificado por el fabricante; así mismo, cuando un cable se retira para ponerlo o recorrerlo hacia otro lugar, generalmente el tambor que se usa para enrollarlo no es del diámetro adecuado (véase figura 9.25).

Estos dobleces ocasionan graves lesiones al aislamiento, a las cintas de la pantalla metálica o a la cubierta de plomo, si se usa. 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.

Si el cable tiene plomo como pantalla electrostática o como cubierta, esta llega a abombarse en la parte de abajo del dobléz, provocando una posible fractura e inutilizando el plomo como cubierta, además de quedar espacios que se ionizarán al estar en operación el cable.

a) Radios mínimos de curvatura permitidos en la instalación de cables.

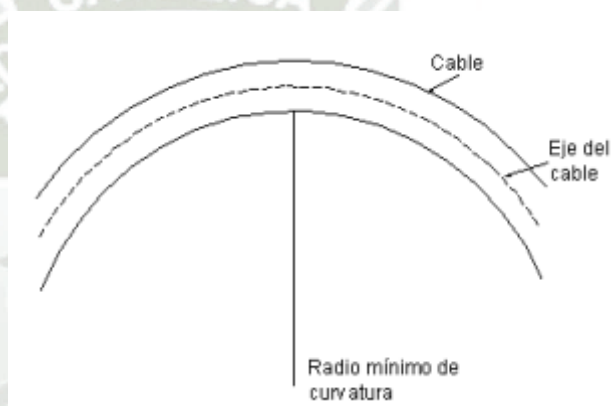


Figura 20. Radio mínimo de curvatura en un cable de energía

a.1) Cables aislados vulcanel EP o XLP, sintenax y polietileno.

Cables monofásicos o multiconductores con o sin cubierta de plomo, sin pantalla metálica o sin armadura: ver tabla 2.2.

Tabla 2. Radios mínimos de curvatura (D = Diámetro exterior del cable)

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

- Cables con armadura de flejes y alambres: 12D
- Cables con pantallas de cintas: 12D

- Cables con pantallas de hilos, excepto las que llevan hilos como armadura, los cables flexibles para uso industrial y para minas.
- Cables flexibles para uso industrial y minas (solo se aplica el VULCANEL EP):
- Para tensiones de 5 kV : 6D
- Para tensiones mayores de 5 kV: 8D

a.2) Cables DRS (distribución residencial subterránea).

- Cables sin pantalla: Ver tabla 9.5.
- Cables con pantallas:
- Para tensiones menores de 25 kV: 10D
- Para tensiones de 25 kV y mayores: 12D

a.3) Cables con aislamiento de papel impregnado.

- Cables con cubierta de plomo: 60
- Cables monopolares: 25D
- Cables multiconductores: 15D

a.4) Cables sintenax.

- Cables monopolares con pantalla o cables monofásicos o multiconductores con armadura de hilos o flejes: 9 (D+d)
- Para todos los demás tipos: 8 (D+d)

a.5) Cables armaflex.

- En todos los casos: D = diámetro total del cable y d = diámetro de un conductor; ambas en mm.
- En el caso de conductor de sección sectorial: $d = 1.3 \sqrt{A}$ donde A es la sección transversal en mm^2 del conductor.

b) Cables con aislamiento XLP, EPR, PVC y POLIETILENO.

- Cables unipolares o multipolares con cubierta metálica:
Cable sin pantalla o con pantalla de hilos hasta 2 kV: 10D
Cable con pantalla o con pantalla de hilos de más de 2 kV: 12D
Cable con pantalla de cintas: 14D

- Cables con diámetro sobre el plomo menor que 20 mm:
Cubierta de yute o de plástico: 25dp
Armados con fleje: 20da
Armados con hilos de acero: 20 da

c) Cables aislados con papel y cubierta de plomo.

- Cables con diámetro sobre el plomo menor que 20 mm:
Cubierta de yute o de plástico: 25dp
Armados con fleje: 20da
Armados con hilos de acero: 20 da
- Cables con diámetro sobre el plomo mayor o igual a 200 mm:
Para todas las construcciones: 25dp
En todos los casos: D = diámetro exterior del cable en mm
 dp = diámetro sobre el plomo en mm.
 da = diámetro sobre la armadura en mm.

3.5.8 Instalación de cables subterráneos.

Para la instalación de cables de energía en ductos subterráneos de manera segura y confiable se mencionan los procedimientos y requisitos siguientes, de tal forma que sean una guía para los instaladores.

a) Preparativos anteriores al tensionado.

- Se debe hacer una exhortación especial al personal para el cumplimiento y observancia de las normas de seguridad y sobre el manejo adecuado del cable.
- Asegurarse que el sistema de ductos está en condiciones de aceptar a los cables, verificando el interior de los ductos, con el fin de evitar que haya protuberancias internas que dañarían el cable al instalarlo.
- Se recomienda usar un cable guía de características adecuadas al tipo y longitud del cable, para jalarlo a través de los ductos.
- Si el tensionado se efectúa usando equipo mecanizado, se debe colocar el malacate en el registro que previamente se haya seleccionado (de acuerdo con el cálculo de las tensiones y longitudes de jalado) y debe anclarse de tal forma que resista, sin desplazarse, la tensión que se presente al jalar el cable en el ducto.
- De igual forma, el carrete o carretes deben colocarse en el registro en el extremo opuesto al malacate. Para esto se usarán gatos o desenrolladores de dimensiones adecuadas al tamaño de carrete.
- Si existen cambios de dirección en la ruta del cable, estos deben quedar localizados en los registros. Si este es el caso, deben colocarse rodillos de diámetro suficiente para evitar que el cable se dañe durante el jalado.

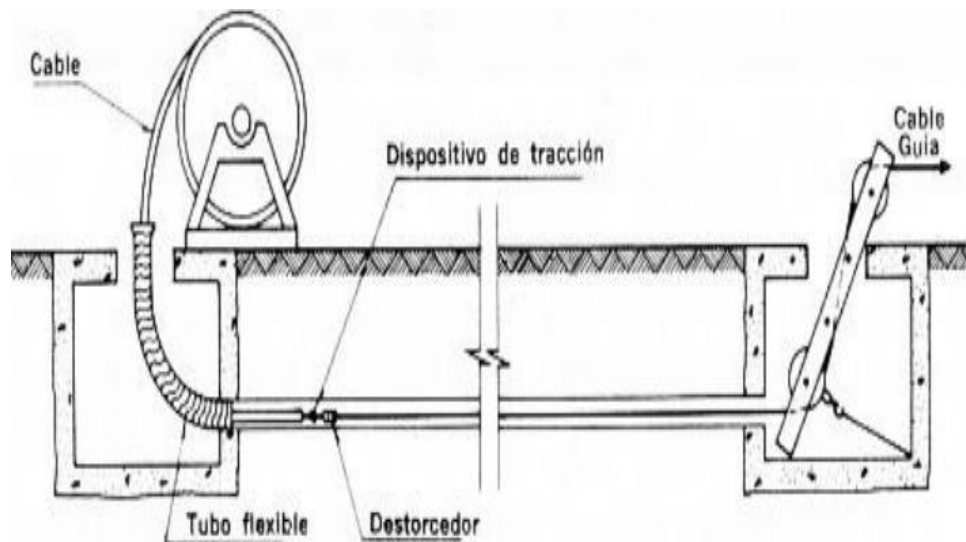


Figura 21. Disposición del carrete y el equipo para la instalación de cables de energía en ductos.

b) Equipos y materiales.

Equipos:

- Malacate de tiro - Aparejos de poleas desviadas.
- Desenrollador con flecha y collarines.
- Tubo flexible (trompas de elefante).
- Rodillos y poleas - Ganchos para tapas acceso.
- Destorcedor - Cable de tiro - eslabones giratorios.
- Estructura con polea - Grilletes - abrazaderas.
- Equipo de comunicaciones.
- Bomba de agua - corta cables.
- Barreras protectoras - Cubiertas aislantes - guantes.
- Malla de acero (calcetín) - Eslingas de acero - cordel.
- Guía de fibra de vidrio - Sogas - cinta de alambre - manilas.
- Generador eléctrico portátil y extensiones eléctricas.
- Ventilador de compensación y manguera - freno carretes.

- Probador electrostático de kV - dinamómetro - gato carretes.
- Banderolas y avisos de alerta.
- Mandriles limpia tubos y prueba tubos eje carretes.

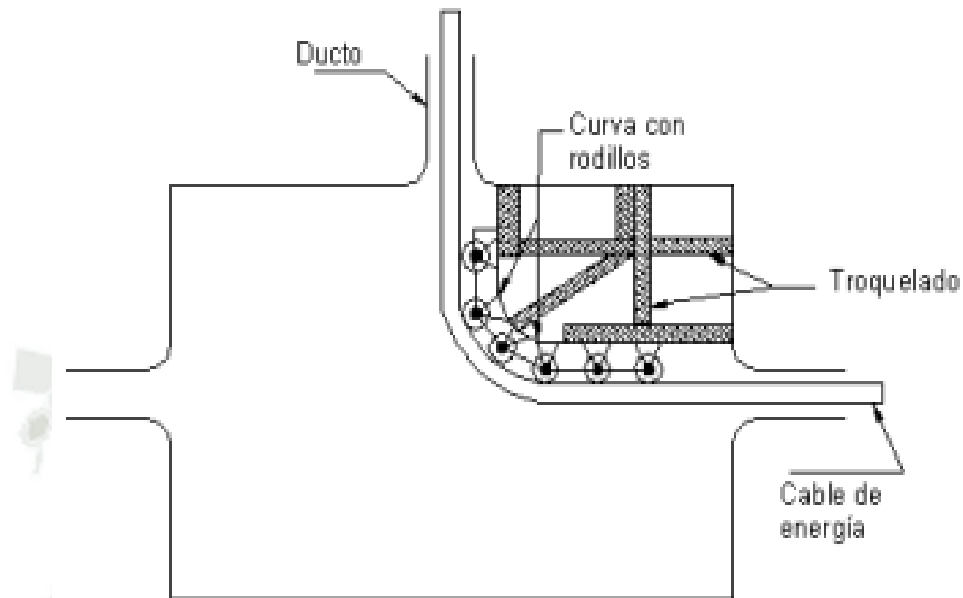


Figura 22. Troquelado de registro.

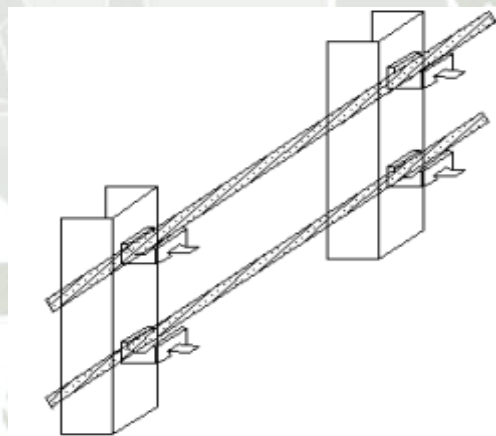


Figura 23. Ménsula para soportar los cables en las cámaras

Materiales:

- Lubricante (bentonita, talco industrial, etc).
- Estopa.
- Cintas.
- Alambre de hierro recocido.

- Cable manila o de nylon.
- Cemento de silicona.
- Palines y madera para troquelar.
- Tapones para sellar cables.
- Trapos.
- Hojas de triplex.
- Cinta para medir diámetros.
- Cinta de medida de 50 m

c) Recomendaciones.

- Cuando exista posibilidad de incendio en pozos de visita, túneles, trincheras, etc, se recomienda que los cables se forren con cintas no combustibles o con protección adecuada para evitar que la falla de uno ellos se transfieran a los demás.
- En un banco de varios ductos, se recomienda que los cables de mayor sección sean colocados en los ductos externos de modo que el calor sea transmitido lo más rápido posible al terreno.
- Si en un banco de ductos se requiere instalar cables de diferentes tensiones, los de mayor tensión se instalarán en las vías más profundas.
- Cuando un ducto de varias vías contenga cables monofásicos, el diseñador deberá escoger la colocación de las fases de modo que se logre el máximo equilibrio de las reactancias de los cables, debido a su posición.
- Si existe posibilidad de entrada de agua, gases o animales por los ductos, se recomienda usar sellos que impidan su paso.
- No se debe permitir el uso de los cables como escaleras para bajar al interior de los pozos de visita.

- No deberán dejarse cables expuestos debajo de la entrada a los pozos de visita para evitar que sean golpeados por la caída de objetos del exterior o de las mismas tapas.
- En los pozos de visita se deben dejar curvas con el cable para absorber las contracciones y dilataciones, a la vez que permitan formar reserva de cable en casos necesarios.

d) Procedimiento de instalación

- Colóquese el equipo, dispositivos y materiales en los lugares previamente establecidos, incluyendo los de protección y señalización externa.
- Deberá distribuirse el personal a lo largo de la trayectoria del cable por instalar (en los extremos y en los registros intermedios), para que se vigile durante su instalación, a fin de evitar posibles daños por caída de troqueles, roce del cable, etc.
- Serán colocados en un lugar visible (generalmente sobre el malacate de tracción) un dinamómetro y un cuenta metros, para medir la tensión y longitud durante la instalación del cable.
- Antes de iniciar el jalado del cable, habrá que realizar una inspección final a toda la instalación, pozo de visita, poleas, rodillos, troqueles, estado del cable, etc.
- Se mantendrá equipo de comunicación en zona de carretes, puntos intermedios y zona de malacate.
- Cuando existan cambios de dirección, estarán localizados en pozos de visita, por lo que será necesario troquelar usando poleas o rodillos con radios de curvatura amplios para evitar daños al cable durante el jalado.

- En el pozo de visita cercano al malacate, se colocarán y fijarán los dispositivos de orientación del cable guía del ducto o la salida del pozo durante el jalado del cable.
- Se jala el cable de acero del equipo de tracción usando la guía previamente instalada, pasándolo a través de los ductos y pozos intermedios, hasta llegar a la posición de los carretes.
- Se coloca y fija el tubo flexible en la boca del ducto, en el pozo de visita que se encuentre cerca de los carretes y se introduce la punta del cable a través de este tubo.
- Se prepara la punta de cable con un calcetín o con un tornillo de tracción acoplado con un destorcedor que absorberá la torsión del cable de acero en el momento de aplicar la tensión.
- Dependiendo del peso del cable, se dispondrá de una o más personas en el carrete para ayudar a que gire durante su instalación.
- Se inicia el jalado por indicaciones del supervisor, coordinando las operaciones tanto en la zona de carretes como en el equipo de tracción y puntos intermedios (pozos de visita). Se recomienda utilizar equipo de comunicaciones (radios, transmisor-receptor, banderines, etc)
- Al inicio y durante el jalado del cable, deberá ponerse suficiente lubricante para reducir la fricción del cable con el ducto y de esta forma mantener la tensión en valores bajos.
- El equipo de jalado permitirá cambios de velocidad suaves hasta casi detenerse. Si el tendido es interrumpido, al volver a empezar, la aceleración será baja para evitar tensiones elevadas. La velocidad de tendido no deberá ser mayor de 15 m / min y la tensión de jalado no excederá los valores previamente calculados.

- Al finalizar el jalado dentro de un registro, los cables deberán ir adelante como sea posible, con el fin de cortar parte del extremo que se haya dañado y contar con la longitud suficiente y en buenas condiciones para efectuar el empalme. Si existen registros intermedios en el tramo donde se jalará el cable deberá dejarse una pequeña cantidad en el registro donde se encuentren los carretes, con el fin de tener suficiente cable para acomodarlo en los registros intermedios.
- Debido a que la longitud máxima por instalar está limitada por la tensión de jalado y por la trayectoria de la instalación, es conveniente verificar la máxima tensión de jalado para evitar que sufra daño el cable.
- Es recomendable dejar una cantidad de cable en los registros adyacentes a los terminales, para tener una reserva para posibles fallas que se presenten durante su operación.
- Una vez que se ha terminado la instalación de un tramo de cable, habrá que revisar sus extremos para verificar el sello; si es necesario cortar el cable, o si el sello se encuentra dañado, es conveniente colocar un tapón contráctil o sellar con cinta para evitar que la humedad penetre al cable.

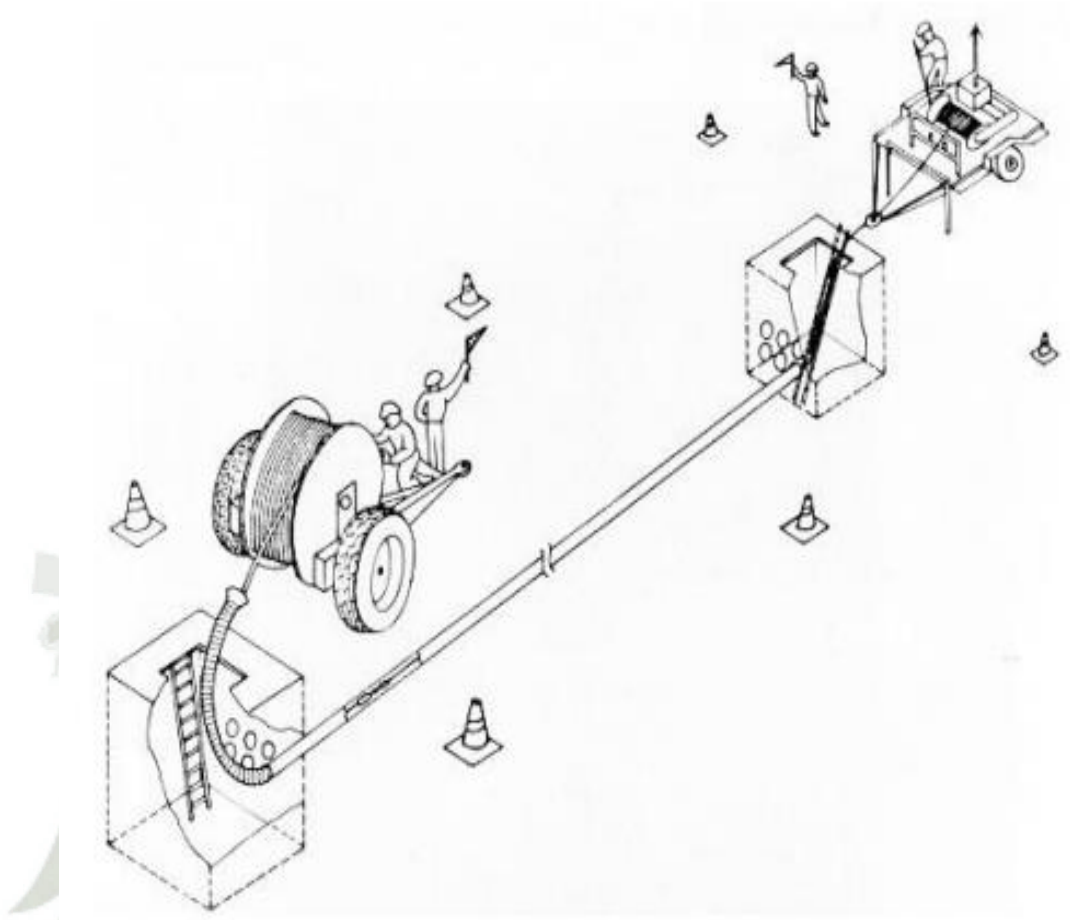


Figura 24. Instalación de cables en ductos

e) Identificación de cables.

Los cables instalados en ductos deben estar permanentemente identificados por medio de placas, etiquetas o de algún otro medio a fin de facilitar la identificación de cables y circuitos.

El material del medio de identificación debe ser resistente a la corrosión y a las condiciones del medio ambiente, para evitar que se destruya o que se borre la leyenda.

f) Cables en tuberías metálicas.

Este es un tipo especial de construcción que ofrece mayor protección mecánica y es usada para cruce de calzadas y cruce bajo aguas, cuando la tubería es soldada.

g) Guía para la selección del tipo de instalación subterránea.

En la tabla 2.3. se presenta una guía para seleccionar el tipo más adecuado de instalación.

Tabla 3. Guía para la selección del tipo de la instalación subterránea.

FORMA	CABLES NORMALES	CONSTRUCCION NORMAL MAS COMUN	OBSERVACIONES
Redondo concéntrico	N° 6AWG a 2500 MCM (con núcleo)	Monoconductores y multiconductores	Conductores de calibres menores.
Redondo compacto	N° 6AWG a 2500 MCM (con núcleo)	Monoconductores y multiconductores	Menor diámetro y flexibilidad que los conductores redondos y concéntricos.
Sectorial compacto	1 / 0 AWG a 1000MCM	Multiconductores	Son económicos aislados en papel impregnado o tela barnizada. Esta forma tiene por objeto tener un diámetro y mayor peso y costos inferiores a los cables redondos. Muy convenientes cuando la instalación incluye un número considerable de cables, o donde es conveniente utilizar conductores que los requeridos por otras formas.
Anular	Mayor de 1000 MCM	Monoconductores	Grande conductores para disminuir el efecto Kelvin. Diámetro superior al de las anteriores formas. Su uso mas común es en conductores al de anteriores formas. Su uso mas común es en conductores de conexión de generadores aislados con tela barnizada.
Segmentado	Mayor de 1000 MCM preferiblemente	Monoconductores	Para instalaciones donde sea necesario combinar gran capacidad de corriente con diámetros mínimos.

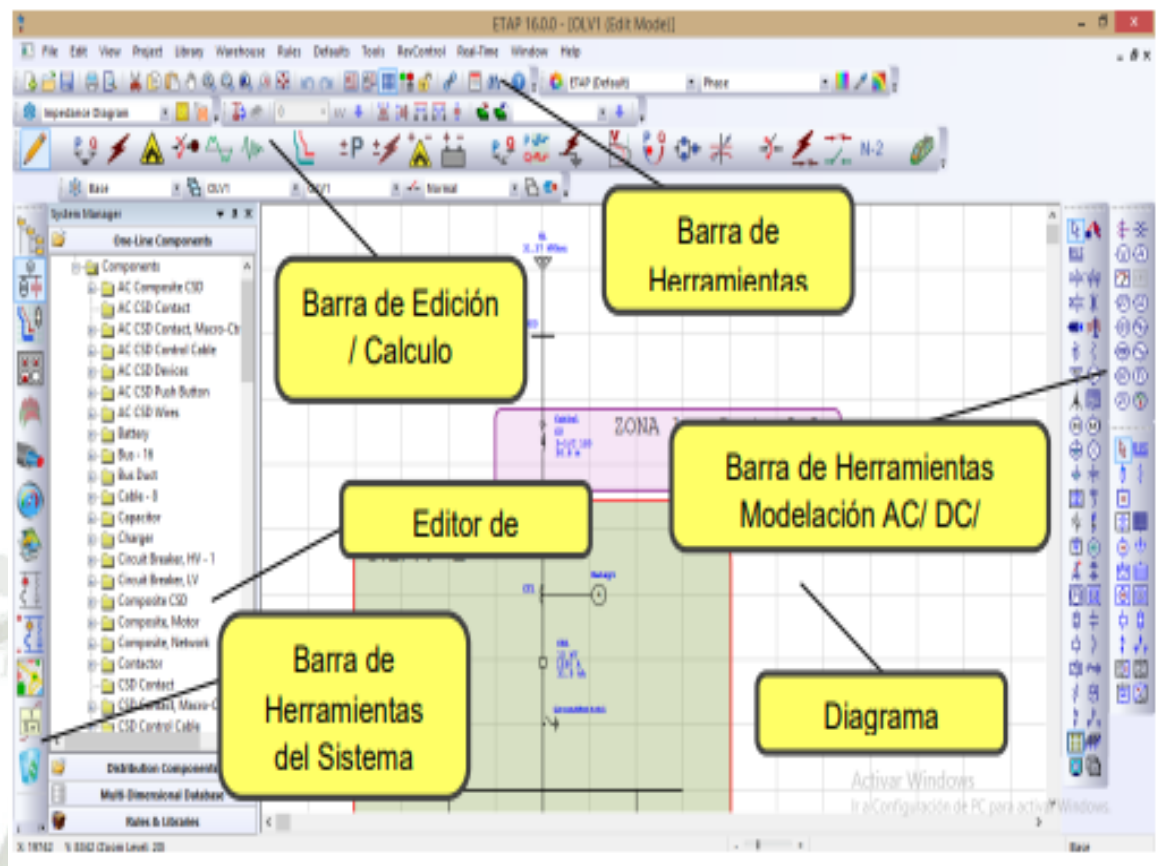
3.6 Descripción general de software ETAP

ETAP es un poderoso y completo software de simulación de sistemas de potencia, el cual cuenta con numerosos módulos orientados al óptimo diseño, planeación y operación de un sistema eléctrico en diversos tipos de industria. Desde el lanzamiento de su primera versión en 1986, su casa desarrolladora, Operation Technology Inc, ubicada en la ciudad de Irvine-California, ha innovado aplicativos atendiendo las continuas realimentaciones y sugerencias de sus clientes alrededor del mundo, considerándose entre los Usuarios como una herramienta confiable, rápida y amigable a la hora de modelar y llevar diferentes análisis eléctricos. La Tabla 2.4. Ilustra los desarrollos más notorios del Software ETAP en los últimos 15 años.

Tabla 4.Desarrollo del Software ETAP

AÑO	DESCRIPCIÓN
1983	Inicia el desarrollo del Software ETAP
1986	Se establece Operation Technology Inc. Se lanza la primera versión de ETAP – ETAP DOS 1.0
1991	ETAP obtiene Certificación Nuclear.
1993	Se lanza la versión ETAP DOS 6.5 Se lanza la versión ETAP DOS 7.1
1995	Se lanza la versión ETAP DOS 7.3 ETAP obtiene la Certificación ISO 9001
1996	Se lanza la versión ETAP 1.0, primer programa de análisis de sistemas de potencias para Windows 32-bit.
1998	Se lanza la versión ETAP 2.0
2000	Se lanza la versión ETAP 3.0 – Las mejoras contienen el desarrollo de los módulos: Análisis de Armonicos, Sistemas DC, Flujo Óptimo de Potencia.
2001	Se lanza la versión ETAP 4.0 – Las mejoras contienen el desarrollo de los módulos: Confiabilidad, Diseño de Mallas de Puesta a Tierra, Sistemas de Paneles, UDM (User Define Model), Data X.
2002	Se lanza la versión ETAP 4.7
2004	Se lanza la versión ETAP 5.0 – Las mejoras contienen el desarrollo de los módulos: Diagramas de Circuitos de Control, Flujo de Carga Desbalanceado, Arco Eléctrico, GIS, Coordinación de Protecciones
2006	Se lanza la versión ETAP 5.5
2007	Se lanza la versión ETAP 5.6 –Adición del Módulo Control de Generación Automática para ETAP REAL TIME.
2008	Se lanza la versión ETAP 6.0 –Desarrollo dimensionamiento de cables, Comparador de Datos, y Analizador de Reportes.

3.7 Barra de herramientas



3.7.1 Requerimientos del Software ETAP.

a. Sistemas Operativos

- Microsoft Server® 2012 (Standard)
- Microsoft Windows® 8 & 8.1 (Standard, Professional)
- Microsoft Windows 7 (SP1) (Home Premium, Professional, Ultimate)
- Microsoft Windows Vista (SP2) (Home Premium, Business, Enterprise)
- Microsoft Windows XP (SP3) (Professional, Home Edition)
- Microsoft Server 2008 R2 (Standard)
- Microsoft Server 2008 (Standard)
- Microsoft Server 2003 R2 (Standard) (SP2)
- Microsoft Server 2003 (Standard) (SP2)

b. Requerimientos de Software

- Microsoft Internet Explorer® 5.01
- Microsoft.NET Framework v3.5 (SP1)
- Microsoft SQL Server Compact 3.5 (SP2)

c. Requerimientos Recomendados de Hardwar

- **Para proyectos de hasta 100 Nodos**

Intel Dual/Quad core – 2.0 GHz (o equivalente)

2 GB RAM

- **Para proyectos de hasta 500 Nodos**

Intel Dual/Quad core – 2.0 GHz (o equivalente)

4 GB RAM

3.7.2 Creación de un proyecto ETAP

Para la creación de un proyecto ETAP, el Usuario debe seguir las siguientes instrucciones.

- a. Iniciar el ETAP POWER STATION desde la carpeta raíz en la que se encuentra instalado el software, generalmente esta se encuentra en el Disco Local C - C:\ETAP.
- b. Se desplegará una ventana, dar click en File → New Project → Ingresar el nombre del proyecto → OK.

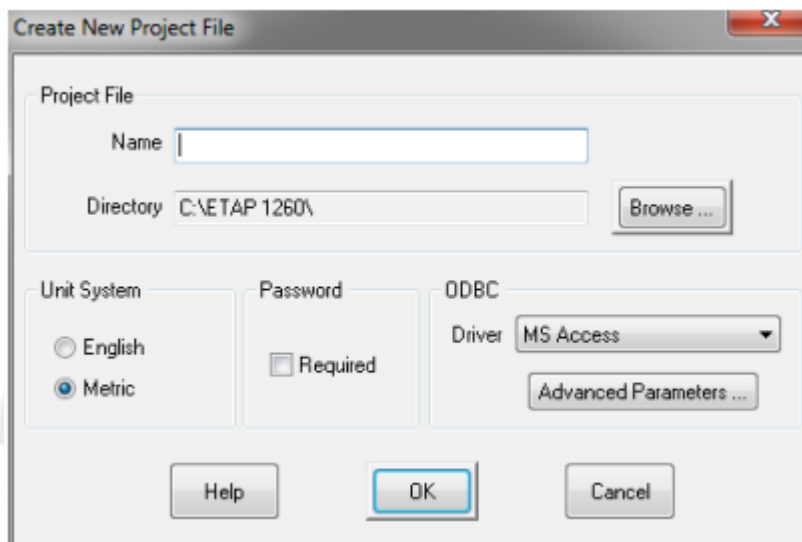


Figura 25. Entorno ETAP – Crear proyecto

Sobre esta segunda ventana el Usuario puede seleccionar el sistema de unidades (Inglés – Métrico) en el cual se definirán los parámetros eléctricos del proyecto, así como la base de datos en la cual se almacenará la información.

- c. Se desplegará una tercera ventana, en esta se define el nombre del Usuario, una descripción del proyecto y los niveles permisos autorizados

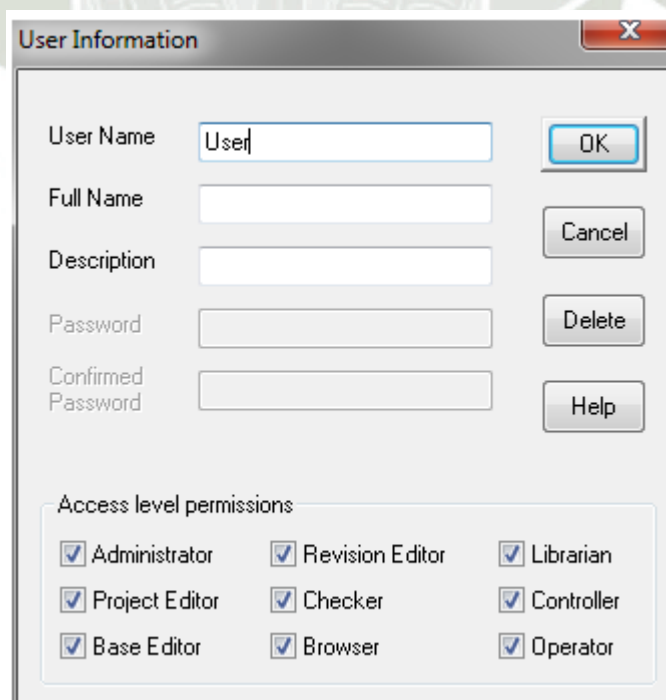


Figura 26. Entorno ETAP – Ingreso de datos.

- d. Finalmente se especifica la frecuencia en Hertz de la red a ser modelada, por defecto el Software ETAP fija la frecuencia a 50 Hz en un proyecto nuevo. Para modificar esta variable, el Usuario debe ubicar en la barra de tareas la pestaña Project → Standards...

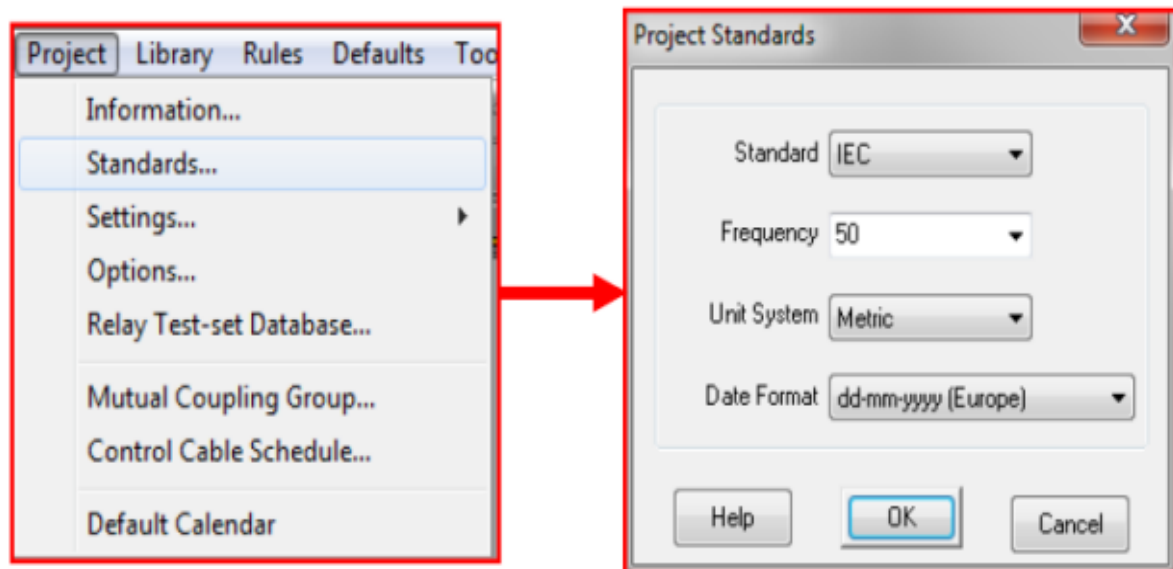


Figura 27. Entorno ETAP – Norma estandar a usar.

3.7.3 Análisis de cortocircuito empleando ETAP.

ETAP ofrece a los usuarios un módulo de cortocircuito completamente amigable para el Usuario en el que puede realizar numerosos análisis en varios puntos del sistema de manera simultánea, especificando la normatividad con la cual se ejecutarán los cálculos de cortocircuito (ANSI, IEC, GOST), adicionalmente ETAP tiene la posibilidad de verificar la capacidad de cortocircuito que tienen los diferentes elementos del sistema de acuerdo con la selección de equipos realizada por el Usuario [5]. En versiones comercialmente aún no disponibles, ETAP permite comparar por medio de un analizador de cortocircuito los resultados obtenidos en el análisis de diferentes, verificando con mayor facilidad y rapidez los escenarios críticos de un sistema de potencia.

a. Consideraciones Previas

Los sistemas de potencia son en general, sistemas bastantes complejos compuestos por una vasta gama de equipos dedicados a la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica a varios centros de consumo. La propia complejidad de estos sistemas indica que la presencia de fallas es inevitables. Un cortocircuito resulta de la conexión de un elemento de poca impedancia entre dos o varios puntos en los que existe una diferencia de potencia, lo cual origina una circulación elevada de corriente. Este tipo de fallas se pueden originarse por lo siguiente:

- Causas humanas: un mal conexionado de las fases sobre un determinado elemento. 74
- Causas atmosféricas: el impacto directo de descargas eléctricas sobre líneas de transmisión, humedad excesiva, etc.
- Causas mecánicas: puede deberse a la ruptura de conductores, degradación de las capas de aislamiento en los equipos, caídas de árboles sobre líneas de transmisión área.

La magnitud de las corrientes de falla depende por lo tanto de la cantidad de fuentes que contribuyen a la falla (generadores y motores sincrónicos, máquinas de inducción y puntos de red) y la magnitud de la impedancia que limita la circulación de ésta.

b. Información requerida.

El software ETAP emplea métodos de cálculo estandarizados (ANSI/IEEE, IEC y GOST) en la ejecución de análisis de cortocircuito, sin embargo, al igual que los análisis de flujo de carga, la exactitud de los resultados depende en gran parte del ingreso acertado de los parámetros eléctricos del sistema a estudiar, describe la información necesaria para llevar a cabo dichos análisis.

Tabla 5. Información requerida.

Elementos	Información
Nodos	Voltaje nominal en kV. El ángulo y %V. Tipo de nodo (CCM, Alimentador, panel).
Ramas (transformadores, líneas de transmisión, cables, reactores e impedancias)	Generalmente, resistencia, relación X/R, tolerancia y temperatura, si es aplicable. Líneas de transmisión: Tipo de línea, longitud y unidad. Transformadores: Voltaje y potencia nominal, conexión de los devanados, cambiador manual o automático de taps. Impedancia: Voltaje base y potencia nominal base
Red Equivalente	Voltaje y ángulo nominal. Potencia de cortocircuito trifásico, monofásico y relación X/R.
Generadores Síncronos	Voltaje, potencia y factor de potencia nominal. Tipo de generador, X_d'' , X_d' , X_d , X/R, X_0 , X_2 . Tipo de generador, tipo de aterrizamiento. Motor Sincrono Potencia en kW/HP y Voltaje nominal. Número de Polos. X_d'' , X/R, %LRC, X_d , X_0 , X_2 , Tipo de aterrizamiento
Motor de Inducción	Potencia en kW/HP y Voltaje nominal. X_{sc}' , X/R, %LRC, X_0 , X_2 , Tipo de aterrizamiento Cargas de Potencia constante (Convencional)* Potencia en Kva/MVA y Voltaje nominal. Porcentaje de carga motor o impedancia. %LRC, X/R, X_{sc} , X'' , tipo de aterrizamiento.
UPS	Voltaje, potencia y factor de potencia nominales en AC. Factor Kac, tipo de aterrizamiento.
VFD	Potencia, Voltaje y Factor de potencia nominal, factor K
Fusibles, CB, HVCB	Voltaje máximo, corriente de capacidad de interrupción nominal y máxima, ciclos

3.7.4 Coordinación de protecciones empleando ETAP.

Uno de los módulos más fuertes y con mayores librerías modeladas en ETAP, es el módulo de coordinación de protecciones, este contiene las principales características de cientos de numerosos dispositivos de protección que comercialmente son empleados en sistemas de potencia reales. Adicionalmente permite modelar protecciones no disponibles en la librería ETAP permitiendo su uso en proyectos futuros. Es también uno de los módulos más novedosos al permitir la verificación de la selectividad de los esquemas de protección de un sistema eléctrico acuerdo con los

criterios de coordinación establecidos por el Usuario. Estas coordinaciones se realizan a través de curvas de tiempo –corriente, que describen la característica de la protección y que permiten su ajuste directamente sobre el gráfico proporcionando un método visualmente cómodo para un ingeniero de protecciones, consultor, diseñador, etc. Sin embargo no solamente son tenidas en cuenta los parámetros de las protecciones, sino también características de los demás elementos del sistema que directamente interactúa con determinada protección, como por ejemplo límite térmico del cable, curva de daño de transformadores y generadores, aceleración y limitación de corriente mediante dispositivos de arranque.

a. Consideraciones Previas

La confiabilidad de un sistema de potencia, está en gran parte determinada por la correcta operación de sus elementos, dentro de los cuales se incluyen los dispositivos de protección, los cuales deben responder rápidamente ante eventos en los que se vean afectados primordialmente la vida humana y los equipos. Estos dispositivos de protección pueden clasificarse de acuerdo al tipo de falla a detectar dentro del sistema.

b. Protecciones de Sobrecorriente.

Una de las consecuencias de las fallas, es que se presentan altas corrientes durante la aparición de la misma, por ello es una de las variables que se utiliza para detectar la presencia de fallas de corriente. En los sistemas eléctricos de potencia se utilizan gran variedad de equipos para la detección y despeje de las fallas, en los que se encuentran los siguientes:

b.1) Fusibles: El fusible es el medio más sencillo de interrupción automático de corriente en caso de cortocircuitos y sobrecargas. En baja tensión (250V-600V) se encuentran hasta 600A. En este rango, la exigencia es que soporten continuamente

la corriente nominal y que se fundan en un tiempo máximo de 5 minutos, con un 15% de sobrecarga. En alta tensión (10 a 138KV) se encuentran hasta 400A, con potencias de 0.1 a 20MVA. Un fusible se compone de un elemento sensible a la corriente y un mecanismo de soporte. El elemento fusible se funde, cuando circula una corriente peligrosa durante un tiempo determinado. El mecanismo de soporte establece rápidamente una distancia eléctrica, para minimizar el tiempo que dura el arco.

b.2) Interruptores: Los interruptores con voltajes de operación menores 1000V se pueden clasificar de acuerdo con su forma constructiva en interruptor de potencia, los cuales son de construcción abierta en marcos metálicos accesibles en todas sus partes para mantenimiento y reparación, pueden ser utilizados en conjunto con fusibles limitadores de corriente para lograr requerimientos hasta 200 KA simétricos de interrupción. Por otro lado los interruptores de caja moldeada son en los que los elementos de interrupción y el de protección están ensamblados integralmente en un compartimiento de material aislante (difícil de reparar). Se utilizan en servicios auxiliares de plantas, subestaciones y a nivel industrial.

b.3) Relés de Sobrecorriente: Uno de los fenómenos más frecuentes que se presentan durante las anomalías en un SEP y en especial en cortocircuitos, es el aumento de corriente sobre los valores normales de operación. Este aumento se utiliza para discriminar los aumentos de fallas, ya sea como protección principal o de respaldo. Una de estas protecciones es el relé de sobrecorriente. Es utilizada como protección principal en alimentadores radiales de distribución y en transformadores de poca potencia. Como protección principal, se utiliza en generadores, transformadores de mayor potencia, líneas de media tensión, etc. El funcionamiento de un relé de sobrecorriente es simple y depende de dos variables,

nivel de corriente mínima de operación (corriente pick up), que es aquel valor que produce el cambio de estado del relé y la característica de tiempo de operación, que es la forma que el relé responde en cuanto al tiempo.



4. DISEÑO DEL SUBSISTEMA SUBTERRÁNEO

4.1 Hipótesis general

La remodelación y soterrado del subsistema eléctrico primario en redes de distribución subterránea en media y baja tensión para la vía metropolitana, 12 permitirá dar una solución terminante para el suministro eléctrico del pasaje Torrico hasta la variante de Uchumayo, Sachaca

4.2 Hipótesis específicas

- La remodelación y soterrado del Subsistema permitirá mejorar la distribución Primaria.
- Se mejorará el suministro eléctrico mediante el diseño de las redes subterráneas en la Vía Metropolitana.
- Se mejorará el suministro eléctrico mediante la remodelación de las redes aéreas existente por redes subterráneas tanto de Baja Tensión y Media Tensión.



CAPÍTULO II

1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fichas descriptivas

1.2 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

A continuación, se muestra la programación del desarrollo del posterior trabajo de investigación:

- Se realizará el suministro e instalación de las Redes Eléctricas en media tensión en 10 KV., Trifásico
- Se realizará la instalación y/o reubicación de las subestaciones aéreas existentes en subestaciones tipo caseta subterránea.
- Se realizará las especificaciones técnicas del proyecto • Se realizará el metrado. • Se realizará el presupuesto de obra.
- Se realizará la relación de insumos
- Se realizará el análisis de costos unitarios.
- Se realizará el cronograma de ejecución.
- Se realizará los cálculos justificativos para el proyecto.

2. CAMPOS DE VERIFICACIÓN

2.1 VARIABLES

- **Variable independiente:**

Remodelación y soterrado del subsistema eléctrico primario

- **Variable dependiente:**

Redes de distribución subterránea en media y baja tensión

2.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación tiene un nivel descriptivo

2.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es experimental

2.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población: Arequipa Muestra: Uchumayo, Sachaca

3. ESTRATEGIAS DE RECOLECCION DE DATOS

3.1 Descripción

Proyecto de remodelación y soterrado del Subsistema de Distribución Primaria tiene como objetivo principal el diseño de las redes subterráneas en la Ampliación de la Vía Metropolitana, desde el pasaje Torrico Hasta La Variante De Uchumayo Sachaca Arequipa.

3.2. Ubicación

Distrito	:	Sachaca
Provincia	:	Arequipa
Departamento	:	Arequipa
Altitud	:	2330 m.s.n.m.

3.3. Área de Estudio

El área bajo influencia directa del presente estudio comprende una distancia: en la Vía Metropolitana de 0.54 km., y la ampliación de la vía hasta la variante de Uchumayo con 0.81 km siendo un total aproximadamente de 1.35 km que es parte urbana del distrito de Sachaca

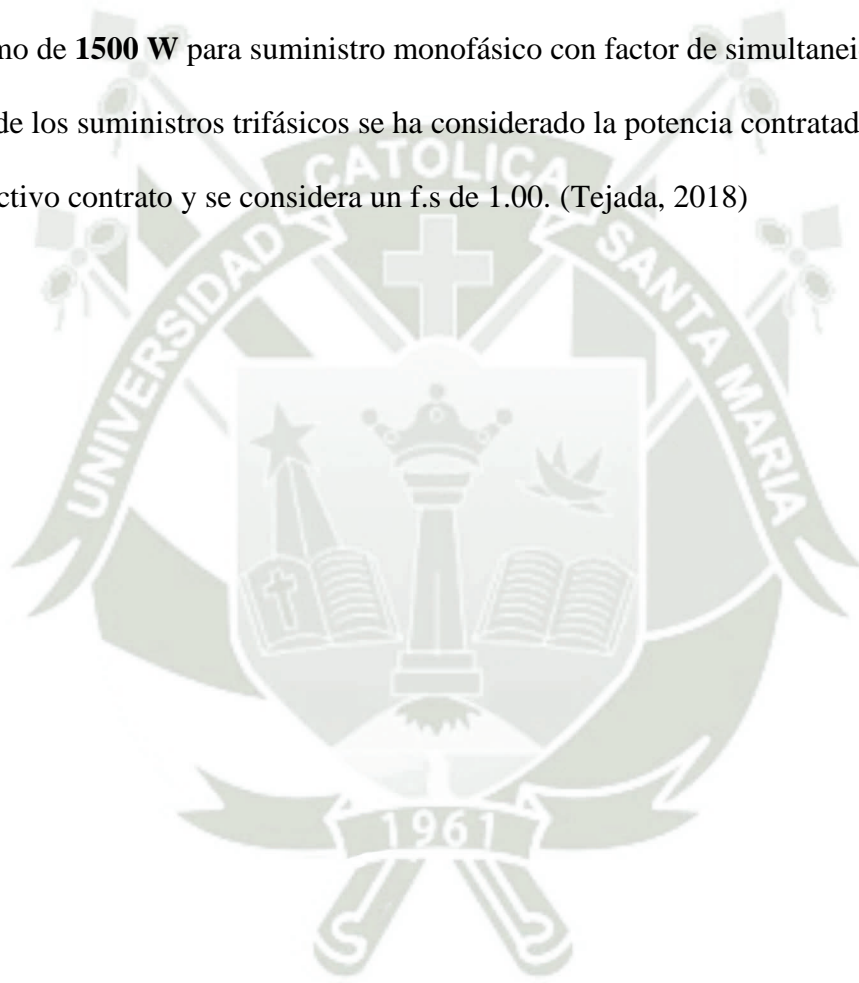
3.4. Alcance del proyecto

El presente proyecto tiene por finalidad de la remodelación de las redes aéreas existente por redes subterráneas tanto de Baja Tensión y Media Tensión manera que posibiliten el suministro de energía eléctrica para el servicio particular, y alumbrado público en el tramo

descrito anteriormente (en la Vía Metropolitana y Ampliación de la misma); en el resto de calles adyacentes se mantendrá la actual topología aérea existente.

3.5. Calificación Eléctrica para media tensión

De la Norma DGE ‘‘Calificación Eléctrica para la Elaboración de Proyectos de Subsistemas de Distribución Secundaria’’, el tipo de habilitación con fines de vivienda corresponde al tipo R-3; la calificación eléctrica correspondiente es de $8\text{w}/\text{m}^2$ con un mínimo de **1500 W** para suministro monofásico con factor de simultaneidad de 0.80 y en caso de los suministros trifásicos se ha considerado la potencia contratada de su respectivo contrato y se considera un f.s de 1.00. (Tejada, 2018)





CAPITULO III
DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES
ELÉCTRICAS
REDES DE MEDIA TENSIÓN Y
SUBESTACIONES

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

REDES DE MEDIA TENSIÓN Y SUBESTACIONES

1. REDES DE MEDIA TENSIÓN.

La distribución de las redes actuales es del tipo aéreo, trifásico, tensión de servicio 10KV, frecuencia de red de 60 Hz, además existe una subestación eléctrica en el área de estudio; por lo tanto, se plantea la remodelación de las redes aéreas existentes por redes subterráneas, y se plantea la creación de tres subestaciones eléctricas.

El circuito implicado directamente en la remodelación es el circuito Magisterial perteneciente a Parque Industrial con las siguientes subestaciones eléctricas implicadas: la S.E.D. 2621, S.E.D 4423, S.E.D 4900 (perteneciente circuito Magisterial) y la S.E.P. 2902 (perteneciente circuito Magisterial) Se hace notar que la subestación eléctrica de caseta N° 01 servirá de conexión y enlace; la subestación eléctrica que actualmente está en el área de influencia como la S.E.D. 2621 de 80 KVA se reubicara en dicha subestación, la subestación eléctrica de caseta N° 02 a construir en el intercambio con ubicación en la cota +0.040 donde se reubicara la subestación aérea S.E.D 4900; y además se construirá la subestación eléctrica de caseta N° 03 que asumirá parte de la demanda de las nuevas cargas de alumbrado público de la obra y que estará ubicado en la cota 0.740.

Desde el punto de diseño poste de media tensión N° 05927 se bajará el soterrado de la red subterránea hasta la subestación eléctrica N° 1 desde donde se alimentará a la red aérea en el poste de media tensión N° 22932, subestación proyectada N° 2, subestación proyectada N° 3.

Desde la subestación eléctrica N°2 se conectará por medio de red subterránea hasta la red aérea en el poste de media tensión N° 17134, Desde la subestación eléctrica N° 2 se

conectará por medio de red subterránea hasta la subestación eléctrica de caseta existente N.º 4423 y se distribuirá hacia la subestación eléctrica particular S.E.P 2902.

Los postes de media tensión mencionados para la conexión con las redes aéreas, se implementarán retenidas en contrapunta y se adaptarán estructuras de anclaje.

Para las redes subterráneas se ha proyectado usando cable del tipo N2XSY 8,7/15 KV y estarán tendidos y protegidos a través de tubos de PVC SAP de 3'' de diámetro, y para la mejor instalación se construirán buzones de media tensión de dimensiones 1.0x1.0x1.4 m. para recorridos de alineamiento y de 1.20x1.20x1.4 m. para recorridos de cambio de dirección; en el asiento de la tapa del buzón y borde de la tapa propiamente dicha del buzón se colocara angulo metálico, para el cruce de las vías ferroviarias se utilizaran buzones de 1.20x1.20x1.8 m

2. SUBESTACION DE CASETA PROYECTADA

Se plantea la construcción de tres subestaciones eléctricas de caseta: la subestación eléctrica de caseta N° 01 en la cual se instalara un transformador de 200kVA, que asumirá las nuevas cargas de alumbrado público y suministros de energía existentes; la subestación eléctrica de caseta N° 02 en la cual se instalara un transformador de 50kVA, que asumirá la demanda de la S.E.D. 4900 y las nuevas cargas de alumbrado público del intercambio, además que servirá de enlace de las redes subterráneas de media tensión; y la subestación eléctrica de caseta N° 03 en la cual se instalara un transformador de 25kVA, que asumirá las nuevas cargas de alumbrado público del intercambio.

En las subestaciones eléctricas proyectadas son semisoterradas las cuales se ubican 1.20 mts sobre el nivel de la pista.

Las ubicaciones de las respectivas subestaciones estarán de acuerdo a los planos de detalle; cada subestación eléctrica estará implementado con transformador, con celdas compactas

de llegada, celda compacta de protección y celda compacta de salida, tablero de baja tensión.

2.1 Dimensiones

La dimensión de cada subestación eléctrica será:

a) Caseta N° 1

- Altura 3.00 m.
- Ancho 3.50 m.
- Largo 7.00 m.

b) Caseta N° 2

- Altura 3.00 m.
- Ancho 3.02 m.
- Largo 7.00 m.

c) Caseta N° 3

- Altura 3.00 m.
- Ancho 3.02 m.
- Largo 5.00 m.

2.2 Impermeabilidad

La caseta se construirá impermeable, resistente al agua y a la humedad permanente.

2.3 Tapas o Losas Superiores

Será construido con concreto tipo ciclópeo $f_c=210$ kg/cm² con refuerzo de perfil metálico, previstos de ganchos para el izado de las mismas en caso de reposición de equipo. El acceso de personal será de 0.60 x 0.60 m.

2.4 La caseta dispondrá de un circuito de fuerza y un circuito de iluminación.’

3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Se ha previsto para cada subestación proyectada tipo caseta, la instalación de dos pozos de puesta a tierra en cada uno, donde se instalarán 1 pozo de tierra para media tensión y 1 pozo de tierra para baja tensión, ambos separados como mínimo 2.50 m.

4. CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

4.1 REDES DE MEDIA TENSION

Los parámetros considerados para el cálculo son:

a) Redes Subterráneas

- Tensión de servicio : 10000 V.
- Frecuencia : 60 Hz.
- Factor de potencia : 0.9.
- Sistema de ductos : Tubo de PVC SAP 3''
- Profundidad de enterramiento : 1.10 m.

b) Buzones de media tensión

b.1) Buzones de alineamiento

- Dimensiones interiores : 1.00m. x 1.00m. x 1.40 m
- Espesor de pared : 0.15m.
- Dimensión de tapa : 0.58m. x 1.16m. dos tapas/buzón

b.2) Buzones de cambio de dirección

- Dimensiones interiores : 1.20m. x 1.20m. x 1.40 m
- Espesor de pared : 0.15m.
- Dimensión de tapa : 0.68m. x 1.36m. dos tapas/buzón

b.3) Buzones de cruce

- Dimensiones interiores : 1.20m. x 1.20m. x 1.80 m
- Espesor de pared : 0.15m.

- Dimensión de tapa : 0.68m. x 1.36m. dos tapas/buzón

El aislamiento del sistema debe soportar las tensiones de operación normal y las sobre tensiones de origen interno o externo sin que ocurran fallas.

- Clase de aislamiento : 15 KV
- Tensión Disruptiva : 150 KV

5. BASES LEGALES Y TECNICOS

El proyecto y ejecución de remodelación de las redes primarias aéreas, se ajustan a lo dispuesto en los siguiente:

- Artículo 98 de la Ley de Concesiones ‘’ Los gastos derivados de la remoción, traslado y reposición de las instalaciones eléctricas que sean necesario ejecutar como consecuencia de obras de ornato, pavimentación y en general, por razones de cualquier orden, serán sufragados por los interesados y/o quienes lo originen’’.

El proyecto cumple los requisitos del Código Nacional de Electricidad Suministro, utilización y las Normas del Ministerio de Energía y Minas.

6. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Al realizar la construcción de la obra, se debe tener en cuenta las distancias mínimas de seguridad que se deben observar tanto dentro de la subestación para su operación segura y eficiente. Estas distancias mínimas se muestran a continuación:

- Separación entre partes bajo tensión 20 cm.
- Separación entre partes bajo tensión y partes sin tensión 14 cm.
- Separación de las partes bajo tensión a los cierres metálicos 20 cm.
- Separación de los cierres metálicos y las barras 50 cm.
- Distancia mínima de las barras al piso: 2.30 m.

Además, se pintarán las señalizaciones de peligro, riesgo eléctrico, pozo a tierra e ingreso restringido en las subestaciones eléctricas.

7. SEÑALIZACIÓN, CODIFICACION Y SIMBOLOGIA DE RIESGO ELECTRICO

Será de acuerdo a la R.M N° 091-2002-EM/VME Normas DGE, Terminología y Símbolos Gráficos en Electricidad.

Se realizará el pintado de señalizaciones tanto del Símbolo de Riesgo Eléctrico y señalización de puesta a tierra, asimismo el pintado del número y/o codificación correspondiente a la Subestación y postes.

Señales de Extintores Señales de uso de implementación de seguridad

Señales de prohibición de ingreso de personal no autorizado

7.1 DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA

De las redes a ser remodeladas:

7.1.1. Servicio Particular

La demanda de potencia de las viviendas es:

Tabla 6.cuadro de cargas de servicio particular en S.E. 01

CUADRO DE CARGAS S.E. 01					
Descripción	Tipo	Cantidad	Potencia Contratada Kw	FS	POT TOTAL
Servicio Particular Flora Tristán	Monofásico	211	1.5	0.62	144.68
	Trifásico	1	7	1	7.00
Servicio Particular Adicional	Monofásico	12	1.5	0.8	10.56
Total					162.24

Tabla 7.cuadro de cargas de servicio particular en S.E. 02

CUADRO DE CARGAS S.E. 02						
Descripción	Tipo	Cantidad	Potencia Contratada Kw	FS	POT TOTAL	
Servicio Particular Flora Tristán	Monofásico	14	1.5	0.80	12.32	
	Trifásico	1	20	1	20.00	
Total					32.32	

7.1.2. Alumbrado Público

La demanda de potencia de las unidades de alumbrado es:

Tabla 8.cuadro de cargas de alumbrado público en S.E. 01

CUADRO DE CARGAS S.E. 01					
Descripción	Tipo	Cantidad	Potencia Kw	FS	POT TOTAL
Alumbrado público existente	Lampara de sodio 70 W	32	0.07	1	2.24
Alumbrado público propuesto	LED 128 W	16	0.128	1	2.048
	LED 56.5 W	16	0.0565	1	0.904
Total					5.192

Tabla 9.cuadro de cargas de alumbrado público en S.E. 02

CUADRO DE CARGAS S.E. 02					
Descripción	Tipo	Cantidad	Potencia Kw	FS	POT TOTAL
Alumbrado público existente	Lampara de sodio 70 W	3	0.07	1	0.21
Alumbrado público propuesto	LED 128 W	19	0.128	1	2.432
	LED 56.5 W	5	0.0565	1	0.2825
Total					2.9245

Tabla 10.cuadro de cargas de alumbrado público en S.E. 03

CUADRO DE CARGAS S.E. 03					
Descripción	Tipo	Cantidad	Potencia Kw	FS	POT TOTAL
Alumbrado público existente	Lampara de sodio 70 W	0	0.07	1	0
Alumbrado público propuesto	LED 128 W	62	0.128	1	7.936
	LED 56.5 W	40	0.0565	1	2.26
Total					10.196

Tabla 11. cuadro de cargas de alumbrado público en S.E. 03

Subestación eléctrica de distribución	Ubicación	Potencia (KW)
S.E. Nro. 1	Av. Metropolitana (frente Urb. Flora Tristán)	167.43
		200 KVA
S.E. Nro. 2	Av. Metropolitana (Area verde)	35.24
		50 KVA
S.E. Nro. 3	Av. Metropolitana ampliación (Area verde)	10.196
		25 KVA

8. PLANOS Y DETALLES

El Proyecto Cuenta con un plano de redes eléctricas.

- RP-01 : Plano de Redes Primarias Subterráneas 1.
- RP-02 : Plano de Redes Primarias Subterráneas 1.
- RP-03 : Subestación N 1
- RP-04 : Subestación N 2
- RP-05 : Subestación N 3
- RP-06 : Distancia Mínima de Seguridad
- RP-07 : Diagrama Unifilar
- RP-08 : Armado A1-Punto de Diseño
- RP-09 : Armado A2
- RP-10 : Armado A3
- RP-11 : Armado A4
- EMT : Plano de Redes Eléctricas Existentes



CAPITULO IV
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE
SUMINISTROS DE EQUIPOS Y
MATERIALES EN REDES DE MEDIA
TENSIÓN

CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTROS DE EQUIPOS Y

MATERIALESEN REDES DE MEDIA TENSIÓN

1. ESPECIFICACIONES TECNICAS.

Las presentes especificaciones técnicas, tienen el objeto de describir las características técnicas de las normas de fabricación a que se deben sujetar los equipos y materiales a proveerse. Las normas y recomendaciones, a tomarse en cuenta, serán de los siguientes organismos:

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.
- Normas de Dirección General de Electricidad
- Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.
- Normas y Resoluciones del OSINERG-GART
- Recomendaciones de SEAL.

2. CONDICIONES DE SERVICIO.

Los equipos electromecánicos y materiales a instalarse están a las condiciones de servicio:

- Tensión de red primaria : 10000 Voltios
- Caída de tensión máxima : 3.5% tensión nominal
- Factor de Potencia : 0.9
- Frecuencia : 60 Hertz
- Clase de aislamiento : 15 KV
- Tensión Disruptiva : 175 KV

3. POSTES.

3.1. NORMAS APLICABLES

El material y la fabricación de los postes cumplirá con las especificaciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de adquisición.

- ITINTEC 341.029, 341.030, 341.031, 350.002, 334.009, 339.027, 251.019 al 251.027.
- DGE 015-PD-1

3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS POSTES

A. POSTE C.A.C. 14/300.

Los postes materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de la norma de INDECOPI NTP 339.027 “Postes de Hormigón (Concreto) Armado para Líneas Aéreas”. Serán de concreto armado centrifugados y tendrán forma troncocónica; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejeras y excoiraciones; tendrán las características y dimensiones que se consignan a continuación:

Características:

- Longitud (m) : 14
- Diámetros (mm)
 - Punta : 180
 - Base : 380
- Esfuerzo en la punta del poste (daN) : 300
- Peso del poste (Kg.) : 1260

La relación de carga de rotura (a 0,10 m debajo de la cima) y la carga de trabajo será igual o mayor a 2.

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

- Marca o nombre del fabricante
- Designación del poste: I/c/d/D; donde:
- I = Longitud en m.

- c = Carga del trabajo en daN con coeficiente de seguridad 2
- d = Diámetro de la cima en mm
- D = Diámetro de la base en mm
- Fecha de fabricación
- Marca de empotramiento a 3 m. De la base

4. CONDUCTOR SUBTERRÁNEO DE POTENCIA MEDIA TENSIÓN

Será del tipo N2XSY unipolar de 240mm² y de 35mm² similar a la marca INDECO con iguales características o mejores y que están a las condiciones de:

- Cable 35 mm²
 - Nro. de Hilos : 7
 - Diámetro de conductor : 7.4 mm.
 - Resistencia DC a 20°C : 0.524 ohm/Km
 - Resistencia AC a 90°C : 0.668 ohm/Km
 - Peso Unitario (Kg/Km) : 832 kg/km
 - Diámetro exterior : 23.2 mm
 - Tensión de operación : 8.7/15KV
- Cable 240 mm²
 - Nro. de Hilos : 37
 - Diámetro de conductor : 18 mm.
 - Resistencia DC a 20°C : 0.075 ohm/Km
 - Resistencia AC a 90°C : 0.0976 ohm/Km
 - Peso Unitario (Kg/Km) : 2760 kg/km
 - Diámetro exterior : 31.90 mm kg
 - Tensión de operación : 8.7/15KV

Norma: ITINTEC 370.050, IEC 502

5. CRUCETAS

Las crucetas serán metálicas, el material y la fabricación de las mismas cumplirá con las especificaciones de las normas. Características Técnicas.

La cruceta será de Fierro Galvanizado Perfil de 75 x 75mm de sección, 2.10m de longitud en esta se instalarán los aisladores, pararrayos y los cut outs.

DIMENSIONAMIENTO

- Las longitudes nominales se refieren a las distancias entre los ejes de fijación de los postes y los ejes de fijación de los aisladores.
- Las perforaciones para fijación de aisladores tendrán 20 mm. de diámetro.

CRUCETAS DE METALICAS 2.10m de Long

Tabla 12. Características de las crucetas

ITEM	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	UNIDAD	VALOR SOLICITADO
1	Descripción de Materia	Pza.	Cruceta de Fe Ga Perfil de Espesor 6mm, 75mm x 75 mm x 2.10m de Long., en un extremo 2 agujeros pasantes de 5/8" de manera horizontal para perno de abrazadera y en el otro extremo dos agujeros de 5/8" de manera vertical con separación entre agujeros de 0.80m para soporte de aislador polimérico y a 0.98m otro agujero pasante de manera horizontal para perno de 5/8" Ø
2	Galvanizado		En caliente

5.1. SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR CUT OUT ACCIONAMIENTO BAJO CARGA

Los seccionadores será utilizada en la bajada de la red subterránea y serán del tipo unipolar Cut- Out accionamiento bajo carga con cuerpo de porcelana para exteriores con portafusiles de expulsión para maniobra bajo carga con apertura manual con pértiga y apertura automática al fundirse el fusible. Las características de los seccionadores fusibles de potencia son las siguientes:

- Tensión Nominal :27.0 KV.
- Nivel básico de aislamiento :150 KV-BIL
- Capacidad Nominal :100 Amp.
- Fusible tipo chicote :10 Amp.
- Capacidad de Ruptura :12KA
- Línea de Fuga :320mm.

Normas de Fabricación CEI 99-1/1970, 38/1967 serie 1, ANSI C
62-1/1971, NEMA KA-1/1968.

Portan elementos fusibles rápidos dimensionados eléctricamente en función de la potencia del transformador de tal manera que protejan al sistema.

5.2. PARARRAYOS

Cuyas características principales para su adquisición será:

- Marca reconocida : POLIM D.N. Balestro, JosLyn, etc
- Instalación : Exterior
- Tipo de Aislante : Porcelana o Goma Silicón
- Tensión Nominal de la Red : 22.9 KV
- Tensión Máxima de Servicio : 25 kV
- Frecuencia Nominal : 60 Hz.
- Tensión de Operación Continua (COV) : 17kV
- Tensión Nominal del Pararrayos : 21kV
- Corriente nominal de descarga en Onda 8/20 : 10 kA
- Tensión residual Max. Inom. Descarga(10kA-8/20): 62.5kV
- Material de Resistencias No Lineales : Oxido de Zinc
- Altitud de Operación : 4000 m.s.n.m.
- Nivel de aislamiento al Impulso 1,2/50 : 150 kV
- Longitud de línea de fuga mínima(fase-Tierra) : 625 mm.

Norma IEC 99-1/1970, 99-4.

6. AISLADOR TIPO PIN POLIMERICO 15000 V

Serán poliméricos de las siguientes características:

- Material: Goma Silicona.
- Tensión de operación: 10 Kv
- Peso Neto: 1,2 Kg

Norma: ANSI C29.13



Tabla 13.DATOS TECNICOS AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION

Descripción	Unidad	FP-15
Tensión nominal	kV	15
Tensión de impulso negativo	kV	163
Tensión de impulso positivo	kV	158
Flashover en seco a 60Hz	kV	93
Flashover en húmedo a 60Hz	kV	74
Nivel de radio de influencia a 1.0 Mz	kV	/8-10
Distancia de arco	mm	190
Línea de fuga	mm	515
Numero de aletas	und	4

Prueba de envejecimiento	IEC Hr	5000
Esfuerzo de tensión máximo	kN	70
Esfuerzo de tensión de prueba	kN	35
Esfuerzo de torsión	N-m	600
Peso	kg	1.2

a. Aisladores Poliméricos tipo PIN

El material polimérico aislante que cubre el rodillo y el de los discos aislantes tiene una estructura química de 100% de goma de silicona antes de la adición de compuestos de relleno (fillers). El polímero final tendrá menos de 20% de carbono por unidad de peso.

Norma: ANSI C29.11



Tabla 14. DE DATOS TÉCNICOS AISLADOR POLIMERICO TIPO PIN

Descripción	Unidad	FP-15
Tensión nominal	kV	15
Tensión de impulso negativo	kV	162
Tensión de impulso positivo	kV	149
Flashover en seco a 60Hz	kV	97
Flashover en húmedo a 60Hz	kV	72

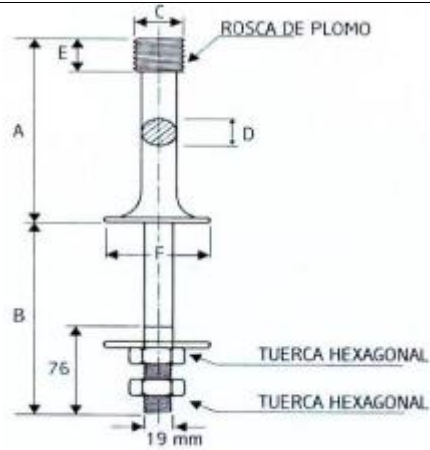
Nivel de radio de influencia a 1.0 Mz	kV	6-15 kV
Distancia de arco	mm	210
Línea de fuga	mm	550
Numero de aletas	und	4
Prueba de envejecimiento IEC	Hr	5000
Esfuerzo de flexión	kN	10
Esfuerzo de compresión	kN	8
Peso	kg	2

b. Espiga de Soporte de Aislador Polimérico tipo PIN

Será de Fierro Galvanizado en caliente, para soportar a los aisladores polimericos tipo, el mismo que será fijada en la Cruceta Metálica.

Tabla 15.DATOS TÉCNICOS SOPORTE RECTO PARA AISLADOR POLIMERICO

ITEM	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	UNIDAD	VALOR SOLICITADO
1	Fabricante		
2	País procedente		
3	Modelo o numero de catalogo		
4	Norma técnica de fabricación		
5	Material		Fierro
6	Acabado		Galvanizado en caliente que cumplan normas
7	Esfuerzo mecanico	Kg	454 kg.
8	Peso aproximado	Kg	2.14 kg
9	Armado		Arandela tuerca y contratuerca

<p>10</p>	<p>Esquema (Dimensiones en mm.) Se adjunta esquema del material solicitado A = 191 mm. B = 165 mm. C = 35 mm. D = 25.4 mm. E = 54 mm. F = 75 mm.</p>	
-----------	--	--

7. TERMINACIONES PARA CABLE SUBTERRÁNEO DE MEDIA TENSIÓN

Las cabezas terminales para el cable subterráneo de media tensión, tendrá los requerimientos y especificaciones normados por la empresa concesionaria y el nivel de tensión será de 10000voltios, con las características:

- Sección de conductor : 35 mm² y 120 mm²
- Tipo exterior : auto contraíbles similar a 3M
- Tipo interior : auto contraíbles similar a 3M
- Tensión de operación : 15KV
- Frecuencia nominal de Servicio : 60 Hz

Norma : IEEE-48, IEC 502

8. CELDA DE LLEGADA, SALIDA Y PROTECCION

Las celdas serán diseñadas y construidas de acuerdo a las normas IEC u otras de mejor calidad; serán del tipo modular aislada en aire y corte en aire, y autosoportada. Las celdas serán para una instalación en el interior de una edificación. El diseño de las celdas deberá ser a prueba de arco interno y deberá cumplir acuerdo con los 6 criterios de la IEC 298 e IEC 298A.

Las celdas deberán poseer compartimientos separados para interruptor, barras, transformadores de relés y medidores con instrumentos y equipos de baja tensión, el diseño de los compartimientos será de tal manera que sea posible efectuar labores de inspección, mantenimiento y pruebas fácilmente sin riesgos.

El suministro de equipos es:

- Celda de llegada; Esta celda tipo Metal enclosed servirá para conectar las barras de distribución con el transformador de potencia.
- Celda de salida; Esta celda tipo Metal enclosed servirá para el enlace desde las barras colectoras hacia las líneas de distribución.
- Celda de sistemas auxiliares (protección); esta celda del tipo metal enclosed se instalará el seccionador de potencia con bases y fusibles para protección del transformador y circuitos.

Tendrán las siguientes características:

- Tipo : Interior
- Tensión nominal : 12 kV
- Tensión máxima de servicio : 17.5 kV
- Frecuencia : 60 Hz
- Tensión de resistencia a la frecuencia industrial : 36 kV
- Tensión de resistencia a la onda de impulso : 95 kV
- Corriente de cortocircuito : 16 kA
- Corriente nominal del sistema de barras : 1600 A
- Corriente nominal de derivaciones : 630 A
- Resistencia al arco interno, 1 seg. : 20 kA
- Corriente límite térmica 3 seg. : 20 kA
- Corriente límite dinámico : 50 kA

- Tensión de ensayo a frecuencia industrial para arrollamiento secundario o circuitos auxiliares 1 minuto : 2 kV rms
- Tensión continua nominal p' mandos y control : 110 Vcc + - 20%
- Tensión alterna nominal p' calefacción y otros : 220 Vca + - 20 %
- Tipo del sistema de barras : Simple trifásica
- Grado de protección : IP42
- Barras pintadas de la siguiente manera : fase R, verde
fase S, Blanco
fase T, Rojo

Cada celda de protección deberá tener enclavamiento mecánico e indicador de presencia de tensión.

El proveedor deberá de presentar las características técnicas, protocolos de pruebas y documentación a la concesionaria SEAL para su respectiva verificación.

Norma de fabricación IEC 62271-200 , NEMA

9. SECCIONADOR DE POTENCIA TRIPOLAR 24 KV – 3Ø, 400A, 20 KA, TIPO EXTERIOR, ENCAPSULADO.

El seccionador de potencia Tripolar, de apertura bajo carga, será del tipo exterior, con aislación de gas SF6 que está diseñado para cumplir con las crecientes exigencias para la automatización de alimentadores de máxima seguridad; autónomo, fijo, mando frontal manual y/o motorizado en 24 Vcc, (fuente auxiliar externa, con panel solar).

Su funcionamiento será debidamente acoplado a transformador de corriente de 100/1A, relé de protección multifunción de alta sensibilidad para fallas a tierra y sobrecorriente, con bobinas de cierre y disparo autoalimentado; sus características básicas serán (más críticos):

- Tensión nominal del Sistema : 10 KV

- Montaje : Exterior, encapsulado
- Medio de interrupción : SF6
- Corriente nominal : 400 A
- Tensión nominal del Seccionador : 24 KV
- Corriente ruptura simétrica RMS (3 seg) : 20 KA
- Corriente ruptura asimétrica (valor pico) : 31.5 KA
- Frecuencia nominal : 60 HZ
- Secuencia de operación nominal : 0-0,3 seg-CO-3 min CO
- Tensión de ensayo a frecuencia nominal : 50 KV RMS
- Tensión de ensayo con onda de impulso : 150 KV pico
- Disposición : Frontal
- Mando del interruptor : Manual y motorizado.

Deberá contar con los siguientes accesorios: abrazadera de ejecución para instalarse adosado en poste de concreto, mando por pértiga sobre el eje, indicador de posición de los contactos (ON – OFF), bobina de desconexión 220 VCA, contactos auxiliares (2NA+2NC), previsto para mando motorizado 220 VCA - 1Ø, tablero de protección y control del mecanismo motorizado, conmutador MANUAL – AUTOMATICO, Pulsadores ABRIR - CERRAR y Relé para protección 50 N/51 N, que trabajara acoplado a transformador de corriente tipo toroidal, cuyas especificaciones se indican a continuación. El mismo que para su alimentación contara con un panel solar y gabinete de control respectivamente.

10. RELE DE PROTECCION CONTRA FALLAS A TIERRA

Para la protección primordialmente contra fallas Fase – Tierra y en forma opcional contra sobre corrientes, se utilizará un relé de protección multifuncional, de alta sensibilidad de las siguientes características:

Para la protección primordialmente contra fallas Fase – tierra y en forma opcional contra sobrecorrientes, se utilizará un relé de protección multifuncional, de alta sensibilidad de las siguientes características:

- Función operativa : 50N/51N
- Función opcional : 50/51
- Corriente nominal : de 0.5 – 5 A
- Tensión auxiliar : 24 Vcc
- Puerto de comunic. : RS-485 y RS 232
- Protocolo de Comunicaciones : DNP 3.0

Portara placa de datos en un lugar visible, conteniendo las características técnicas principales, diagramas o esquemas eléctricos.

En forma primordial tendrá los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Modelo del relé
- Número de serie
- Tensión nominal de control
- Corriente nominal

Su conexionado permitirá la acción de su bobina de disparo que ira acoplado al seccionador de potencia tripolar.

11. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TOROIDAL

Se utilizará un transformador de corriente tipo toroidal, que para el adecuado funcionamiento del rele contra fallas Fase – Tierra acoplado al seccionador de potencia tripolar, se instalará introducido en los cables tipo N2XSY, donde censa la falla y envía la señal al relé.

Tendrá las siguientes características técnicas:

Relación	:	100/1 ^a
Potencia	:	2 VA
Clase	:	1.0
Tensión	:	24 KV
Temperatura	:	de -5 °C a 40 °C
Altura de servicio aproximado: 3500 msnm		

12. TABLERO DE CONTROL / MANDO

Para alojar al relé 50N/51N, así como también a los equipos de control y mando (incluye puerto RS485), fuente cargadora de batería entrada 220 VAC 1Ø, salida 24 VDC, banco de baterías y conductores para conexiones conexos, se utilizará un tablero de control y mando, de las siguientes características técnicas:

Materia:	Sera fabricado de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 3 mm de espesor.
Dimensiones:	de 0.30x0.30x0.20 mts, con techo que tiene 10° de inclinación y con un volado de 2.5 cm; que lo protege de las precipitaciones pluviales.

Elementos de sujeción:	portara dos abrazaderas de AoGo de 50 mm y 200-220 mm Ø, con pernos de AoGo en caliente, de 9.5mm Ø x 102 mm; incluye tuercas y arandelas; para su montaje y ajuste en poste de concreto de 13 mts.
Protección:	Con adecuada hermeticidad, tipo IP54
Acabado:	Con pintura electrostática epoxica poliéster, fosfatizado.
Rotulación:	El fabricante rotulara en forma visible, en la puerta de los tableros el símbolo de “Rayo Eléctrico”, así como el texto de peligro.

MATERIAL ACCESORIO

Se requerirán materiales accesorios consistentes en tubos de PVC, de AoGo, conectores, cintas aisladoras, etc. que, por ser de uso generalizado a otras partidas, se especificarán más adelante.

El sistema de protección en Media Tensión debe ser de instalación exterior. Ubicado antes del sistema de Medición.

CORTACIRCUITO FUSIBLE

Serán unipolares del tipo Cut-Out, para instalación a la intemperie y fijación en posición vertical en las crucetas de madera, mediante pernos, con bases portafusibles de material resistente a la corrosión, de expulsión para maniobra sin carga, a través de una pértiga, y apertura automática al fundirse el fusible.

Tabla 16.DATOS TÉCNICOS

ITEM	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	SECCIONADOR FISUBLE TIPO EXPULSION		

1.1	País de Procedencia		
1.2	Fabricante		
1.3	Modelo		
1.4	Norma		ANSI C-37.40/41/42
1.5	Corriente nominal	A	100
1.6	Tensión nominal	KV	15/27
1.7	Corriente de cortocircuito Simétrica	KA	8
1.8	Nivel de aislamiento		
	- Tensión de sostenimiento a la onda de impulso (BIL), entre fase y tierra y entre fases.	KV	≥ 95
	- Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial entre fases, en seco, 1 min.	KV	42
	- Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial entre fase y tierra, en húmedo, 10 s	KV	36
1.9	Material aislante del cuerpo del seccionador		Porcelana
1.10	Longitud de línea de fuga mínima (Fase-Tierra)	mm/KV	25
1.11	Material de Contactos		Cobre electrolítico plateado
1.12	Material de Bornes		Cobre estañado
1.13	Rango de conductor (Diámetro)	mm	4.11-11.35
	- Tipo de fijación		B
	- Materia		Acero
	- Norma de material		ASTM A575
	- Norma de Galvanizado		ASTM A153
	- Espesor de galvanización mín.	gr/cm2	600

13. TABLERO DE CONTROL / MANDO

Serán de dos unidades de potencia de 200 kVA y una unidad de potencia de 50 kVA y 25 kVA considerando la cualquier ampliación futura con las siguientes características:

Potencia Nominal :25KVA, 50 kVA Y 100 kVA

Tensión del Primario : 10000 v

Tensión en el secundario	:	380/220 v
Nro de bornes de M.T.	:	3
Nro de bornes de B.T.	:	4
Frecuencia	:	60 Hz.
Regulación Taps	:	+/- 2 x 2.5 %
Clase de enfriamiento	:	ONAN
Tensión de cortocircuito	:	Garantizado
Altura de Operación	:	2500 msnm
Nivel de aislamiento (BIL)	:	150 kv
Al impulso	:	normalizado
A frecuencia Nominal	:	normalizado
Conexión	:	DYn5
Accesorios:		
-		Placa característica del transformador
-		Conservador con nivel de aceite
-		Conmutador de 5 posiciones
-		Grifo de vaciado para extracción de aceite
-		Perno para conexión de puesta a tierra
-		Orejas de izamiento para levantar el transformador completo.
-		Tapón de llenado de aceite
-		Válvula de seguridad pruebas eléctricas de protocolo
		Norma de fabricación ITINTEC 370.002, IEC 76.1, ANSI C57.12.20

14. ESTRUCTURA METALICA DE CELDAS DE PROTECCION

Será del tipo auto soportada, construida en estructura de perfil angular de $1\frac{1}{2}'' \times 1\frac{1}{2}'' \times 1/8''$, de dimensiones $1.51 \times 1.23 \times 2.00$ m altura. La puerta frontal se confeccionará con malla metálica de 1" de alambre $1/16'' \phi$ enmarcada en tubería metálica de $1/2'' \phi$ que engastará en la estructura metálica de la celda de Transformación mediante bisagras tipo combinación Tubo-PIN, de acuerdo a los planos presentados; las estructuras serán decapada mecánicamente y pintado con 2 capas de imprimante anticorrosiva Epóxica y 2 de acabado color gris mate.

15. ACCESORIOS PARA POSTE Y CRUCETA
Conductor de Amarre.

Será alambre de amarre de Aleación de Aluminio Recocido de 25 mm^2 .

Grapas conectoras

Será de tipo conductor pasante, fabricado en aleación de aluminio de primera fusión, resistente a la corrosión comprobada, tales como el Al-Mg, Al- Si, Al-Mg-Si La carga de rotura mínima de la grapa es de 70 kN. Las dimensiones de la grapa serán para conductores de aleación de aluminio de 85 mm^2 y estará provisto por dos pernos de sujeción de ajuste.

Arandelas

Serán fabricados en acero, de 76 mm, 57 mm, 51 mm, con agujeros centrales y tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55.29 kN.

Abrazadera para cruceta

Será de fierro galvanizado en caliente y tendrá 30 mm de ancho y 5 mm de espesor. Estará provista de dos agujeros de 18 mm de diámetro. Deberá ser diseñada y fabricada para soportar los esfuerzos de corte por presión de la tuerca de 71 kN.

Perno coche de A°G°

Será de acero forjado, galvanizado en caliente de 152mm de longitud y 13 mm de diámetro.

Tendra tuerca y contratuerca.

La carga de rotura mínima será de 60 kN.

16. ACCESORIOS PARA PUESTA A TIERRA CONDUCTOR

CONDUCTOR

Será de Cobre desnudo, cableado y recocido con las siguientes características.

Sección Nominal: 25 mm²

Nro de alambres	:	7
Diámetro exterior del conductor	:	6.4 mm
Diámetro de 1 hilo del conductor	:	2.14 mm
Peso del Conductor	:	228 kg/km
Resistencia eléctrica máxima en c.c.A 20 °C	:	0.727 ohm/km
Resistencia a la tracción	:	10 KN

ELECTRODO VARILLA PUESTA A TIERRA

Será de Cobre sólido electrolítico, con las características:

Diámetro nominal	:	5/8 pg
Longitud de Varilla	:	2.4 m

BORNE PARA EL ELECTRODO

Ser de Bronce, adecuado para garantizar un ajuste seguro entre el conductor de cobre para puesta a tierra y el electrodo.

CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO

Será de cobre y servirá para conectar conductores de cobre de 25 mm² entre si. Split bold.

Normas aplicables:

ASTM A153, ITINTEC 370.042, 371.221, 370.222, MEM/DGE 019-CA-2/1983

17. RETENIDA TIPO CONTRAPUNTA

La retenida tipo simple estará compuesta de los siguientes elementos y accesorios.

CABLE PARA RETENIDA

Será de acero galvanizado de grado SIEMENS MARTIN, cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas:

ASTM 475 STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC – COATED STEEL WIRE STRAND

ASTM 90 STANDARD TEST METHOD FOR WEIGHT OF COATING ON ZINC – COATED (GALVANIZAD) IRON OF STEEL ARTICLES

Tendrá las características y dimensiones que se indican a continuación, siendo el galvanizado que se aplique a cada alambre correspondiente a la clase B según la Norma ASTM A 90.

CARACTERISTICAS CABLE DE RETENIDA

- | | | |
|-----------------------------|---|--------------------|
| 1. Material | : | Acero |
| 2. Grado | : | Siemens- Martín |
| 3. Clase de galvanizado | : | Según Norma ASTM B |
| 4. Diámetro nominal | : | 10 mm |
| 5. Número de alambres | : | 7 |
| 6. Diámetro de cada alambre | : | 3,05 mm |
| 7. Sección nominal | : | 50 mm ² |
| 8. Carga de rotura mínima | : | 30,92 KN |

9. Sentido de cableado : Izquierdo
10. Masa : 0,400Kg/m
11. Norma de fabricación : ASTM 475

ABRAZADERAS

Serán de platina galvanizada tipo partido de 50 * 6,42 * 215 mm (2" * ¼ " * 215 mm Ø) para postes de media tensión, con dos pernos de 13 mm Ø * 76 mm longitud (1/2" □ * 3"), con tuercas y arandelas.

GUARDACABOS

Serán de plancha de A□G□ de 1,6 mm (1/16") de espesor, con un canal para cable de 3/8" □. La mínima carga de rotura será 60KN.

MORDAZAS PREFORMADAS

Serán de acero galvanizado en caliente para cable de 10 mm Ø (3/8" □ □, de 890 mm de longitud, para una carga de 6980 mm de longitud, para una carga mínima de deslizamiento de 48 KN.

VARILLA DE ANCLAJE

Serán de F°G° de 19 mm (3/4" □ con ojo en un extremo y roscado en el otro en una longitud de 10 cm. Cada varilla deberá ser suministrada con una tuerca cuadrada y una contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas a la varilla.

ARANDELA CUADRADA PARA ANCLAJE

Será de acero galvanizado en caliente y tendrá 102 mm de lado y 5 mm de espesor. Estará provista de un agujero central de 21. Deberá ser diseñada y fabricada para soportarlos esfuerzos de corte por presión de la tuerca de 71 KN.

AISLADOR DE TRACCION

Serán del tipo NUEZ, clase 54-3.

BLOQUE DE ANCLAJE

Serán de concreto armado de 0,50 * 0,50 * 0,15 m, con agujero central adecuado para pasar varilla de 19 mm Ø (3/4" □ □ □).

CANALETA DE PROTECCION

Serán de plancha de F[□]G[□] de 1,6 mm (1/16") de espesor y 2,40 m de longitud, incluido accesorios de fijación para cable de 19 mm Ø (3/8").

CONTRAPUNTA

la cual será del tubo de fierro galvanizado de 50 mm Ø * 1,20 m de longitud (2" □ * 1,20 m), incluido abrazadera en un extremo y sistema deslizante para cable de retenida en el otro.

Un juego de retenida simple estará conformado por:

- 15 m de cable de acero galvanizado de 10 mm Ø (3/8" Ø).
- 01 varilla de anclaje de 19 mm Ø * 2,40 m incluido arandelas y tuercas.
- 01 arandela cuadrada de 101 * 101 mm de lado y 6,35 mm espesor (4" * 4" * 1/4"), con agujero para varilla de 19 mm Ø
- 01 aislador de tracción clase ANSI 54-3.
- 01 guardacable de 1,58 mm e * 2,40 m (1/16" * 2,40 m).
- 01 abrazadera de F[°]G[°] tipo partido de 50 * 6,35 * 210 mm Ø (2" 1/4" * 215 mm Ø)
- 02 guardacabos de 1,58 mm e (1/16"), para cable de 19 mm Ø
- 04 mordazas preformadas de 890 mm para carga de rotura de 6980 Kg, carga mínima de deslizamiento 48 KN.
- 01 bloque de concreto de 0,50 * 0,50 * 0,15 m.

18. TUBERIA PVC SAP 3"

Se refiere al sistema de ductos que estarán conformadas por tuberías de PVC SAP para la protección y tendido de las redes de media tensión subterránea, para lo cual se utilizara tuberías de PVC SAP 3" que están especificadas en pulgadas de diámetro nominal, con espesor 3.8 mm, en tramos de 3.00 m. incluye cinta señalizadora y pegamento.

Con norma de fabricación NTP 399.002.

19. TUBO FIERRO GALVANIZADO

Para la protección en la bajada del conductor de red subterránea de media tensión, se ha considerado el uso de tubo de F°G° de 4", con un espesor mínimo de 3 mm. El tubo de F°G° se fijará al poste existente mediante cinta band it y hebilla para cinta band it, según detalle en plano.

20. CINTA SEÑALIZADORA

Para la prevención sobre la presencia de cables se utilizará a todo lo largo y a 0.20 m. sobre el sistema de ductos (tuberías de PVC) la cinta de polietileno de alta calidad y resistente a los ácidos álcalis de 5 pulg y con un espesor de 1/10 mm, con la indicación peligro, de color rojo.

**21. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PARA BAJA TENSION
Gabinete**

A este tablero se le puede denominar armario de distribución en su interior alberga interruptores termomagnéticos tripolares y bipolares para protección y operación de los circuitos del servicio particular y alumbrado público.

La cantidad de interruptores termomagnéticos depende del número de circuitos de servicio particular y alumbrado público.

El gabinete será construido con plancha de fierro laminado en frío de 1.58mm 1/16” techo inclinado, tratado totalmente con anticorrosivo, pintado con dos manos de base epoxica y dos de acabado gris mate epoxico, con puerta frontal de dos hojas, empaquetadura que garantice la hermeticidad y cerradura.

Ira provisto de dos y/o tres estampados para la entrada de los conductores de cobre, en la parte inferior del gabinete y los suficientes estampados para la salida de los conductores NYY, asimismo deberá llevar las barras respectivas a color de acuerdo a normas y pegado en lado posterior de la puerta, el diagrama unifilar y conexionado de todo el equipo.

Equipos de Protección termomagnéticos

Los interruptores termomagnéticos de baja tensión son tripolares para los circuitos del servicio particular, están aislados para 600 V. y su capacidad de corriente está calculada en función de la demanda de cada circuito. Los interruptores termomagnéticos para los circuitos de alumbrado público son bipolares aislados para 240 V., además contará con contactor y fotocelda.

22. BUZON DE INSPECCION Obra Civil

Para la transformación, distribución y enlace de la red subterránea de media tensión se construirá dos casetas de subestación de transformación de acuerdo a la ubicación en los planos.

Dimensión

Serán construidas con las dimensiones siguientes:

	Dimensiones
--	-------------

Voltaje (KV)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)
10.0	3000	3500	7000
10.0	3000	3020	7000
10.0	3000	3020	5000

Los detalles de esta caseta se pueden observar en los planos.

Ambiente de operación

El ambiente interior de la caseta de subestación debe ser apto para la instalación y operación de los equipos y tendrán comodidad para el trabajo del personal en su interior.

Impermeabilidad

La caseta se construirá impermeable, resistente al agua y a la humedad permanente, llevará pintura para interiores de cero mantenimientos a largo plazo.

Otros

Está constituido por todos los componentes para el acabado de la caseta de la subestación de transformación y está compuesto por la viga tipo H para asentar el transformador, acceso metálico de dos cuerpos para el ingreso de equipos, acceso metálico para el ingreso de personal, ventana o canaleta de ventilación, equipo fluorescente de iluminación en caseta, placa de interruptor, caja rectangular, caja octogonal y puerta de acceso metálico.



CAPITULO V
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE
MONTAJE
MEDIA TENSION

CAPITULO V

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE

MEDIA TENSION

1. GENERALIDADES

Se refieren a los trabajos a efectuar en la construcción de redes de distribución secundaria, alumbrado público y conexiones domiciliarias, materia de este proyecto. Tiene por objeto complementar las especificaciones técnicas de los equipos y materiales a utilizar y establecer los lineamientos respectivos a la ejecución de las obras electromecánicas.

Se aplicarán las prescripciones del Código Nacional de Electricidad Suministros y Utilización, las Normas del Ministerio de Energía y Minas, el Reglamento Nacional de Construcciones y la práctica común de ingeniería.

2. ESPECIFICACIONES PARTICULARES

2.1. REPLANTEO TOPOGRAFICO

2.1.1. EJECUCION DEL REPLANTEO

El Contratista será responsable de efectuar todos los trabajos de campo necesarios para replantear la ubicación de:

El recorrido de las redes primarias subterráneas.

En el caso que las calzadas y veredas no estuvieran plenamente definidas, el Contratista coordinará con las autoridades locales la solución de estos inconvenientes.

El Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión el replanteo de las redes primarias.

La Supervisión, luego de revisarlas, aprobará el replanteo u ordenará las modificaciones que sean pertinentes.

2.1.2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

A) EXCAVACION DE HOYOS P/POSTES

Se ejecutará las excavaciones con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos adecuados para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación.

El fondo de la excavación deberá ser plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes. Las dimensiones de la excavación son las siguientes:

Para postes de M.T. de 12 ó 13 m de longitud, excavación de 0,80 m de diámetro por 1,60 m de profundidad.

Para retenidas y sistemas de puesta a tierra, excavación de 0,80 m de diámetro por 2,50 m de profundidad.

B) EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJAS

Con máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos adecuados para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación alrededor de la cimentación.

El fondo de la excavación deberá ser plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes.

Las zanjas serán de 0.8 m. de ancho x 1.20 m. de profundidad.

Las profundidades incluyen los espesores de la cama de apoyo de los cables y tuberías, los cuales serán determinados por el inspector en función al suelo de fundación encontrado, siguiendo la descripción de apoyos mostrados en el plano respectivo, no debiendo ser menores de 0.05 m.

2.1.3. TENDIDO DE TUBOS DE PVC SAP

Para el tendido de los tubos de PVC SAP para el tendido del cable subterráneo se deberá excavar una zanja de 1.15 m. de profundidad, luego deberá prepararse una

cama de arena de 3 cms. El relleno debe estar libre de piedras y apisonarse firmemente alrededor del Ducto para así desarrollar el máximo de soporte. No se recomienda apisonar directamente sobre el Ducto.

Para la colocación de los ductos tender una hilera a la vez, manteniendo una separación aproximada de 2.5 cms entre tubos por medio sujetadores de madera y/o listones de madera para después reemplazar por estacas hincadas y así mantener la separación y rellenar por capas de 10 cms. hilada por hilada con material libre de piedras que puede ser del mismo extraído de la zanja, para luego colocar la cinta de señalizadora de color rojo.

La colocación de los sujetadores de madera y/o estacas puede ser cada 3.0 m. aproximadamente.

En cruces de calle y en vías alto tráfico pesado para la instalación de ductos se colocará listones de madera en el fondo, posteriormente hincar estacas que permitan mantener la separación entre columnas de Ductos; a continuación, vaciar concreto vibrándolo con varilla, recubriéndolo 5 cms. por encima de la última hilera de ductos a tender.

2.1.4. BUZÓN DE CONCRETO

Utilizada como cámara de paso, deberá tener las siguientes dimensiones:

Buzones de media tensión.

Buzón de alineamiento

- Dimensiones interiores : 1.00m. x 1.00m. x 1.40 m
- Espesor de pared : 0.15m.

Buzón de cambio de dirección

- Dimensiones interiores : 1.20m. x 1.20m. x 1.40 m.
- Espesor de pared : 0.15m.

Buzón de cruce de vía.

- Dimensiones interiores : 1.20m. x 1.20m. x 1.80 m.
- Espesor de pared : 0.15m.

Y cumplen las siguientes especificaciones:

- Piso: la losa del piso de la cámara es un solado de concreto que tiene una resistencia de 170 Kg./ cm², y dispone de un sumidero para drenaje que permitan evacuar los líquidos ajenos a las instalaciones. La losa del piso deberá tener una pendiente del 2% hacia el orificio de drenaje.
- Paredes: Son de concreto con un espesor de 0.15 m, el concreto usado tiene una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm².
- Techo: La losa del techo es una tapa de forma rectangular y de concreto armado, el ajuste entre el marco y la tapa tiene una holgura mínima.

2.1.5 INSTALACION DE ARMADOS

A) Izado y cimentación de postes

Durante el izaje de los postes, ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de los postes, cuerdas de tensión, o en el agujero donde se instalará el poste. No se permitirá el escalamiento a ningún poste hasta que este no haya sido completamente cimentado.

Solo se aceptará la instalación del poste en el que se haya verificado la protección con pintura impermeabilizante incolora en una longitud de 2,40 m medido desde la base del poste.

Los postes de anclaje o ángulo se colocarán con una ligera inclinación opuesta a la resultante de fuerzas, a fin de queden verticales cuando estén sometidas a su carga de trabajo.

La cimentación de los postes será de concreto tipo ciclópeo con una dosificación de 1:3+30% de piedra mediana. El cemento, los agregados, el agua la dosificación

y las pruebas, cumplirán con las prescripciones del Reglamento Nacional de Construcciones para la resistencia a la compresión.

B) Instalación de elementos que conforman el armado

Una vez izado y cimentado el poste, se procederá a la instalación de los demás elementos que conforman el armado tales como: crucetas, ménsulas aisladoras y accesorios metálicos. La instalación de estos elementos será por el método propuesto y aprobado por la supervisión.

Los elementos antes de ser instalados serán convenientemente limpiados. Todas las superficies de los elementos serán limpiadas antes del ensamblaje y deberá removerse del galvanizado, todo moho que se haya acumulado durante el transporte.

Luego de concluida la instalación de las estructuras, los postes deben de quedar verticales y las crucetas horizontales y perpendiculares al eje de trazo en alimentación, o en la dirección de la bisectriz del ángulo de desvío en estructuras de ángulo.

Las tolerancias máximas son las siguientes:

- Verticalidad del poste 0,5 cm/m
- Alineamiento +/-5 cm
- Orientación 0,5°
- Desviación de crucetas 1/200 Le

Le= Distancia del eje de la estructura al extremo de la cruceta.

2.1.6. INSTALACIÓN DE CABLE DE POTENCIA EN MEDIA TENSIÓN

Se procederá al tendido del cable de energía N2XSY sobre las zanjas previamente apertura das de acuerdo al plano RP-01, evitando el arrastre para no ocasionar daños en la cubierta, desenrollar suavemente el carrete, así mismo se evitará practicar curvas

con radios menores a 15 veces del diámetro del cable. La instalación será a través de los tubos de PVC SAP de 3'' y para la mejor instalación se han ubicado buzones de media tensión. Se deberá tomar todas las precauciones para evitar accidentes, coordinando con SEAL, los cortes de energía que sean necesarios.

2.1.7. EJECUCIÓN DE LAS TERMINACIONES PARA EL CABLE N2XSY

Los terminales para cable monopolar con aislamiento solidaron y pantalla se instalará con el equipo recomendado por el fabricante, así mismo se instalarán las campanas termo contráctiles, con los sopletes recomendados, que deberán contar con flama limpia, que no deposite contaminantes conductivos, el soplete debe estar ajustado a una flama espesa de 12 pulgadas.

Se utilizarán solventes recomendados por el fabricante, y seguir las instrucciones del producto.

Instrucciones generales de la termo contracción: se aplicará en el extremo exterior del cable, de 3 a 4 pulgadas de la flama, al material termo contráctil al calor con un suave movimiento de cepillado, se mantendrá la flama moviéndose para obtener una termo contracción uniforme y evitar el chamusqueo.

2.1.8 INSTALACION DE TUBOS DE F°G°-TRANSICION AEREA SUBTERRANEA

Para la instalación de una red subterránea a una red aérea o viceversa, los conductores deben estar protegidos con tubo de F°G° de 4'' de diámetro x 6.4m. y así alojar a los conductores de la red subterránea de media tensión; este tubo se deberá fijar al poste en cuatro partes distribuidas, mediante cinta Band It y con su respectiva hebilla.

Además, se deberá requerir buzones de registro al pie del poste y además se dejara en estos postes como reserva 1.5 m. de cale por fase.

2.1.9. INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y CELDAS

Los seccionadores tipo Cut- Out serán instalados en crucetas de madera tornillo.

La orientación de los seccionadores será tal manera que permita su maniobralidad con facilidad y no requiriéndose la exposición del personal que realice la maniobra a situaciones de peligro por tensión o tráfico vehicular.

Las celdas se colocan en su posición definitiva y se van uniendo, con los tornillos, tuercas y arandelas dejándolas flojas hasta su posición. Introducir en los orificios la pletina de unión de tierras. Si las tierras generales de cada celda a unir están montadas, soltar los tornillos de las partes a unir y volver a montar fijando la pletina.

Montar los tornillos de centrado de celdas y apretar todos los tornillos en orden.

Debido a que la subestación es de tipo caseta, es necesario que se tome en cuenta el diseño de la obra civil de la caseta, la cual debe tener coherencia con las distancias mínimas de seguridad requeridas para una subestación de esta naturaleza.

2.1.10. INSTALACIÓN DE ACCESORIOS

Se deberá tener cuidado de no golpear, arrastrar o instalar los accesorios sucios, con polvo, aceite u otros elementos que estén en los accesorios, se deberá utilizar las herramientas adecuadas sin deformar los elementos metálicos.

2.1.11. MONTAJE DE TRANSFORMADOR

El montaje de transformador será hecho de tal manera que garantice que, aun bajo el efecto de temblores, este no sufra desplazamientos. El cable de potencia en media tensión al llegar a la subestación se conectará a la celda compacta de llegada y después a la celda compacta de protección y después al transformador.

2.1.12. INSTALACION DE LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION

Se instalarán los tableros de distribución, siguiendo la distribución indicada en los planos indicativos, anclándolas a la pared según corresponda manteniendo la verticalidad y alineamiento exigido.

2.1.13. INSTALACIÓN DE LA CELDA DEL TRANSFORMADOR

La celda del transformador debe tener las dimensiones que garanticen la seguridad de las personas que la manipulen. El transformador debe ser movilizado con cuidado evitando que se golpee. Se debe verificar el nivel de aceite y evitar que éste se derrame, antes de instalarlo es conveniente comprobar su aislamiento y la relación de transformación. La celda será metálica, construida con perfiles angulares y se instalarán dentro de una caseta de material noble con puertas metálicas.

2.1.14. INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

Las estructuras serán puestas a tierra mediante conductores de cobre fijados a los postes y conectados a electrodos verticales de cobre instalados en pozos en el terreno. Se pondrán a tierra, mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- Las espigas de los aisladores tipo PIN.
- Los pernos de sujeción de las cadenas de suspensión angular y de anclaje.
- Los soportes metálicos de los seccionadores- fusibles.

El electrodo de puesta a tierra será instalado en un pozo de puesta a tierra el cual incluirá tierra vegetal y luego una aplicación de aditivos químicos (sales químicas) similar Thorgel de 5 Kg.

Se instalará una caja de registro para el pozo del sistema de puesta, para efectuar su mantenimiento.

Posteriormente a la instalación de puesta a tierra, se medirá la resistencia de cada puesta a tierra y los valores máximos a obtenerse serán de 25 ohmios.

2.1.14.1. ATERRAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

El aterramiento, se realizará mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- Las celdas de la S.E.
- La carcasa de los transformadores.
- Los soportes metálicos de los seccionadores- fusibles.

2.1.15. INSTALACIONES ELECTRICAS

Se instalará salidas de alumbrado y tomacorrientes en la caseta subterránea, indicadas en los planos indicativos de detalle.

2.1.16. CASETA - OBRAS CIVILES

El ambiente interior de la caseta será apto para la instalación y operación continua de equipos eléctricos.

La estructura estará sellada para impedir la filtración de agua y polvo.

Se deberá tener un sistema adecuado de ingreso y extracción de aire.

La caseta será resistente principalmente al agua, vandalismo, humedad permanente, llevará pintura de cero mantenimientos.

Las paredes, muros y losas de la caseta se deben de impermeabilizar. Se construirá tres subestaciones eléctricas de caseta:

- La subestación eléctrica de caseta N° 01 la cual servirá de enlace de las redes subterráneas de media tensión e instalación de transformador de 200 kVA para cargas de alumbrado público y suministro particular que estará ubicado en el área verde (cota 0+340).
- La subestación eléctrica de caseta N° 02 la cual servirá de enlace de las redes subterráneas de media tensión e instalación de transformador de 50kVA que asumirá cargas de S.E. 4900 y nuevas cargas de alumbrado público y que estará ubicado en el área verde (cota 0+040).

- La subestación eléctrica de caseta N° 03 en la cual se instalará un transformador de 25kVA, que asumirá las nuevas cargas de alumbrado público del intercambio, estará ubicado en el área verde de la Av. Venezuela (cota 0+740)

Para el diseño se ha considerado la confección de zanjas o canaletas, ducto de ventilación, acceso de personal, acceso de equipos, para lo cual está indicado en los planos indicativos de detalle.

2.2. SEÑALIZACION

El Contratista o ejecutor se encargará de pintar o implementar la señalización de seguridad en la subestación eléctrica de caseta con la simbología e implementos:

- Simbología de Riesgo Eléctrico, en la subestación de distribución y se efectuará tomando en consideración el modelo dado por NTP 399.010-1, debiendo las señalizaciones de seguridad con la inscripción “Peligro Alto Voltaje” ser pintadas en fondo amarillo con letras y figura de color negro conforme al modelo adjunto.
- Simbología de Puesta a tierra, del neutro y carcasa de las subestaciones de distribución que se efectuará tomando en consideración el modelo dado por NTP 399.010-1 y serán pintados de color negro, directamente sobre la tapa de la caja registro el cual será pintado de fondo amarillo.
- Simbología Ingreso Solo personal Autorizado, que se efectuará tomando en consideración el modelo dado por NTP 399.010-1.
- Extintor, que se efectuará tomando en consideración el modelo dado por NTP 399.010-1.
- Uso obligatorio de implementos de seguridad, que se efectuará tomando en consideración el modelo dado por NTP 399.010-1.

2.3. CODIFICACION DE NUMERACION DE SUBESTACIONES

El Contratista o ejecutor se encargará de pintar la codificación y simbología de riesgo eléctrico en el acceso de los mismos; así como la numeración de las subestaciones y que la numeración existente serán asumidas por cada subestación proyectada.

2.4. DESMONTAJE DE REDES EXISTENTES

El desmontaje de las redes primarias existentes, tanto de postes y conductores aéreos serán retirados de tal manera que cumplan con los requerimientos mínimos de seguridad y reglamentos vigentes, la misma que deberá ser realizada por la Municipalidad en coordinación con la empresa Concesionaria.

2.5. INSPECCION Y PRUEBAS

2.5.1. INSPECCION DE CONTROL DE TRABAJOS

Después de la carta dando aviso del inicio de obra, el Supervisor del Concesionario dará las condiciones a cumplir para el control de los trabajos a la contratista.

En el cuaderno de obra se deberá anotar las ocurrencias importantes que se presenten durante el desarrollo de los trabajos, así como los acuerdos de reuniones efectuadas en obra entre el Contratista y la Supervisión de la empresa Concesionaria de electricidad. Se debe considerar la presencia de representantes de SEAL para las pruebas de las celdas de media tensión.

2.5.2. INSPECCION DE OBRA TERMINADA

Después de concluida la Obra, la Supervisión efectuará una inspección general a fin de comprobar la correcta ejecución de los trabajos y autorizar las pruebas de puesta en servicio.

2.5.3. PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO

Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo por el Contratista de acuerdo con las modalidades y el protocolo de pruebas aprobado. El programa de las pruebas de puesta en servicio deberá abarcar:

A) MEDICION DE AISLAMIENTO

Se efectuarán las mediciones de la resistencia de aislamiento de los conductores de fase entre sí, y de los conductores de fase respecto al conductor neutro. Para la ejecución de estas pruebas deben cumplirse las siguientes condiciones:

- **PRUEBA DE CONTINUIDAD**

Esta prueba consiste en cortocircuitar los conductores de fase al inicio del circuito en la subestación y comprobar la continuidad en el otro extremo. Al medir el aislamiento entre una fase y cada una de las otras fases debe obtenerse una resistencia de valor nulo.

- **PRUEBA DE TENSION**

Luego que se hayan realizado las mediciones de aislamiento y las pruebas de continuidad, y habiéndose obtenido valores satisfactorios, se procederá a la aplicación de tensión en vacío por un período de 24 horas.

Durante este tiempo se efectuarán las mediciones de tensión en los puntos más importantes de cada circuito y se determinará la secuencia de fases.



CAPITULO VI
CÁLCULOS ELÉCTRICOS
MEDIA TENSIÓN

CAPITULO VI
CÁLCULOS ELÉCTRICOS
MEDIA TENSIÓN

1. CÁLCULO DE LA CORRIENTE ELECTRICA

1.1. BASES DE CÁLCULO

Subterráneo:

Tensión de Servicio	:	10 000 voltios.
Factor de Potencia	:	0.90
Distribución	:	Sistema Trifásico.
Caída de Tensión Admisible	:	500 voltios.
Frecuencia de Servicio	:	60 Hz.

1.2. FORMULAS A USAR

$$In = \frac{KVA}{\sqrt{3} * V}$$

Donde:

I = corriente en amperios

KVA = Potencia Nominal Aparente de la línea afectada = 100 KVA

V = Tensión Nominal de Línea = 10.0 KV

Corriente real Ir, es la que está afectado por los diferentes factores de temperatura, resistividad térmica del suelo, proximidad de cables, profundidad de tendido, instalación de ductos.

La capacidad real se determina aplicando los siguientes factores de acuerdo al método constructivo de la obra:

Factor de corrección debido a la temperatura	:	0.87
Factor de corrección debido a la resistividad térmica del suelo	:	1.00
Factor de corrección debido a la proximidad de otros cables	:	0.78.
Factor de corrección debido a la profundidad de tendido	:	0.96

Factor de corrección por instalación en ductos : 0.81

1.3. CALCULO DE LA CORRIENTE ELECTRICA

A) A subestación eléctrica S.E. N° 01:

$$In = \frac{KVA}{\sqrt{3} * V}$$

Donde:

I = corriente en amperios

KVA = Potencia Nominal Aparente de la línea afectada = 1300 KVA

V = Tensión Nominal de Línea = 10.0 KV

Tabla 17.CIRCUITO MAGISTERIAL

S.E.	POT (KVA)
1225	320
3382	50
1411	100
1227	320
1487	100
1574	50
2440	100
3171	25
1101	50
2998	50
2621	80
3622	100
1231	50
2902	100
2582	100
2307	100
1223	100
1540	100
2441	25
2341	100

2340	50
2040	100
1614	250
2534	200
2301	50
2611	50
1224	100
1361	100
1681	50
1226	100
2352	100
3172	50
4423	50
4391	100
4392	100
4559	50
4683	75
4731	160
4900	50
4903	320
4493	100
4997	100
4998	160
5367	100
5355	100
5414	100
5219	100
TOTAL	4885

$$In = \frac{4885.0}{\sqrt{3} * 10.0} = 282.12 \text{ Amp.}$$

La capacidad real se determina aplicando los siguientes factores:

Factor de corrección debido a la temperatura	:	0.87
Factor de corrección debido a la resistividad térmica del suelo	:	1.00
Factor de corrección debido a la proximidad de otros cables	:	0.78.
Factor de corrección debido a la profundidad de tendido	:	0.96
Factor de corrección por instalación en ductos	:	0.81

Se elige el cable N2XSY unipolar de 240 mm², cuya capacidad nominal de corriente es de 535 Amp.

La corriente real (Ir) que puede conducir el cable será :

$$I_r = I_n \times 0.95 \times 1.0 \times 0.80 \times 0.96$$

$$I_r = I_n \times 0.59$$

$$I_r = 316.18 \text{ A}$$

Como la corriente máxima del proyecto es de 282.12 A, el cable satisface los requerimientos del proyecto.

Tabla 18.PARAMETROS ELÉCTRICOS

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA		RESISTENCIA		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD		AMPACIDAD	
	DC a		AC		(A)	(B)	ENTERRADO		AIRE	
	20°C		(A)	(B)			20°C		30°C	
mm ²	mmOhm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)	(B)	
25	0,727	0,927	0,927	0,2964	0,1713	180	160	195	165	
35	0,524	0,668	0,669	0,2849	0,1627	215	190	235	200	
50	0,387	0,494	0,494	0,2704	0,1513	250	225	280	240	
70	0,268	0,342	0,342	0,2579	0,1426	305	275	350	295	
95	0,193	0,247	0,247	0,2474	0,1365	360	325	420	360	
120	0,153	0,196	0,196	0,2385	0,1305	405	370	485	410	
150	0,124	0,159	0,160	0,2319	0,1264	445	410	540	465	
185	0,0991	0,127	0,128	0,2250	0,1230	495	460	615	530	
240	0,0754	0,098	0,099	0,2160	0,1177	570	535	720	625	
300	0,0601	0,078	0,080	0,2091	0,1139	630	600	815	715	
400	0,0470	0,062	0,065	0,2021	0,1108	685	670	905	820	
500	0,0366	0,050	0,053	0,1957	0,1081	750	745	1010	925	

(A)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación mayor o igual a 7 cm
(B)=3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos, agrupados en triángulo. en contacto

2. CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN

A) REDES SUBTERRANEAS

A.1. Parámetros de los conductores

a) Resistencia de los conductores a la temperatura de operación se obtiene de la tabla del fabricante que se adjunta 0.098 ohm/km (cable de 240mm²) y de 0.668 ohm/km (cable de 35mm²).

b) Reactancia inductiva para sistema trifásico equilibrados se obtiene de tabla adjunta 0.2160 ohm/km (cable de 240mm²) y de 0.1627 ohm/km (cable de 35mm²)

A.2. Cálculos de caída de tensión

Para sistemas trifásicos

$$\Delta V\% = \frac{PL(r_1 + X_1 \operatorname{tg}\phi)}{10 V_L^2}$$

$$\Delta V\% = k_1 PL$$

$$K_1 = \frac{r_1 + X_1 \operatorname{tg}\phi}{10 V_L^2}$$

$$K = \frac{0.0099 + 0.1177(0.48)}{1000} = 0.0001555 \text{ (cable de } 240 \text{ mm}^2\text{)}$$

$$K = \frac{0.669 + 0.1627(0.48)}{1000} = 0.0007471 \text{ (cable de } 35 \text{ mm}^2\text{)}$$

Donde tangente de ϕ es 0.48

A.3 Simbología:

$\Delta V \%$ = Caída porcentual de tensión.

P = Potencia, en kW

L = Longitud del tramo de línea, en km

V_L = Tensión entre fases, en kV

V_f = Tensión de fase - neutro, en kV

r_1 = Resistencia del conductor, en Ohmios/km

$X1$ = Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en Ohmios/km

$X2$ = Reactancia inductiva para sistemas monofásicos a la tensión entre
fases, en Ohmios/km

$tg\phi$ = Angulo de factor de potencia

K = Factor de caída de tensión

Para nuestro caso sistema Trifásico equilibrado 10.0 kv la caída de tensiones en el tramo soterrado es de:

$$DV\% = KPL$$

Los cálculos se muestran en los cuadros adjuntos para el circuito Magisterial

$$K = 0.0001555 \text{ } 240\text{mm}^2$$

$$K = 0.0007471 \text{ } 35\text{mm}^2$$

$$\Delta V\% = k1 PL$$

CIRCUITO MAGISTERIAL (240 mm²)				
CKTO	POTENCIA (KW)	LONG (KM)	K1	DV%
PD-SE-01	4882	0.15	0.0001555	0.11
SE 01-SE 02	4882	0.28	0.0001555	0.21
SE-02- P17134	4882	0.14	0.0001555	0.11
TOTAL				0.43

CIRCUITO SE – 01 SE 03 (240 mm²)				
CKTO	POTENCIA (KW)	LONG (KM)	K1	DV%
SE01 – SE03	25	0.45	0.0007471	0.01

CIRCUITO SE-01 POSTE 22932 (35 mm²)				
CKTO	POTENCIA (KW)	LONG (KM)	K1	DV%
SE-01 – SE 03	200	0.45	0.0007471	0.07

CIRCUITO SE-02 SE 4423 (35 mm²)				
CKTO	POTENCIA (KW)	LONG (KM)	K1	DV%
SE-01 – SE 03	50	0.1	0.0007471	0.004

CIRCUITO SE-02 SE 2902 (35 mm 2)				
CKTO	POTENCIA (KW)	LONG (KM)	K1	DV%
SE-01 – SE 03	100	0.12	0.0007471	0.009

3. CALCULO DE VENTILACION DE SUBESTACION

$$\text{Perdidas} = V^2 / (2g(1+aT) \times (1 + \text{sumatoria FI}))$$

Tabla 19. CANTIDAD DE AIRE PARA EVALUAR EL CALOR EQUIVALENTE A UN KILOVATIO – HORA.

Elevacion de la temperatura del aire en °C	1°	5°	10°	15°	20°	25°	
Peso del aire en kg necesario a la evacuación del calor engendrado por 1 kWh y para diversas elevaciones de temperatura	3612	722	361	241	181	144	
Peso del aire en kg necesario a la evacuación del calor engendrado por 1 kW-minuto y para diversas elevaciones de temperatura	60	12	6	4	3	2,4	
Volumen del aire (Q en m³) necesario a la evacuación del calor producido por 1 kw-minuto a diferentes temperaturas del aire y a la presión de 730 mm de mercurio	t	Y					
	10°	1,2	50	10	5	3,3	2,5
	20°	1,16	52	10,4	5,2	3,4	2,6
	30°	1,12	54	10,8	5,4	3,5	2,7
	35°	1,10	55	11	5,5	3,5	2,75
	40°	1,08	56	11,2	5,6	3,7	2,8
	42,5°	1,07	56	11,2	5,6	3,7	2,8
	50°	1,05	57	11,4	5,7	3,8	2,85
	60°	1,02	59	11,8	5,9	3,9	2,95
	70°	0,99	61	12,2	6,1	4	3,05
	80°	0,96	63	12,6	6,3	4,2	3,15

A.1. Subestación de proyectada S.E. 01

a) Cantidad de aire necesaria

$$S_{\text{transformador}} = 200 \text{ kVA}$$

$$\text{Plena carga} = 98.0\%$$

$$\text{Perdidas en el transformador de 200kva son } 1.4 \times 200 / 0.98 / 100 = 2.88 \text{ kW}$$

$$\text{Temperatura ambiente} = 30^\circ$$

$$\text{Incremento de temperatura dentro de subestación} = 20^\circ$$

De la tabla XXIV el peso del aire para transportar el color producido por 1Kw-min con una elevación de temperatura de 20 grados es de 3 Kg/min.

El volumen de aire necesario para una temperatura exterior de 30grados es de
2.7 m³/min.

Para una pérdida de 2.88 Kw necesito $2.7 \times 0.72 = 7.760 \text{ m}^3/\text{min} = 0.128 \text{ m}^3/\text{seg}$

A la salida T=50 grados el volumen es de 0.128m³/seg.

b) Fuerza ascensional del aire caliente

T=30 °C

T1=50°C

Tmedia=40°C

H3=1.70x0.029=0.0493 (temperatura=50°C)

H2=1.10x0.056=0.0616 (temperatura=40°C)

Fuerza ascensional total=0.1109m aire

Perdidas en cambio de dirección

Rejilla FI=0.5

Perdidas= $V^2 / (2g(1+aT) \times (1+\text{sumatoria FI}))$

A= (0.50x1.00) =0.50m²

Velocidad de salida V=Q/A

$V = 3.86 \text{ m}^3/\text{min} / 0.50 \text{ m}^2 = 7.72 \text{ m}/\text{min} = 0.13 \text{ m}/\text{seg}$

Reemplazando

Perdidas= $0.13 \times 0.13 / (2 \times 9.8 \times (1 + 0.00366 \times 40)) \times (1 + 0.5) = 0.00113 \text{ m}$

La fuerza ascensional es de 0.1109m. que es mayor que 0.00113m.

Por lo que las dimensiones de los canales y de las aberturas para la ventilación son suficientes.

A.2. Subestación de proyectada S.E. 02

a) Cantidad de aire necesaria

S_{transformador} = 50 kVA

Plena carga =98.0%

Perdidas en el transformador de 50kva son $1.4 \times 100 / 0.98 / 100 = 0.72 \text{ kW}$

Temperatura ambiente= 30°

Incremento de temperatura dentro de subestación= 20°

De la tabla XXIV el peso del aire para transportar el calor producido por 1Kw-
min con una elevación de temperatura de 20 grados es de 3 Kg/min.

El volumen de aire necesario para una temperatura exterior de 30grados es de
2.7 m³/min.

Para una pérdida de 1.43 Kw necesito $2.7 \times 1.43 = 3.86 \text{ m}^3/\text{min} = 0.064 \text{ m}^3/\text{seg}$

A la salida T=50 grados el volumen es de 0.064m³/seg.

b) Fuerza ascensional del aire caliente

T=30 °C T1=50°C

Tmedia=40°C

H3=1.70x0.029=0.0493 (temperatura=50°C)

H2=1.10x0.056=0.0616 (temperatura=40°C)

Fuerza ascensional total=0.1109m aire

Perdidas en cambio de dirección

Rejilla FI=0.5

Perdidas= $V^2 / (2g(1+aT)) \times (1 + \text{sumatoria FI})$

A= (0.50x1.00) =0.50m²

Velocidad de salida V=Q/A

V=3.86m³/min/0.50m²=7.72m/min=0.13 m/seg

Reemplazando

Perdidas= $0.13 \times 0.13 / (2 \times 9.8 \times (1 + 0.00366 \times 40)) \times (1 + 0.5) = 0.00113 \text{ m}$

La fuerza ascensional es de 0.1109m. que es mayor que 0.00113m.

Por lo que las dimensiones de los canales y de las aberturas para la ventilación son suficientes.

A.3. Subestación Proyectada S.E. 03

a) Cantidad de aire necesaria

$$S_{\text{transformador}} = 25 \text{ kVA}$$

$$\text{Plena carga} = 98.0\%$$

$$\text{Perdidas en el transformador de 25kva son } 1.4 \times 25 / 0.98 / 100 = 0.18 \text{ kW}$$

$$\text{Temperatura ambiente} = 30^\circ$$

$$\text{Incremento de temperatura dentro de subestación} = 20^\circ$$

De la tabla XXIV el peso del aire para transportar el calor producido por 1 Kw-min con una elevación de temperatura de 20 grados es de 3 Kg/min.

El volumen de aire necesario para una temperatura exterior de 30 grados es de 2.7 m³/min.

$$\text{Para una pérdida de 0.18 Kw necesito } 2.7 \times 0.18 = 0.49 \text{ m}^3/\text{min} = 0.008 \text{ m}^3/\text{seg}$$

A la salida T=50 grados el volumen es de 0.008 m³/seg.

b) fuerza ascensional del aire caliente

$$T = 30^\circ \text{C}$$

$$T_1 = 50^\circ \text{C}$$

$$T_{\text{media}} = 40^\circ \text{C}$$

$$H_3 = 1.70 \times 0.029 = 0.0493 \text{ (temperatura} = 50^\circ \text{C)}$$

$$H_2 = 1.10 \times 0.056 = 0.0616 \text{ (temperatura} = 40^\circ \text{C)}$$

$$\text{Fuerza ascensional total} = 0.1109 \text{ m aire}$$

Perdidas en cambio de dirección

$$\text{Rejilla FI} = 0.5 \text{ Perdidas} = V^2 / (2g(1+aT)) \times (1 + \text{sumatoria FI})$$

$$A = (0.50 \times 1.00) = 0.50 \text{ m}^2$$

Velocidad de salida $V=Q/A$

$$V=0.8\text{m}^3/\text{min}/0.50\text{m}^2=7.72\text{m}/\text{min}=0.13\text{ m}/\text{seg}$$

Reemplazando

$$\text{Perdidas}=0.13 \times 0.13 / (2 \times 9.8 \times (1 + 0.00366 \times 40)) \times (1 + 0.5) = 0.00113\text{m}$$

La fuerza ascensional es de 0.1109m. que es mayor que 0.00113m.

Por lo que las dimensiones de los canales y de las aberturas para la ventilación son suficientes.

4. CALCULO DEL NIVEL DE AISLAMIENTO

Para seleccionar el nivel de aislamiento de las redes de distribución se deberá tener en cuenta los siguientes criterios:

- Sobretensiones atmosféricas.
- Sobretensiones a frecuencia industrial en seco.
- Nivel de contaminación ambiental.

Tabla 20. NIVELES DE AISLAMIENTO NORMALIZADOS PARA DIFERENTES NIVELES DE TENSIÓN.

Tensión nominal del sistema KV eficaz	Tensión máxima del sistema KV eficaz	Clase de aislamiento KV	Tensión de disruptiva al impulso (basic insulation level – Bil)		Tensión de disruptiva a 60 Hz – KV eficaz	
10	11	12	75	-	28	-
11	12	12	75	-	28	-
13.2/7.6	14.5/8.4	10	-	95	-	34
13.2	14.5	15	-	95	-	34
20	22	24	125	-	50	-
22.9/13.2	25/14.5	18	-	125	-	40
23	25	25	-	150	-	50
24.5/20	36.5/21	27	-	150	-	50
33/34.5	36	36	170	200	70	70

Condiciones atmosféricas del proyecto:

- Altura de trabajo: 2300 msnm
- Temperatura de trabajo: 50°C

Factor de corrección por altura

$$Fh = 1 + 1.25(h - 100) \times 10^{-4}$$

$$Fh = 1.1626$$

Factor de corrección por temperatura de servicio

$$Ft = \frac{273 + t}{313}$$

$$Ft = 1.032$$

**4.1. TENSIÓN DE DISEÑO DE LOS AISLADORES
TENSIÓN DE CALCULO**

$$U = V \times Fh$$

$$U = 11.625$$

TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA BAJO LLUVIA

$$Uc = 2.1Ft(U + 5)$$

$$Uc = 36.03$$

4.2. NIVEL BÁSICO DE AISLAMIENTO

$$BIL = Fh \times Ft \times BILt$$

$$BIL = 89.97 \text{ KV}$$

TENSIÓN DE PERFORACIÓN

$$Up = \frac{BIL}{0.91}$$

$$Up = 98.97$$

TENSIÓN CRITICA DISRUPTIVA EN SECO

$$Ucs = 0.75Up$$

$$Ucs = 115.62 \text{ KV}$$

TENSIÓN DE ARCO

$$Ua = 1.1 Ucs$$

$$Ua = 81.57 \text{ KV}$$

4.3. Longitud de la línea de fuga

$$L_f = \frac{U \times GA}{n}$$

Tabla 21. NIVEL DE CONTAMINACIÓN

Nivel de contaminación	Ejemplos de entornos típicos	Línea de fuga específica nominal mínima (mm/kV)
I – Ligero	Zonas sin industria y con baja densidad de viviendas equipadas con calefacción. Zonas con baja densidad de industrias o viviendas, pero sometidas a viento o lluvias frecuentes. Zonas agrícolas. ⁽²⁾ Zonas montañosas. Todas estas zonas están situadas al menos a 10Km a 20Km del mar y no están expuestas a vientos directos desde el mar. ⁽³⁾	16.0
II – Medio	Zona con industrias que no producen humo especialmente contaminante y/o con densidad media de viviendas equipadas con calefacción. Zonas con elevada densidad de vivienda y/o industria, pero sujetas a vientos 20.0 frecuentes y/o lluvia. Zonas expuestas a vientos desde el mar, pero no muy próximas de la costa (al menos distantes bastantes kilómetros) ⁽³⁾ .	20.0
III – Fuerte	Zonas con elevada densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con elevada densidad de calefacción generando contaminación. 25.0 Zonas cercanas al mar o en cualquier caso, expuestas a vientos relativamente fuertes provenientes del mar ⁽³⁾ .	25.0
IV – Muy fuerte	Zonas generalmente de extensión moderada sometidas a polvos conductores y a humo industrial que produce depósitos conductores particularmente espesos. Zonas generalmente de extensión moderada, muy próximas a la costa y expuestas a pulverización salina o a vientos muy fuertes y contaminados desde el mar. Zonas desérticas, caracterizadas por no tener lluvia durante largos periodos, expuestas a fuertes vientos que transportan arena y sal, y sometidas a condensación regular.	31.0
(1)	Línea de fuga mínima de aisladores entre fase a tierra relativas a la tensión más elevada de la red	
(2)	Empleo de fertilizantes por aspiración o quemado de residuos, puede dar lugar a un mayor nivel de contaminación por dispersión en el viento.	
(3)	Las distancias desde la costa marina dependen de la topografía costera y de las extremas condiciones de viento.	

Para el cálculo de la línea de fuga se tomará en cuenta un nivel de contaminación fuerte.

$$L_f = 58.125 \text{ mm}$$

RESULTADOS

	Calculo teórico	Elección Tipo PIN	Aislador
Tensión de operación (KV)	10	15	
BIL (KV)	89.97	165	
Distancia de Fuga	58.125	550	

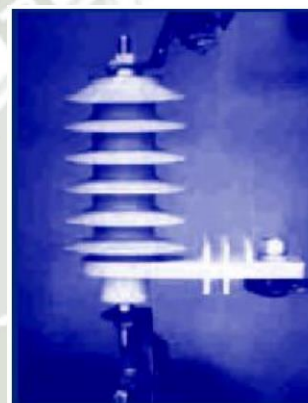
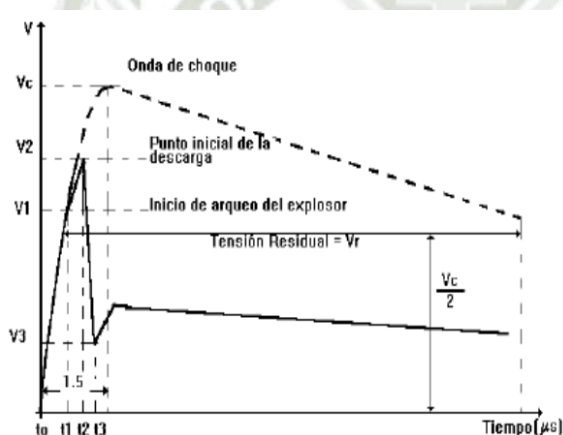
5. CALCULO SELECCIÓN DE PARARRAYOS

5.1. Premisas

Las características importantes para la selección del Pararrayo son:

V_n = Tension Nominal del Pararrayo (kV)

I_d = Corriente nominal de descarga (kA)



V_n = Tensión Nominal del Sistema (kV)

10

V_{max} = Tensión Máxima del Sistema (kV)

12

Z = Impedancia de la línea (Ohmios)

0.01

NBI = Nivel Básico de aislamiento (kV)

150

K_e = Factor de conexión a Tierra (Sistemas con neutro a tierra)

0.8

G_a =Grado de aislamiento según Norma IEC 60815 (mm/kV)

20

h = Altitud en m.s.n.m.

2300

U_{max} = $1.2 * V_n$ (20% superior a la tensión nominal)

12

5.2. Formulas

$$V_n = K_e * V_{max}$$

$$I_d = \frac{2 * NBI}{Z}$$

$$L_f = G_a * (F_h * \frac{U_{max}}{\sqrt{3}})$$

$$F_h = 1 + 1.25(h - 1000) * 10^{-4}$$

5.3. Resultados

V _n = Tensión Nominal del Pararrayo (kV)	9.6
I _d = Corriente Nominal de descarga del pararrayo (kA)	23076.92
F _h =Factor de corrección de altitud	1.16
L _f =Línea de fuga mínima del Pararrayo (mm)	161.08

5.4. Selección de pararrayo

De catalogo se selecciona un Pararrayo con las siguientes características:

NORMA de fabricación	IEC 99-4
V _n = Tensión Nominal del Pararrayo (kV)	12.0
I _d = Corriente Nominal de descarga en onda 8/20 (kA)	10
MCOV= Máxima Tensión Continua de operación (kV)	17
Tensión residual máxima a corriente nominal de descarga 10 kA -8/20 (Kv)	62.5
Nivel de aislamiento al impulso 1,2/50. NBI (kV)	150
Longitud de línea de fuga mínima (fase-tierra) (mm)	625

6. SELECCIÓN DEL SECCIONADOR DE POTENCIA

6.1. Selección del seccionador de potencia SE - 01

A) Datos:

TENSION ASIGNADA	10 kV
TENSION MAXIMA DE SERVICIO	12 kV
TENSION SOP. A MASA Y ENTRE FASES	35 kV
TENSION SOP. SOBRE LA DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	45kV

CORRIENTE ASIGNADA	630 A
PODER DE CORTE ASIG. CIRCUITOS ACTIVOS	630 A
PODER DE CORTE ASIG. TRANSFORMADORES EN VACIO	16 A
PODER DE CORTE ASIG. LINEA EN VACIO	25 A
PODER DE CORTE ASIG. CABLES EN VACIO	25 A

B) Selección de fusible HH:

Para la protección, el fusible tipo HH se determinó teniendo en cuenta la tensión y potencia inicial con la que se pondrá en funcionamiento la subestación:

POTENCIA	200 kVA
TENSION	10 kV
CORRIENTE NOMINAL (I_n)	11.5606936 A
CORRIENTE FUSION MINIMA ($1.4 \times I_n$)	16.1849711 A

Se elegirá Cartucho Fusible Media Tensión DIN (HH) de: 16 A

6.2. Selección del seccionador de potencia SE - 02

A) Datos:

TENSION ASIGNADA	10 kV
TENSION MAXIMA DE SERVICIO	12 kV
TENSION SOP. A MASA Y ENTRE FASES	35 kV
TENSION SOP. SOBRE LA DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	45kV
CORRIENTE ASIGNADA	630 A
PODER DE CORTE ASIG. CIRCUITOS ACTIVOS	630 A
PODER DE CORTE ASIG. TRANSFORMADORES EN VACIO	16 A
PODER DE CORTE ASIG. LINEA EN VACIO	25 A
PODER DE CORTE ASIG. CABLES EN VACIO	25 A

B) Selección de fusible HH:

Para la protección, el fusible tipo HH se determinó teniendo en cuenta la tensión y potencia inicial con la que se pondrá en funcionamiento la subestación:

POTENCIA	100 kVA
TENSION	10 kV
CORRIENTE NOMINAL (I_n)	5.78034682 A
CORRIENTE FUSION MINIMA ($1.4 \times I_n$)	8.09248555 A

Se elegirá Cartucho Fusible Media Tensión DIN (HH) de: 10 A

6.3. Selección del seccionador de potencia SE - 03

A) Datos:

TENSION ASIGNADA	10 kV
TENSION MAXIMA DE SERVICIO	12 kV
TENSION SOP. A MASA Y ENTRE FASES	35 kV
TENSION SOP. SOBRE LA DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	45kV
CORRIENTE ASIGNADA	630 A
PODER DE CORTE ASIG. CIRCUITOS ACTIVOS	630 A
PODER DE CORTE ASIG. TRANSFORMADORES EN VACIO	16 A
PODER DE CORTE ASIG. LINEA EN VACIO	25 A
PODER DE CORTE ASIG. CABLES EN VACIO	25 A

B) Selección de fusible HH:

Para la protección, el fusible tipo HH se determinó teniendo en cuenta la tensión y potencia inicial con la que se pondrá en funcionamiento la subestación:

POTENCIA	50 kVA
TENSION	10 kV
CORRIENTE NOMINAL (I_n)	2.89017341 A
CORRIENTE FUSION MINIMA ($1.4 \times I_n$)	4.04624277 A

Se elegirá Cartucho Fusible Media Tensión DIN (HH) de: 6.3 A



7. CÁLCULO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

7.1. Datos de la varilla cobre puro:

L = Largo en Metros. = 2.4 m

r = Radio en Metros = 3/8" 0.0038 m

d = Diámetro= 3/4" 0.0075 m

ρ = Resistividad del Terreno en Ω -m. 50.5

Ver cálculo de resistividad de terreno

h = Profundidad en m. 0.3 m

ρ = Resistividad Mejorada con sales químicas (thorgel)

7.2. Electrodo verticales o jabalinas

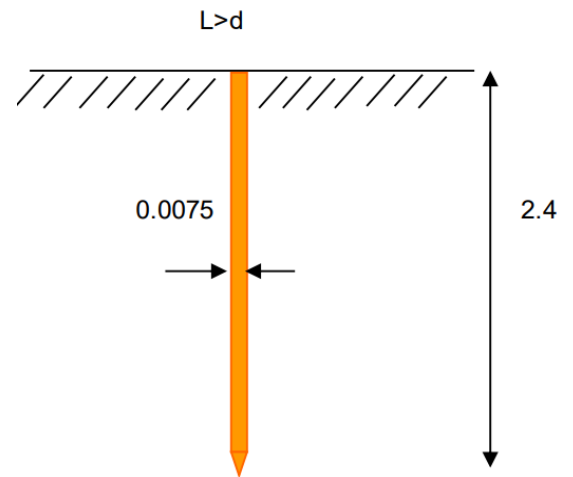
A) Al nivel del suelo

Utilizaremos al formula de H.B. D.WIGHT

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \left(Ln \left(\frac{4 * L}{r} \right) \right)$$



R=26.28 Ohmios

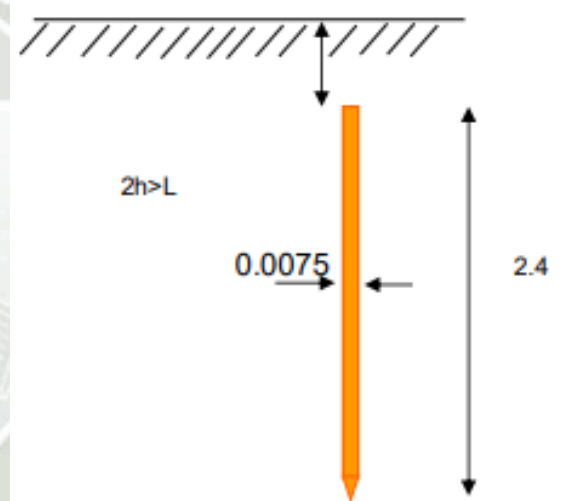


B) Enterrado a profundidad h

$$R = 0.366 * \frac{\rho}{L} * \text{Log} \left[\frac{2L}{d} * \sqrt{\frac{4h + 3L}{4h + L}} \right]$$



R=23.03 Ohmios



Nota: Para mejorar la resistencia de puesta a tierra se utilizarán sales químicas Thorgel.



CAPITULO VII
DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES
ELÉCTRICAS
REDES DE BAJA TENSIÓN

CAPITULO VII

DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

REDES DE BAJA TENSION

1. REDES DE BAJA TENSION

La distribución de las redes actuales es del tipo aéreo, trifásico con tensión de servicio 380/220 V., frecuencia de red de 60 Hz. además, existe una subestación eléctrica en el área de estudio; por lo tanto, se plantea la remodelación de las redes aéreas existentes por redes subterráneas el sistema se mantendrá trifásico tetrapolar 380/220 voltios para el servicio particular y monofásico bifilar 220 voltios para el alumbrado público, además se plantea la creación de tres subestaciones eléctricas.

El circuito implicado directamente en la remodelación es el circuito Magisterial perteneciente a Parque Industrial con las siguientes subestaciones eléctricas implicadas: la S.E.D. 2621, S.E.D 4423, S.E.D 4900 (perteneciente circuito Magisterial) y la S.E.P. 2902 (perteneciente circuito Magisterial)

Se hace notar que la subestación eléctrica de caseta N° 01 servirá de conexión y enlace; la subestación eléctrica que actualmente está en el área de influencia como la S.E.D. 2621 de 80 KVA se reubicara en dicha subestación, la subestación eléctrica de caseta N° 02 a construir en el intercambio con ubicación en la cota +0.040 donde se reubicara la subestación aérea S.E.D 4900; y además se construirá la subestación eléctrica de caseta N° 03 que asumirá parte de la demanda de las nuevas cargas de alumbrado público de la obra y que estará ubicado en la cota 0.740.

Desde el punto de diseño poste de media tensión N° 05927 se bajará el soterrado de la red subterránea hasta la subestación eléctrica N° 1 desde donde se alimentará a la red aérea en el poste de media tensión N° 22932, subestación proyectada N° 2, subestación proyectada N° 3

Desde la subestación eléctrica N°2 se conectará por medio de red subterránea hasta la red aérea en el poste de media tensión N° 17134,

Desde la subestación eléctrica N° 2 se conectará por medio de red subterránea hasta la subestación eléctrica de caseta existente N° 4423 y se distribuirá hacia la subestación eléctrica particular S.E.P 2902.

1.1 Servicio particular y alumbrado publico

Siendo remodelación de las redes subterráneas del servicio particular y alumbrado público por obras de ornato, se ha proyectado usando cable del tipo NYY 0.6/1.0 KV que estarán tendidos y protegidos los conductores a través de tubos de PVC SAP de 3'' de diámetro, y para la mejor distribución se construirán buzones de baja tensión de dimensiones 0.60x0.60x0.90m.

Para la acometida de alumbrado público será protegido con tubo de PVC SAP 1 ¼''.

1.2 Conexiones domiciliarias

Siendo que no se va a restaurar las fachadas, con respecto a las acometidas de las cajas porta medidor existentes se ha proyectado instalar tubo de PVC SAP de 1 ¼'' para proteger el cable tipo NYY 0.6/1.0 kV que serán tendidos desde el buzón de baja tensión hasta el punto de cada caja porta medidor.

Se considerará la reubicación de las cajas porta medidor para la normalización de la altura de las acometidas a 1.10 m. y la reubicación a la fachada del predio en caso sea necesario.

En caso de cajas porta medidores al interior del predio o requieren ser reubicadas la concesionaria eléctrica de acuerdo a la Norma DGE 011-CE-1 es la encargada de coordinar con el propietario para la respectiva coordinación de reubicación.

Se debe tener en cuenta que el suministro con contrato tarifa BT6 existentes en obra y que están interfiriendo las mismas, se debe de realizar las coordinaciones con SEAL para el retiro definitivo.

2. CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS REDES DE BAJA TENSION

A continuación, se detalla las principales características técnicas de las instalaciones

a remodelar:

a) Servicio Particular

- Demanda de Potencia : 8w/m²(1500w mínimo)
- Sistema : Subterráneo, NYY
- Tensión de servicio : 380/220 voltios
- Caída de tensión máxima : 5% tensión nominal
- Factor de simultaneidad : 0.8
- Factor de Potencia : 0.9
- Frecuencia : 60 Hertz
- Sistema de ductos : Tubo de PVC SAP 3''
- Profundidad de enterramiento : 0.70 m.

b) Alumbrado Publico

- Demanda de Potencia : 130w/luminaria
- incl. Perdidas de balasto.
- Sistema : Subterráneo, NYY
- Tensión de servicio : 220 voltios
- Caída de tensión máxima : 5% tensión nominal
- Factor de simultaneidad : 1.0
- Factor de Potencia : 0.9
- Frecuencia : 60 Hertz
- Sistema de ductos : Tubo de PVC SAP 3''
- Profundidad de enterramiento : 0.70 m.

-

c) Conexiones Domiciliarias

- Sistema : Subterráneo, NYY
- Tensión de servicio : 380/220 V.
- Sistema de ductos : Tubo de PVC SAP 1 ¼”
- Profundidad de enterramiento : 0.40 m.

d) Conexiones de Alumbrado Publico

- Sistema : Subterráneo, NYY
- Tensión de servicio : 220 V.
- Sistema de ductos : Tubo de PVC SAP 1 ¼”
- Profundidad de enterramiento : 0.40 m.

e) Buzones de baja tensión

- Dimensión interior : 0.60m. x 0.60m. x 0.85 m
- Espesor de -pared : 0.10m.
- Dimensión de tapa : 0.70m. x 0.70m. una tapa/buzón

2.1 BASES LEGALES Y TÉCNICAS

El proyecto y ejecución de remodelación de las redes primarias y secundarias, se ajustan a lo dispuesto en las siguientes consideraciones:

- Artículo 98 de la Ley de Concesiones “ Los gastos derivados de la remoción, traslado y reposición de las instalaciones eléctricas que sean necesario ejecutar como consecuencia de obras de ornato, pavimentación y en general, por razones de cualquier orden, serán sufragados por los interesados y/o quienes lo originen”.

- R.D. 013-2003-EM/DM del 14/01/03, título cuarto ítem 4,5 numeral 4.5.4. ‘‘ Los acuerdos suscritos entre la Municipalidad respectiva y el Concesionario sobre la instalación de unidades de alumbrado público especiales y cuyos niveles de iluminación superen los mínimos establecidos, comprenderán los aspectos relacionados con el consumo de energía, la operación, mantenimiento y reposición de unidades. La Municipalidad asumirá los costos del exceso de instalación, consumo de energía, operación, mantenimiento y reposición de unidades de alumbrado con respecto a los costos por estos mismos conceptos de unidades estándares o convencionales’’

El proyecto cumple los requisitos del Código Nacional de Electricidad Suministro, utilización y las Normas del Ministerio de Energía y Minas.

3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

3.1. BAJA TENSION

Regla 320. B.2. Separaciones entre los Sistemas de Conductos de Suministros y Comunicaciones, serán mediante una de las siguientes medidas mínimas:

- 75 mm. de concreto
- 100mm. de mampostería
- 300mm. de tierra bien apisonada

Distancias de seguridad entre las instalaciones se suministros y comunicaciones en buzones de inspección y cámaras subterráneas de uso conjunto.

Tabla 22. Distancias de seguridad entre las instalaciones de suministros y comunicaciones en buzones de inspección y cámaras subterráneas de uso conjunto.

Tensión de suministro Fase fase (volts)	Superficie a superficie (mm)
Menor o igual a 15 000	150
15 001 a 50 000	230
50 001 a 120 000	300

120 001 a 250 000

600

4. DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA

De las redes a ser remodeladas:

4.1. Servicio particular

Tabla 23. cuadro de cargas de servicio particular en S.E. 01

CUADRO DE CARGAS S.E. 01					
Descripción	Tipo	Cantidad	Potencia Contratada Kw	FS	POT TOTAL
Alumbrado público existente.	LAMPARA SODIO 70 W	32	0.07	1	2.24
Alumbrado público propuesto.	LED 128 W	16	0.128	1	2.048
	LED 56.5 W	15	0.0565	1	0.8475
Total					8.576

Tabla 24. cuadro de cargas de servicio particular en S.E. 02

CUADRO DE CARGAS S.E. 02					
Descripción	Tipo	Cantidad	Potencia Contratada Kw	FS	POT TOTAL
Alumbrado público existente.	LAMPARA SODIO 70 W	3.00	0.07	1.00	0.21
Alumbrado público propuesto.	LED 128 W	19.00	0.13	1.00	2.432
	LED 56.5 W	0.00	0.06	1.00	0.00
Total					2.642

Tabla 25. cuadro de cargas de servicio particular en S.E. 03

CUADRO DE CARGAS S.E. 03					
Descripción	Tipo	Cantidad	Potencia Contratada Kw	FS	POT TOTAL
Alumbrado público existente.	LAMPARA SODIO 70 W	0.00	0.07	1.00	0.00
Alumbrado público propuesto.	LED 128 W	38.00	0.13	1.00	4.86
	LED 56.5 W	40.00	0.06	1.00	2.26
Total					7.12

4.2. Servicio publico

La demanda de potencia de las unidades de alumbrado es:

Tabla 26. cuadro de cargas de servicio particular en S.E. 01

CUADRO DE CARGAS S.E. 01					
Descripción	Tipo	Cantidad	Potencia Contratada Kw	FS	POT TOTAL
Servicio Particular Flora	Monofásico	211	1.10	0.5	116.05
Tristán	Trifásico	1	10.00	0.7	7.00

Servicio Adicional	Particular	Monofásico	12	1.10	0.5	6.60
Total						129.65

Tabla 27. cuadro de cargas de servicio particular en S.E. 02

CUADRO DE CARGAS S.E. 02					
Descripción	Tipo	Cantidad	Potencia Contratada Kw	FS	POT TOTAL
Servicio Particular SE 4900	Monofásico	14	45.20	0.8	36.16
	Trifásico	1	15.00	0.8	12.00
Total					48.16

Tabla 28. cuadro de cargas de servicio particular en S.E. 01

CUADRO DE CARGAS S.E. 01					
Descripción	Tipo	Cantidad	Potencia Contratada Kw	FS	POT TOTAL
Servicio Particular Existente	Monofásico	0.00	1.10	0.5	0.00
	Trifásico	0.00	10.00	0.7	0.00
Servicio Adicional Particular	Monofásico	3	1.10	0.8	2.64
Total					2.64

5.SUMINISTRO DE ENERGIA

La alimentación de las redes eléctricas de servicio particular y alumbrado público se ha previsto desde las subestaciones eléctricas de caseta:

Tabla 29. cuadro de cargas de alumbrado público en S.E. 03

Subestación eléctrica de distribución	Ubicación	Potencia (KW)
S.E. Nro. 1	Av. Metropolitana (frente Urb. Flora Tristán)	170.72
		200 KVA
S.E. Nro. 2	Av. Metropolitana (Area verde)	63.50
		100 KVA
S.E. Nro. 3	Av. Metropolitana ampliación (Area verde)	9.36
		50 KVA

6.PLANOS Y DETALLES

El Proyecto cuenta con los siguientes planos de redes eléctricas secundarias:

RS-01 Redes eléctricas secundarias recorrido

- RS-02 Redes eléctricas secundarias recorrido
- RS-03 Redes secundarias diagrama unifilar
- RS-04 Redes secundarias detalles





CAPITULO VIII
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE
MATERIALES
REDES DE MEDIA TENSIÓN

CAPITULO VIII

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES

REDES DE BAJA TENSION

1. GENERALIDADES.

Las presentes especificaciones técnicas, tienen el objeto de describir las características técnicas de las normas de fabricación a que se deben sujetar los equipos y materiales a proveerse.

Las normas y recomendaciones, a tomarse en cuenta, serán de los siguientes organismos:

- Comisión electrotecnia Internacional (CEI)
- Código Nacional de Electricidad - Suministro.
- Código Nacional de Electricidad - Utilización.
- Dirección General de electricidad – Ministerio de Energía y Minas (DGE/MEM)
- Concesionario de electricidad (SEAL)

2. POSTES

2.1. NORMAS APLICABLES

El material y la fabricación de los postes cumplirá con las especificaciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de adquisición.

- ITINTEC 341.029, 341.030, 341.031, 350.002, 334.009, 339.027, 251.019 al 251.027.
- DGE 015-PD-1

2.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS POSTES

A. POSTE METALICO DE 9m.

Serán de las siguientes características:

Poste de tubo metálico de tres cuerpos: con tubo metálico de 4'' de diámetro en un tramo de 3.7m., con e= 3mm.; con tubo metálico de 3'' de diámetro en un tramo de

3.3m., con $e=3\text{mm.}$; con tubo metálico de 2 '' de diámetro en un tramo de 2.0m. con $e=3\text{mm.}$; el poste debe contar con alojamiento para base portafusible (cortacircuito para el poste) y detalles constructivos de acuerdo en los planos.

B. POSTE C.A.C. DE 9/200

Serán de concreto armado centrifugados y tendrán forma troncocónica; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejas y excoiaciones; tendrán las características y dimensiones que se consignan a continuación:

- Poste de 9m tipo reforzado
- Esfuerzo en la punta 200Kg
- Diámetro en la punta 120mm
- Diámetro en la base 255mm
- Peso 530kg
- Norma de Fabricación :
- NPT 339.027:2002 (2da Edición)
- Resistencia del concreto $\geq 350\text{kg/cm}^2$
- Protocolo de pruebas adjuntar
- Bajo relieve gravado a 2.6m de la base
- SEAL, año de fabricación y la resistencia del poste

3. CONDUCTORES

3.1. NORMAS APLICABLES

El suministro de los cables, la fabricación de los alambres, cableado de los conductores, inspección y pruebas; se sujetarán a la versión de las normas vigentes a la fecha de adquisición y son:

- ITINTEC 370.221, 370.042, 370.043, 370.051
- IEC 228, 538, 540

- ASTM D 1693-70, B3, B8
- DGE 019 CA-2/1983 Normas de conductores en redes de distribución

3.2. CONDUCTORES

A. CONDUCTOR NYY

Los cables que se deben usar para la red subterránea serán del tipo NYY fabricados con conductores de Cobre electrolítico recocido sólido o cableado (según el calibre).

El calibre, tipo aislamiento y nombre del fabricante estarán marcados en forma permanente e intervalos regulares en toda la longitud del conductor.

- Tensión de servicio 1Kv
- Temperatura de operación 80°C
- Temperatura del suelo 20°C
- Temperatura del ambiente 30°C
- Resistividad del suelo tetrapolar 1 °K m/w
- Material Cu
- Aislamiento PVC
- Calibre

Servicio particular : 3x1x70+1x50 mm²

3x1x50+1x25 mm²

3x1x35+1x25 mm²

3x1x25+1x16 mm²

Alumbrado público : 2x1x35 mm²

2-1X25 mm²

2-1x16 mm²2-1X10 mm²2-1x6 mm²

Normas de fabricación : ITINTEC 370-050

B. CONDUCTOR DE CONEXIÓN AL ALUMBRADO PÚBLICO

Se utilizará los conductores que unirá la red de alumbrado público con el equipo de alumbrado, elaborado de cobre recocido de 2x2,5 mm² tipo NLT, con aislamiento XLPE y cubierta de PVC que se instalará entre la base porta fusible y la luminaria.

- Conductor Cobre electrolítico
- Tensión de operación 600V
- Revestimiento PVC
- Temple Suave cableado
- Secciones 2x2.5 mm²

Norma de fabricación ASTM para conductor CEI para aislamiento

C. CONDUCTOR DE ACOMETIDA DOMICILIARIA

Se empleará cables que se deben usar para la red subterránea, del tipo NYY fabricados con conductores de cobre electrolítico recocido duro cableado de 2-1x35 mm². con las características dadas anteriormente en el ítem 2.3.2.1.

4. EMPALMES

Para la ejecución de los empalmes se usara el material adecuado que permita devolver al cable sus características originales, para las derivaciones y cambio de sección de las red subterránea (3M-1 y 3M-2) y además para el empalme de derivación de la red subterránea

con la acometida domiciliaria y también de la red subterránea de alumbrado público con cada luminaria (3M-0); se recomienda usar el siguiente tipo de empalme:

- Unión de conductor : Con conector o entorche
- Aislamiento : Cinta mastic o similar a la 2210 de 3M
- Revestimiento : cinta Nro. 23 de 3M
- Caqueta exterior : Cinta Nro 1700 de 3M
- Recubrimiento : Scotchkote

Se utilizará empalmes del tipo 3M-0, 3M-1 y 3M-2.

Norma de Fabricación : ASTM D-3005, UL 510 y CSA22.2

5. TUBO PVC SAP

Para tendido y protección del cable NYY de servicio particular y alumbrado público que van desde buzón a buzón, se ha considerado el uso de tubo de PVC SAP de 3'' de diámetro para la red de servicio particular y la red de alumbrado público.

Para las conexiones domiciliarias monofásicas se considera el uso de tubo PVC-SAP de 1 1/4'' y conexiones domiciliarias trifásicas se considera el uso de tubo de PVC-SAP de 1 1/2'' además también de las conexiones de alumbrado público.

Norma de fabricación NTP 399.002

6. TUBO F G

Para la protección en las bajadas y subidas de los conductores de redes subterráneas de baja tensión, se ha considerado el uso de tubo de F°G° de 2 1/2'' para el servicio particular y tubo de F°G° de 1 1/2'' para el alumbrado público, con un espesor mínimo de 3 mm.

El tubo de F^oG^o se fijará a los postes existente mediante cinta band it y hebilla para cinta band it, según detalle en plano.

7. CINTA SEÑALIZADORA

La cinta tendrá las siguientes características:

- Material : Cinta de polietileno de alta calidad y resistente a los ácidos
- Ancho : 5 pulgadas
- Color : amarillo
- Inscripción : Letras negras
- Elongación : 25 %

8. LUMINARIAS Y LÁMPARAS

Las luminarias a emplear serán del tipo antivandálico, con equipo de vapor de sodio de 70 y 150 w de potencia nominal, además contarán con ignitor de parada automática y deben cumplir con las normas detalladas a continuación:

8.1. NORMAS APLICABLES

Las luminarias y lámparas, materia de la presente especificación cumplirán con las prescripciones de las Normas siguientes, según la versión vigente:

- IEC 60598; 60529; 60238 Características mecánicas y eléctricas de Luminarias.
- IEC 60622; 60922; 60923 Para lámparas de vapor de sodio, reactores, 60926; 60927; 60566 condensadores e ignitores.

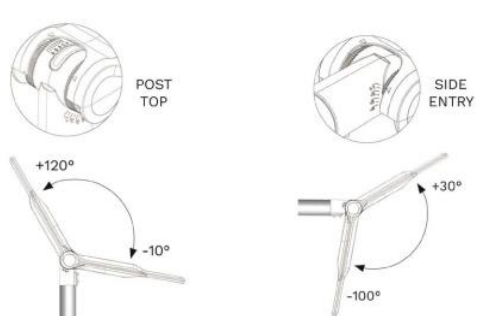
8.2. LUMINARIA de 150 W.

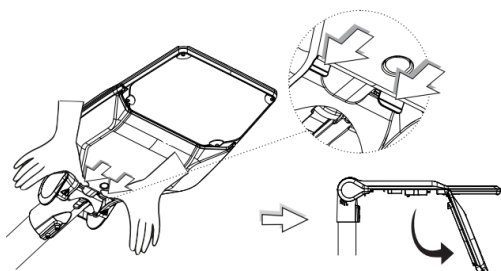
Luminaria técnicamente aceptada por la concesionaria SEAL, completos con todos sus accesorios

Tabla 30. Luminaria para Alumbrado Público con Tecnología LED SMD de 120 a 130 W, preparada para Telegestión.

Luminaria para Alumbrado Público con Tecnología LED SMD de 120 a 130 W, preparada para Telegestión.		Fecha:		
Fabricante				
Nombre de la Luminaria				
Procedencia				
CARACTERÍSTICAS DEL ARTÍCULO		ESPECIFICADO	CONDICION DE CUMPLIMIENTO	OFERTADO
G E N E R A L	Norma de Fabricación	“IEC/EN 60598-1” (Estándar de Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos) “IEC/EN 60598-2-3” (Estándar de Luminarias Parte 2-3: Requisitos específicos – Luminaries for road and street lighting)	Se debe presentar los certificados según IEC/IECEE CB SCHEME	
	Certificación de Fábrica de Origen	<u>Fábrica:</u> “ISO 9001” (Sistema de Gestión de Calidad) “ISO 14001” (Plan de Manejo Ambiental) “OHSAS 18001” (Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.) <u>Laboratorio fotométrico:</u> “ISO 17025” (Requerimientos generales de laboratorios para pruebas y calibraciones), así mismo este laboratorio debe estar acreditado por entidades miembros de la ILAC/IAF, IAAC.	Se debe presentar los certificados correspondientes.	

Estándar de Hermeticidad.	El bloque óptico y el compartimiento de auxiliares contarán con una hermeticidad IP66 e IP67, de acuerdo al estándar “IEC - EN 60598-1”.	Se debe presentar los test correspondientes.	
Estándar de Resistencia Mecánica.	La luminaria debe de soportar esfuerzos mecánicos de 10 Joules, acorde a lo establecido en la clasificación IK09, referente a la norma “IEC-EN 62262”.	Se debe presentar los test correspondientes,	
Estándar de esfuerzo mecánico (vibraciones)	Preparada para resistir la vibración, ocasionada por los medios de transporte aledaños y el continuo golpe del viento. Acorde a ANSI C 136-31 3G y modificado IEC 68-2-6 (0.5G).	Se debe presentar los test correspondientes.	
Estándar de la Protección de Vidrio	Protocolo de pruebas de la fragmentación de la protección de vidrio y el conteo de los fragmentos será en un área de 5cm ² de protector. Según norma “IEC/EN 60598-2-3”, “IEC 60598-2-5”.	Se debe presentar los test correspondientes.	
Estándar de Compatibilidad Electromagnética	Protocolo de prueba de cumplimiento de la compatibilidad electromagnética (EMC), acorde a la norma “CISPR/EN 55015”, “EN 61547“, IEC 61000-3-2”, “3-3”, “4-5”. “CISPR15”	Se debe presentar los test correspondientes,	
Estándar de Distorsión Armónica	Protocolo de mediciones eléctricas como niveles de tensión, factor de potencia, distorsión armónica THD, según “IEC 61000-3-2, Clase C, > 25W”..	Se debe presentar los test correspondientes,	

	Estándar de Seguridad Fotobiológica	Protocolos de prueba que cumpla la seguridad foto biológica acorde a la norma “IEC 62471-1”.	Se debe presentar los test correspondientes,	
	Temperatura ambiente máxima asignada.	Máxima (Ta) 45 °C, Presentar protocolo IEC60598-1, IEC 60598-2-3.	Se debe presentar los test correspondientes,	
	Temperatura de funcionamiento (Ta)	-40 °C a +45 °C	Se debe presentar los test correspondientes,	
C A R C A S A	Estructura	El cuerpo será fabricado con aluminio inyectado a alta presión.	Presentar Catalogo	
	Fijación	<p>Por las características constructivas del proyecto, cortes de vías diversas y amplias, donde se quiere evitar comprar diversos tipos de pasturales con ángulos de inclinación variable. Este proyecto requiere luminarias con soporte de fijación regulable, que permita instalación lateral o post top con múltiples ángulos de regulación que varían según imagen:,</p> 	Se debe presentar Catalogo y manual de instalación donde especifique el requerimiento.	

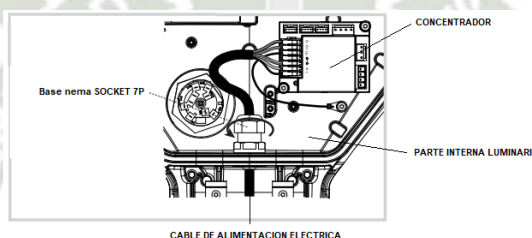
		Debe poseer un embone para pastoral de hasta 60mm de diámetro.		
	Pintura y Acabado	Recubrimiento de polvo de poliéster, aplicada electrostáticamente y secado en horno, Clasificación 4B, según norma ASTM D 3359-17 Estándar Test Methods for Measuring Adhesion by tape test.	Se debe presentar los test correspondientes,	
	Acceso al compartimiento eléctrico para mantenimiento.	Para fácil mantenimiento la luminaria debe poseer una apertura hacia el inferior, de fácil apertura sin uso de herramientas. Poseer un sistema sencillo pero eficaz 	Se debe Presentar manual de instalación.	
	Módulo Led	Tipo SMD “Surface Mounted Device”		
B L O Q	Difusor	El Recinto Óptico deberá estar protegido por un protector de vidrio templado plano, extra claro, a prueba de golpes, de 5mm de espesor mínimo.		
U	Clase Eléctrica	Clase Eléctrica I		
E Ó P	Temperatura de Color de la fuente de luz	Los Leds deben tener temperatura de color de 4000K ± 275K.	Se debe presentar test: IES LM 79-08 “Electrical and Photometric	

T I C O			Measurements of Solid-State Lighting Products”	
	Eficacia de la Luminaria	Deberá de ser ≥ 130 lm/w	Se debe presentar test: IES LM 79-08 “Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products”	
	Indice de reproducción cromática (CRI)	Deberá de poseer como mínimo 70	Se debe presentar test: IES LM 79-08 “Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products”	
	Flujo Luminoso a 100,000 horas@L70B10	Deberá de cumplir Vida útil del Sistema (LED + Driver) ≥ 100000 h L70 B10 @ 25 Ta El significado de L70 B10 es el factor de mantenimiento del flujo luminoso asignado, en el presente caso es al 70% del flujo inicial al final de la vida útil nominal o declarada por el fabricante y con el 10% de tasa de fallas, en condiciones de ensayo del laboratorio a 25 °C.	Se debe presentar test: ANSI/IES LM-80:2008 Measuring Luminous Flux and Color Maintenance of Led Packages, Arrays and Modules, IES TM21:2011 Lumen	

Tensión de Alimentación (voltios)	220V +/- 7.5% (el rango +/-7.5% como mínimo.) según Código Nacional de Electricidad – Utilización aprobado por Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM. y Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos – NTCSE-aprobada por DS No.020-97-EM		
Frecuencia (Hertz)	60Hz según Código Nacional de Electricidad – Utilización aprobado por Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM.		
Consumo eléctrico	Deberá tener un consumo mínimo y máximo respectivamente (120-130w)	Se debe presentar test: IES LM 79-08 “Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products”	
THD	Deberá de ser $\leq 20\%$	Se debe presentar test: “IEC 61000-3-2, Clase C, > 25W”..	
Factor de Potencia	Deberá de ser $\geq 0,95$	Se debe presentar test: IES LM 79-08 “Electrical and Photometric Measurements of	

			Solid-State Lighting Products”	
B L O	Temperatura de operación	Deberá estar preparada para trabajar correctamente entre -40°C a +55°C de temperatura ambiente.		
Q U E E L É	Sistema de protección contra sobre tensiones SPD.	Debe poseer protección contra sobretensión de 10 kV/5kA. Este debe formar parte del concentrador de conexiones.		
C T R I C O	Concentrador de conexiones eléctricas y control.	Es un concentrador de conexión eléctrica para luminarias con protección contra sobretensiones SPD integrada. El concentrador posibilita una conexión sencilla a la red de suministro eléctrico para usuarios finales, sin necesitar ninguna herramienta adicional. El concentrador de conexiones central único distribuye la electricidad y la información de control a todas las partes de la luminaria, garantizando que todos los componentes funcionen en conjunción para un rendimiento fiable y duradero. Posee conectores rápidos a prueba de fallos, facilitan la actualización y la sustitución de componentes sin riesgo de conexiones	Se debe presnetar certificación CE, KEMA – KEUR según: IEC 61347-2-11 e IEC 61643-11	

incorrectas y reduciendo a la vez el tiempo de reparación Internamente.



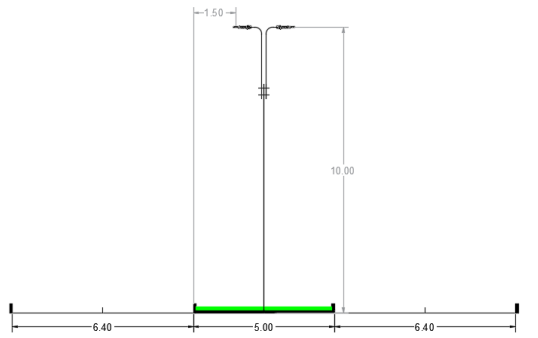
Debe Interconectar el NEMA socket 7P al driver tanto en fuerza como en control; esto dispositivo permite reducir la cantidad de cables internos, permitiendo una fácil manipulación y orden para futuros mantenimientos.

Debe poseer un Indicador LED del SPD (verde) para garantizar la operatividad.

Debe poseer modo de protección IEC61643-11, L-N, L-PE, N-PE, además de funcionalidades como:

- Protección contra sobretensiones modo diferencial.

		<ul style="list-style-type: none"> - Protección contra sobretensiones modo común. - Bipotencia. - Líneas de regulación externas (0-10V, 1-10V, DALI). - Control de potencia (NEMA 7P). <p>Control de muy baja tensión (24 V/regulación,sensores).</p>		
	Driver	- Deberá de contar con protocolo Dali, 0-10v ó 1-10v		
	Compatibilidad para sistemas de tele gestión o control a distancia sistema “plug & play”,	A través de un conector tipo NEMA socket de siete (07) pines y deberá de tener una etiqueta RFID o similar para poder detectar las características de la luminaria cuando se coloque el sistema de Tele gestión.		
F O T O M E T R Í A	Características	Presentar el estudio fotométrico, demostrando que, la configuración fotométrica cumple con los niveles de iluminación requeridos por la Norma Técnica Peruana DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución” bajo las condiciones definidas líneas abajo, y además adjuntando los valores de luminancia media, iluminancia media, uniformidad de luminancia, uniformidad de iluminancia, uniformidad longitudinal,		

		<p>incremento umbral TI, obtenidos mediante un programa de cálculo lumínico. Este software deberá de estar certificado por la CIE, adjuntando la acreditación de la misma.</p> <p>Los cálculos fotométricos deberán de ser presentados para cada carril de la calzada, considerando la ubicación de los postes de manera unilateral izquierda. Se presentará la matriz de intensidades de la luminaria ofertada. Esta matriz fotométrica deberá ser emitida por un laboratorio internacionalmente acreditado para realizar mediciones fotométricas y emitir matrices, de acuerdo a la norma ISO 17025. El formato de la matriz y el método de cálculo será conforme con la norma CIE 140. La fuente de luz empleada debe de ser la ofertada.</p>		
	<p>Parámetros de la Vía de uno de los corte típico del proyecto</p>	 <p>Disposición de luminarias: Central.</p> <p>Vano: 35m.</p> <p>Revestimiento oscuro (R3007)</p> <p>Altura de montaje : 10m</p>		

	<p>El factor de mantenimiento es 0,8</p> <p>Overhang (retranqueo): - 1.50m</p> <p>Ángulo de inclinación del pastoral y luminaria: 0°</p> <p>Ancho de vía = 6.40m (2 carilles vehiculares de 3.2m).</p> <p>Arcen central = 5m.</p>		
<p>Niveles mínimos que se debe de cumplir para cumplir el objetivo de iluminación del proyecto.</p>	<p><u>Niveles de iluminación requeridos:</u></p> <p><u>Iluminancia Media:</u> Emed \geq 30 LUX</p> <p><u>Uniformidad de Iluminancia:</u> EUo = Emin/Emed \geq 0,60</p> <p><u>Luminancia Media:</u> Lmed \geq 1,5 cd/m²</p> <p><u>Uniformidad de Luminancia:</u> LUo = Lmin/Lmed \geq 0,50</p> <p><u>Uniformidad Longitudinal de Luminancia:</u> \geq 0,70</p> <p><u>Índice de deslumbramiento:</u> TI < 8%</p>		
<p>Condiciones</p>	<p>Se deberá entregar la matriz de intensidades en medio magnético, bajo el formato IES para verificación mediante un Software independiente.</p>		

		<p>Se deberá de entregar CD con la copia del software usado para efectuar los cálculos lumínicos presentados, así como la carta del fabricante del mismo, autorizando su uso en el presente concurso.</p> <p>Los cálculos lumínicos deberán de estar firmados por un profesional (ingeniero eléctrico o mecánico eléctrico, colegiado y habilitado con más de 5 años de experiencia en proyectos de iluminación – Lighting designer).</p>		
	<p>Garantías</p>	<p>Los tiempos de garantías mínimas a considerar serán los siguientes:</p> <p>La garantía comercial de la luminaria LED será de un tiempo mínimo de 5 años, cuyo plazo se cuenta desde la conformidad de la recepción del producto</p> <p>No se aceptarán cartas de intermediarios, la no presentación con llevará la descalificación del postor.</p>		

Fuente: Elaboración propia

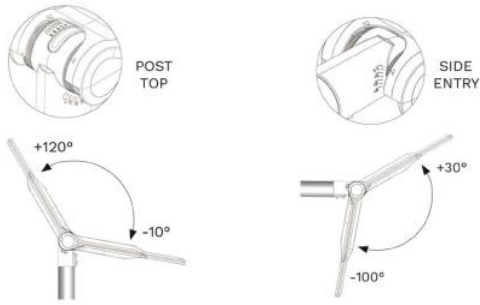
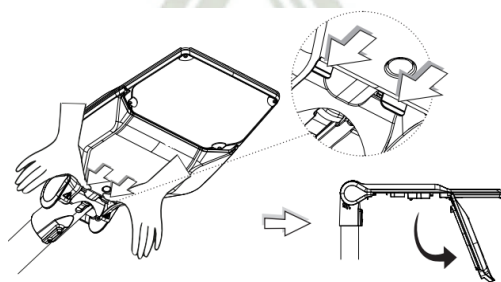
Tabla 31. Luminaria para Alumbrado Público con Tecnología LED SMD de 55 a 60 W, preparada para Telegestión.

Luminaria para Alumbrado Público con Tecnología LED SMD de 55 a 60 W, preparada para Telegestión.		Fecha:	
Fabricante			
Nombre de la Luminaria			
Procedencia			
CARACTERÍSTICAS DEL ARTÍCULO		ESPECIFICADO	CONDICION DE CUMPLIMIENTO
G E N E R A L	Resumen	<p>Luminaria de alumbrado de zonas de circulación vehicular y pública, equipada con tecnología Led.</p> <p>La Luminaria debe estar preparada para la conectividad, además no solo ofrecer una plataforma realista para ciudades inteligentes, sino una luminaria compacta, ligera, y su diseño optimizado reduzca al mínimo el impacto ecológico en todas las etapas del ciclo de vida del producto.</p> <p>Luminaria debe poseer un diseño centrado en la sencillez de su instalación y mantenimiento, cuya vida útil puede ampliarse mediante actualizaciones futuras.</p> <p>Compuesta de dos partes independientes fabricadas de aluminio inyectado a alta presión, el cuerpo está sellado con vidrio plano templado, con lo que se conseguirá un alto</p>	

		<p>grado de hermeticidad y resistencia a los impactos.</p> <p>Para simplificar la instalación y el mantenimiento, la luminaria debe introducir tecnologías como la conexión compacta y el módulo de conectividad, para un cableado rápido y sin posibilidad de fallos, y un nuevo sistema de fijación universal, para montaje posttop o de entrada lateral (Ambos).</p> <p>La luminaria dispondrá de acceso sin herramientas al compartimento de auxiliares.</p> <p>La luminaria incorpora una o más fuentes de iluminación LED. Con Tecnología con módulos LED del tipo SMD “Surface Mounted Device” LED. Utilizado en el alumbrado público de diferentes tipos de espacios viales.</p>		
	Norma de Fabricación	<p>“IEC/EN 60598-1” (Estándar de Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos)</p> <p>“IEC/EN 60598-2-3” (Estándar de Luminarias Parte 2-3: Requisitos específicos – Luminaries for road and street lighting)</p>	Se debe presentar los certificados según IEC/IECEE CB SCHEME	
	Certificación de Fábrica de Origen	<p><u>Fábrica:</u></p> <p>“ISO 9001” (Sistema de Gestión de Calidad)</p> <p>“ISO 14001” (Plan de Manejo Ambiental)</p> <p>“OHSAS 18001” (Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.)</p> <p><u>Laboratorio fotométrico:</u></p>	Se debe presentar los certificados correspondientes.	

		“ISO 17025” (Requerimientos generales de laboratorios para pruebas y calibraciones), así mismo este laboratorio debe estar acreditado por entidades miembros de la ILAC/IAF, IAAC.		
	Estándar de Hermeticidad.	El bloque óptico y el compartimiento de auxiliares contarán con una hermeticidad IP66 e IP67, de acuerdo al estándar “IEC - EN 60598-1”.	Se debe presentar los test correspondientes.	
	Estándar de Resistencia Mecánica.	La luminaria debe de soportar esfuerzos mecánicos de 10 Joules, acorde a lo establecido en la clasificación IK09, referente a la norma “IEC-EN 62262”.	Se debe presentar los test correspondientes,	
	Estándar de esfuerzo mecánico (vibraciones)	Preparada para resistir la vibración, ocasionada por los medios de transporte aledaños y el continuo golpe del viento. Acorde a ANSI C 136-31 3G y modificado IEC 68-2-6 (0.5G).	Se debe presentar los test correspondientes.	
	Estándar de la Protección de Vidrio	Protocolo de pruebas de la fragmentación de la protección de vidrio y el conteo de los fragmentos será en un área de 5cm ² de protector. Según norma “IEC/EN 60598-2-3”, “IEC 60598-2-5”.	Se debe presentar los test correspondientes.	
	Estándar de Compatibilidad Electromagnética	Protocolo de prueba de cumplimiento de la compatibilidad electromagnética (EMC), acorde a la norma “CISPR/EN 55015”, “EN 61547“, IEC 61000-3-2”, “3-3”, “4-5”. “CISPR15”	Se debe presentar los test correspondientes,	

	Estándar de Distorsión Armónica	Protocolo de mediciones eléctricas como niveles de tensión, factor de potencia, distorsión armónica THD, según “IEC 61000-3-2, Clase C, > 25W”..	Se debe presentar los test correspondientes,	
	Estándar de Seguridad Fotobiológica	Protocolos de prueba que cumpla la seguridad foto biológica acorde a la norma “IEC 62471-1”.	Se debe presentar los test correspondientes,	
	Temperatura ambiente máxima asignada.	Máxima (Ta) 45 °C, Presentar protocolo IEC60598-1, IEC 60598-2-3.	Se debe presentar los test correspondientes,	
	Temperatura de funcionamiento (Ta)	-40 °C a +45 °C	Se debe presentar los test correspondientes,	
C A R C A S A	Estructura	El cuerpo será fabricado con aluminio inyectado a alta presión.	Presentar Catalogo	
	Fijación	Por las características constructivas del proyecto, cortes de vías diversas y amplias, donde se quiere evitar comprar diversos tipos de pasturales con ángulos de inclinación variable. Este proyecto requiere luminarias con soporte de fijación regulable, que permita instalación lateral o post top con múltiples ángulos de regulación que varían según imagen:,	Se debe presentar Catalogo y manual de instalación donde especifique el requerimiento.	

		 <p>Debe poseer un embone para pastoral de hasta 60mm de diámetro.</p>		
	Pintura y Acabado	<p>Recubrimiento de polvo de poliéster, aplicada electrostáticamente y secado en horno, Clasificación 4B, según norma ASTM D 3359-17 Estándar Test Methods for Measuring Adhesion by tape test.</p>	<p>Se debe presentar los test correspondientes,</p>	
	Acceso al compartimiento eléctrico para mantenimiento.	<p>Para fácil mantenimiento la luminaria debe poseer una apertura hacia el inferior, de fácil apertura sin uso de herramientas. Poseer un sistema sencillo pero eficaz.</p> 	<p>Se debe Presentar manual de instalación.</p>	
B	Módulo Led	Tipo SMD “Surface Mounted Device”		
L O	Difusor	El Recinto Óptico deberá estar protegido por un protector de vidrio templado plano, extra		

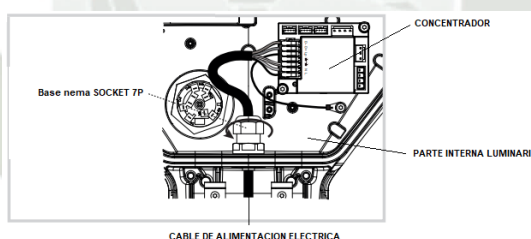
Q U E Ó P T I C O		claro, a prueba de golpes, de 5mm de espesor mínimo.		
	Clase Eléctrica	Clase Eléctrica I		
	Temperatura de Color de la fuente de luz	Los Leds deben tener temperatura de color de $4000K \pm 275K$.	Se debe presentar test: IES LM 79-08 “Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products”	
	Eficacia de la Luminaria	Deberá de ser $\geq 130 \text{ lm/w}$	Se debe presentar test: IES LM 79-08 “Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products”	
	Índice de reproducción cromática (CRI)	Deberá de poseer como mínimo 70	Se debe presentar test: IES LM 79-08 “Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products”	
	Flujo Luminoso a 100,000 horas@L70B10	Deberá de cumplir Vida útil del Sistema (LED + Driver) $\geq 100000 \text{ h L70 B10 @ 25 Ta}$	Se debe presentar test: ANSI/IES LM-80:2008 Measuring	

		El significado de L70 B10 es el factor de mantenimiento del flujo luminoso asignado, en el presente caso es al 70% del flujo inicial al final de la vida útil nominal o declarada por el fabricante y con el 10% de tasa de fallas, en condiciones de ensayo del laboratorio a 25 °C.	Luminous Flux and Color Maintenance of Led Packages, Arrays and Modules, IES TM21:2011 Lumen	
B L O Q U E E L É C T R	Tensión de Alimentación (voltios)	220V +/- 7.5% (el rango +/-7.5% como mínimo.) según Código Nacional de Electricidad – Utilización aprobado por Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM. y Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos – NTCSE-aprobada por DS No.020-97-EM		
	Frecuencia (Hertz)	60Hz según Código Nacional de Electricidad – Utilización aprobado por Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM.		
	Consumo eléctrico	Deberá tener un consumo mínimo y máximo respectivamente (55-60w)	Se debe presentar test: IES LM 79-08 “Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products”	
	THD	Deberá de ser $\leq 20\%$	Se debe presentar test: “IEC 61000-3-2, Clase C, > 25W”..	

I C O	Factor de Potencia	Deberá de ser $\geq 0,95$	Se debe presentar test: IES LM 79-08 “Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products”	
	Temperatura de operación	Deberá estar preparada para trabajar correctamente entre -40°C a $+55^{\circ}\text{C}$ de temperatura ambiente.		
	Sistema de protección contra sobre tensiones SPD.	Debe poseer protección contra sobretensión de 10 kV/5kA. Este debe formar parte del concentrador de conexiones.		
	Concentrador de conexiones eléctricas y control.	Es un concentrador de conexión eléctrica para luminarias con protección contra sobretensiones SPD integrada. El concentrador posibilita una conexión sencilla a la red de suministro eléctrico para usuarios finales, sin necesitar ninguna herramienta adicional. El concentrador de conexiones central único distribuye la electricidad y la información de control a todas las partes de la luminaria, garantizando que todos los componentes	Se debe presnetar certificación CE, KEMA – KEUR según: IEC 61347-2-11 e IEC 61643-11	

funcionen en conjunción para un rendimiento fiable y duradero.

Posee conectores rápidos a prueba de fallos, facilitan la actualización y la sustitución de componentes sin riesgo de conexiones incorrectas y reduciendo a la vez el tiempo de reparación Internamente.

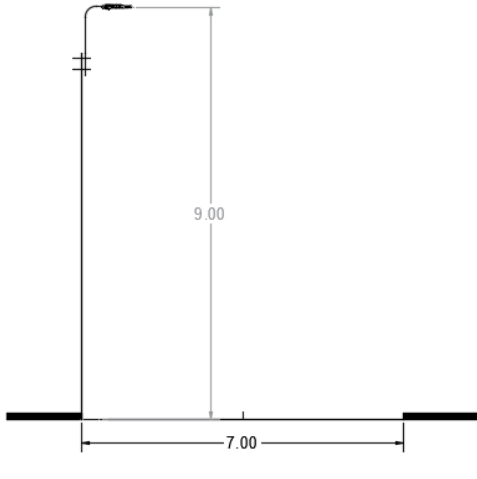


Debe Interconectar el NEMA socket 7P al driver tanto en fuerza como en control; esto dispositivo permite reducir la cantidad de cables internos, permitiendo una fácil manipulación y orden para futuros mantenimientos.

Debe poseer un Indicador LED del SPD (verde) para garantizar la operatividad.

		<p>Debe poseer modo de protección IEC61643-11, L-N, L-PE, N-PE, además de funcionalidades como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protección contra sobretensiones modo diferencial. - Protección contra sobretensiones modo común. - Bipotencia. - Líneas de regulación externas (0-10V, 1-10V, DALI). - Control de potencia (NEMA 7P). - Control de muy baja tensión (24 V/regulación,sensores). 		
	Driver	Deberá de contar con protocolo Dali, 0-10v ó 1-10v		
	Compatibilidad para sistemas de tele gestión o control a distancia sistema “plug & play”,	A través de un conector tipo NEMA socket de siete (07) pines y deberá de tener una etiqueta RFID o similar para poder detectar las características de la luminaria cuando se coloque el sistema de Tele gestión.		
4 +2w3e	Características	Presentar el estudio fotométrico, demostrando que, la configuración fotométrica cumple con los niveles de iluminación requeridos por la Norma Técnica Peruana DGE “Alumbrado de		

		<p>Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución” bajo las condiciones definidas líneas abajo, y además adjuntando los valores de luminancia media, iluminancia media, uniformidad de luminancia, uniformidad de iluminancia, uniformidad longitudinal, incremento umbral TI, obtenidos mediante un programa de cálculo lumínico. Este software deberá de estar certificado por la CIE, adjuntando la acreditación de la misma.</p> <p>Los cálculos fotométricos deberán de ser presentados para cada carril de la calzada, considerando la ubicación de los postes de manera unilateral izquierda. Se presentará la matriz de intensidades de la luminaria ofertada. Esta matriz fotométrica deberá ser emitida por un laboratorio internacionalmente acreditado para realizar mediciones fotométricas y emitir matrices, de acuerdo a la norma ISO 17025. El formato de la matriz y el método de cálculo será conforme con la norma CIE 140. La fuente de luz empleada debe de ser la ofertada.</p>		
--	--	---	--	--

<p>F O T O M E T R Í A</p>	<p>Parámetros de la Vía de uno de los corte típico del proyecto</p>	 <p>Disposición de luminarias: Unilateral. Vano: 35m. Revestimiento oscuro (R3007) Altura de montaje : 9m El factor de mantenimiento es 0,8 Overhang (retranqueo): 1.00m Ángulo de inclinación del pastoral y luminaria: 0° Ancho de vía = 7.00m (2 carilles vehiculares de 3.5m).</p>		
	<p>Niveles mínimos que se debe de cumplir para cumplir el objetivo de iluminación del proyecto.</p>	<p><u>Niveles de iluminación requeridos:</u></p> <p><u>Iluminancia Media:</u> $E_{med} \geq 14 \text{ LUX}$</p> <p><u>Uniformidad de Iluminancia:</u> $EU_o = E_{min}/E_{med} \geq 0,45$</p> <p><u>Luminancia Media:</u> $L_{med} \geq 1,0 \text{ cd/m}^2$</p> <p><u>Uniformidad de Luminancia:</u></p>		

		$LU_0 = L_{min}/L_{med} \geq 0,40$ <u>Uniformidad Longitudinal de Luminancia:</u> $\geq 0,70$ <u>Índice de deslumbramiento:</u> $TI < 10\%$		
	Condiciones	<p>Se deberá entregar la matriz de intensidades en medio magnético, bajo el formato IES para verificación mediante un Software independiente.</p> <p>Se deberá de entregar CD con la copia del software usado para efectuar los cálculos lumínicos presentados, así como la carta del fabricante del mismo, autorizando su uso en el presente concurso.</p> <p>Los cálculos lumínicos deberán de estar firmados por un profesional (ingeniero eléctrico o mecánico eléctrico, colegiado y habilitado con más de 5 años de experiencia en proyectos de iluminación – Lighting designer).</p>		
O T R O S	Garantías	<p>Los tiempos de garantías mínimas a considerar serán los siguientes:</p> <p>La garantía comercial de la luminaria LED será de un tiempo mínimo de 5 años, cuyo plazo se cuenta desde la conformidad de la recepción del producto</p>		

		<p>No se aceptarán cartas de intermediarios, la no presentación con llevará la descalificación de la postor.</p>		
--	--	--	--	--

9. PORTAFUSIBLE EN POSTE

Servirá para la protección del equipo de alumbrado público, el cortacircuito bipolar será de capacidad de una corriente máxima admisible de 15A. y vendrá provisto de un fusible de 5A. estará ubicado a una 2.80m. del nivel del piso.

10. PASTORAL Y BRAZOS DE SUJECCION

El pastoral y/o brazos de sujeción para el soporte de luminarias, será fabricados de F°G° según planos constructivos.

10.1. PASTORAL SIMPLE METALICO

El pastoral para el soporte de luminarias, será fabricado de tubo de acero galvanizado en caliente. El diámetro exterior del tubo será 2", con un espesor mínimo de 4 mm.

10.2. PASTORAL DOBLE METALICO

El pastoral para el soporte de luminarias, será fabricado de tubo de acero galvanizado en caliente. El diámetro exterior del tubo será 2", con un espesor mínimo de 4 mm.

11. ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

Las acometidas domiciliarias son las derivaciones del cable troncal hacia los medidores ubicados en cada una de las viviendas, los materiales a usarse son los siguientes:

11.1. EMPALME DE DERIVACION

Compuesto por los mismos materiales que los señalados para las redes de servicio particular.

11.2. CABLE DE DERIVACION

Será del tipo NYY 2x1x10 mm² similar al usado para las redes de servicio particular.

12. PUNTAS MUERTAS

En los extremos finales de las redes subterráneas como elementos de protección se harán puntas muertas con el mismo material utilizado en los empalmes.

13. BUZON DE REGISTRO

Esta partida se refiere para a las obras civiles de buzones de registro en las que se harán las maniobras de tendido y derivaciones subterráneas.

Los buzones serán de concreto con refuerzo de acero, con paredes y techos de loza continua de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Las paredes de los referidos buzones deberán ser enlucidos con mezcla de proporción 1:5 con arena de grano fino.

Los buzones dispondrán de tapa de concreto armado con asa de fierro de 1/2" de ingreso de personal, de espesor y resistencia adecuada al tráfico peatonal. El acabado exterior de la tapa de los buzones se ejecutará con la aprobación del arquitecto proyectista.

Dicha tapa deberá de colocarse a nivel del piso en la que se construya el buzón, conforme se indica en los planos.

El buzón de concreto a construirse será:

De las siguientes medidas de 0.60x0.60x0.85 m. medidas interior



CAPITULO IX
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE
MONTAJE
REDES DE BAJA TENSIÓN

CAPITULO IX

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE

REDES DE BAJA TENSIÓN

1. GENERALIDADES

Se refieren a los trabajos a efectuar en la construcción de redes de distribución secundaria, alumbrado público y conexiones domiciliarias, materia de este proyecto.

Tiene por objeto complementar las especificaciones técnicas de los equipos y materiales a utilizar y establecer los lineamientos respectivos a la ejecución de las obras electromecánicas. Se aplicarán las prescripciones del Código Nacional de Electricidad Suministro y utilización, Normas del Ministerio de Energía y Minas, el Reglamento Nacional de Edificaciones y la práctica común de ingeniería.

2. ESPECIFICACIONES PARTICULARES

2.1. REPLANTEO TOPOGRAFICO

2.1.1. EJECUCION DEL REPLANTEO

El Contratista será responsable de efectuar todos los trabajos de campo necesarios para replantear la ubicación de:

- Los ejes de las redes secundarias subterráneas.
- Los postes de las estructuras.

En principio, los postes se alinearán en forma paralela a la línea de fachada de las viviendas. El eje del poste estará ubicado a 0,30 m perpendicularmente al borde de vereda.

En el caso que las calzadas y veredas no estuvieran plenamente definidas, el Contratista coordinará con las autoridades locales la solución de estos inconvenientes. Ningún poste deberá ubicarse a menos de un metro de la esquina, no permitiéndose por ningún motivo, la instalación en la propia esquina.

Se evitará ubicar los postes frente a garajes, entradas a locales de espectáculos públicos, iglesias, etc. El Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión el replanteo de las redes secundarias. La Supervisión, luego de revisarlas, aprobará el replanteo u ordenará las modificaciones que sean pertinentes.

2.2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

A) EXCAVACION DE HOYOS P/POSTES

Los hoyos para los postes serán de diámetro de 0.60 m. y profundidad de 1.00 m. y se abrirán al borde de la vereda y por donde se indique en el plano el trazo de la red.

B) EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJAS DE 0,50x0,70 m.

Las zanjás serán de 0.5 m. de ancho x 0.70 m. de profundidad y se abrirán en el centro de la vereda y por donde se indique los planos.

El fondo de la excavación deberá ser plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes.

El tamizado de la tierra se hará con zaranda, cuya malla debe ser de ¼", la cual se colocara a una inclinación de 45° con respecto al piso. A no menos de 15 cm. sobre el ducto de concreto el cual protege al cable se colocara de manera continua la cinta señalizadora de colora amarillo de 5" de ancho.

El Contratista ejecutará las excavaciones con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación.

2.3. TENDIDO DE TUBOS DE PROTECCION PVC-SAP

Para el tendido de los tubos de PVC-SAP para la protección y alojar los conductores de la red subterránea, se deberá excavar una zanja de 0.65 m. de profundidad, luego se cernirá el terreno en la cual se tendera los tubos de PVC-SAP y sobre los cuales se cernirá y compactará el terreno, y además se instalará en forma continua la cinta señalizadora de peligro según las indicaciones del plano.

2.4. TENDIDO DE CONDUCTORES

El tendido de los conductores subterráneos será por los tubos de PVC-SAP; la red de servicio particular y alumbrado público será a través de tubería de PVC-SAP de 3'' de diámetro y para las conexiones domiciliarias será a través de tubería de PVC-SAP de 1 1/4'' de diámetro.

El tendido del conductor se efectuará con mucho cuidado de no rasgar y que malogren el conductor y estará facilitado por buzones de empalme para cada conexión domiciliaria y buzones de registro en cada nodo de derivación según plano.

2.5. EJECUCION DE EMPALMES Y PUNTAS MUERTAS

Para la ejecución de empalmes y puntas muertas las que se realizaran dentro de los buzones y se deberá seguir con cuidado lo indicado por el fabricante de cintas, en todo caso la secuencia de trabajo es la siguiente:

- Preparación del cable
- Conexión eléctrica (con conector o entorche)
- Colocación de masilla (Mastic)
- Encintado con cinta Nro. 23
- Encintado con cinta Nro. 1700
- Recubrimiento con Scotchcote

2.6. IZAJE DE POSTES Y CIMENTACION

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión el procedimiento que utilizará para el izaje de los postes. Antes del izaje, todos los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportarán. Durante el izaje de los postes, ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de postes, cuerdas en tensión, o en el agujero donde se instalará el poste.

Los postes serán cimentados mediante un bloque de concreto ciclópeo de dimensiones adecuadas según el tipo de poste, cimentándose en el concreto a una profundidad de $h \times 0.1 + 0,1$ m, de la altura nominal del poste empotrándose sobre una base de concreto de 0.10m de espesor, tal como se indica en los planos.

2.7. EQUIPOS DE ALUMBRADO PUBLICO

Se deberá tener la debida precaución para evitar que los equipos se dañen, la posición de las lámparas será reguladas de acuerdo a la altura de montaje y ancho de calles.

Todos los artefactos serán instalados en su nivel con aditamentos y accesorios. Antes de la aceptación final del supervisor, se debe verificar la iluminación en todas las áreas para ver si hay fallas y daños durante la construcción y asegurarse que todos los accesorios están en buen estado, debidamente encendidos y circuitazos de conformidad con los diseños.

2.8. CONEXIONES DOMICILIARIAS

La acometida se conectará al dispositivo de maniobra y protección y luego al contador de energía. Cada acometida deberá estar conectada desde los buzones de empalme.

Los cables NYY de cada conexión domiciliaria no tendrán ningún empalme, entre el empalme a la red principal en el buzón y el contador de energía. El tubo de PVC-SAP

que se empotrarán en la pared y serán cubiertos con mortero de cemento-arena o yeso dependiendo de la naturaleza de la pared de la vivienda.

A fin de balancear las cargas en todas las fases del circuito, las acometidas serán alternadas entre las fases del circuito.

Las disposiciones de las conexiones domiciliarias serán aquellas mostradas en los planos del proyecto.

Si debido a la configuración de la vivienda o a los materiales con los que ésta ha sido construida, no fuera posible aplicar las disposiciones de acometidas consignadas en los planos, el Contratista elaborará un diseño alternativo y lo someterá a la aprobación de la Supervisión.

2.9. CODIFICACION DE SIMBOLOGIA EN POSTES

El Contratista o ejecutor se encargara de pintar la codificación y simbología de riesgo eléctrico en los postes; los códigos de numeración de cada poste será suministrado por la concesionaria; esta actividad se hará antes de las pruebas eléctricas respectivas

3. DESMONTAJE DE REDES EXISTENTES

El desmontaje de las redes existentes, tanto de postes y conductores del tipo CPI y autoportante serán retirados de tal manera que cumplan con los requerimientos mínimos de seguridad y reglamentos vigentes, la misma que deberá ser realizada por la Municipalidad en coordinación con la empresa Concesionaria.

4. INSPECCION Y PRUEBAS

4.1. INSPECCION DE OBRA TERMINADA

Después de concluida la Obra, la Supervisión efectuará una inspección general a fin de comprobar la correcta ejecución de los trabajos y autorizar las pruebas de puesta en servicio.

4.2. PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO

Las pruebas de puesta en servicio serán llevados a cabo por el Contratista de acuerdo con las modalidades y el protocolo de pruebas aprobado.

El programa de las pruebas de puesta en servicio deberá abarcar:

A. MEDICION DE AISLAMIENTO

Se efectuarán las mediciones de la resistencia de aislamiento de los conductores de fase entre sí, y de los conductores de fase respecto al conductor neutro. Para la ejecución de estas pruebas deben cumplirse las siguientes condiciones:

- Los conductores concéntricos de las acometidas domiciliarias estarán desconectados en la caja de derivación.
- En los circuitos de alumbrado público, la medición de aislamiento se efectuará antes de conectar los conductores de alimentación a las luminarias.
- Los valores mínimos de resistencia de aislamiento que deben obtenerse son los siguientes: - Entre fases $9\text{ M}\Omega$ - Entre fase y tierra $5\text{ M}\Omega$
- El conductor neutro estará puesto a tierra, por lo menos, en todos los puntos previstos en el proyecto.

B. PRUEBA DE CONTINUIDAD

Esta prueba consiste en cortocircuitar los conductores de fase al inicio del circuito en la subestación y comprobar la continuidad en el otro extremo. Al medir el aislamiento entre una fase y cada una de las otras fases debe obtenerse una resistencia de valor nulo.

C. PRUEBA DE TENSION

Luego que se hayan realizado las mediciones de aislamiento y las pruebas de continuidad, y habiéndose obtenido valores satisfactorios, se procederá a la aplicación de tensión en vacío por un período de 24 horas. Durante este tiempo se efectuarán las mediciones de tensión en los puntos más importantes de cada circuito y se determinará la secuencia de fases.

D. PRUEBA DE ALUMBRADO PÚBLICO

Consistirá en energizar los circuitos de alumbrado público tanto manualmente como mediante el control horario. Se verificará el correcto funcionamiento de todas las lámparas y se medirá la tensión al comienzo y al final de cada circuito de alumbrado público.



CAPITULO X

**CÁLCULOS ELÉCTRICOS Y CÁLCULOS
DE ILUMINACION**

REDES DE BAJA TENSIÓN

CAPITULO X

CALCULOS ELECTRICOS Y CALCULOS DE ILUMINACION

REDES DE BAJA TENSIÓN

1. GENERALIDADES

Se analizará las caídas de tensión como las pérdidas de energía en la red secundaria por efecto Joule.

2. CALCULO DE CAIDAS DE TENSION

FUENTE: INDECO PERUANA S.A.

Consideraremos una temperatura de operación máxima de 50°C (los conductores generalmente se seleccionan en base a la caída de tensión y están sobredimensionadas con respecto a la corriente admisible) la resistencia eléctrica del conductor está dada por:

$$R_{50} = R_{20}(1 + \alpha(\theta - 20))$$

Donde:

R_{20} es la resistencia dada por el fabricante para una temperatura de operación de 20°C

α es el coeficiente temperatura ($3.92 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$)

θ es la temperatura de operación (50°C)

R_{50} es la Resistencia /km a la temperatura de operación de 50°C

Tabla 32. RESISTENCIA ELÉCTRICAS MÁXIMAS A 50°C

Sección mm ²	RESISTENCIA ELECTRICA a Temp. Operac. 50°C
6	3.503 Ohm/km
10	2.090 Ohm/km
16	1.307 Ohm/km
25	0.828 Ohm/km
35	0.597 Ohm/km
50	0.401 Ohm/km
70	0.305 Ohm/km

Tabla 33. La capacidad admisible de corriente para los conductores de cobre CPI es:

(*) Tal como se muestra en los cuadros de caídas de tensión los conductores están

SECCIÓN mm ²	CAPACIDAD DE CORRIENTE TEMP. OPERAC. 75°C	FACTOR DE CORRECCION TEMP. OPERAC. 50°C	CAPACIDAD DE CORRIENTE TEMP. OPERAC. 50°C
06	64	0.74	47 *
10	90	0.74	67 *
16	120	0.74	89 *
25	160	0.74	118 *
35	195	0.74	144 *
50	250	0.74	185 *
70	310	0.74	299 *

sobredimensionados con respecto a la corriente admisible a temperaturas de operación de 50° C. De acuerdo a las fórmulas anteriores los factores de caída de tensión utilizados son:

Tabla 34. FACTORES DE CAÍDAS DE TENSIÓN (FCT)

	70mm ²	50mm ²	35mm ²	25mm ²	16mm ²	10 mm ²	6mm ²
Trifásica	0.001176	0.00144	0.00198	0.0026	0.00388	0.00597	0.00972
Monofásica	0.003986	0.00491	0.00675	0.00891	0.01334	0.02054	0.03352

En base a los factores anteriores las caídas de tensión se pueden calcular por:

$$V=P * L * FCT [V]$$

Donde:

P, es la potencia en kW

L, es la Long. Del tramo en metros.

FCT, es el factor de caída de tensión

A. REDES SUBTERRÁNEAS

En cables subterráneos la reactancia es muy pequeña por lo que la despreciaremos.

El cálculo de caídas de Tensión se calcula por medio de las fórmulas siguientes:

- Circuitos Trifásicos

$$DV=P*L*FCT_3$$

$$FCT_3 = \frac{1}{V} * [R' * 1000] V$$

- Circuitos Monofásicos

$$DV = P * L * FCT_1$$

$$FCT_1 = \frac{2}{V} * [R' * 1000]$$

Donde:

Dv, es la caída de tensión en voltios.

P, es la potencia en KW.

L, es la Long. del tramo en metros.

FCT, es el factor de caída de tensión,

V, es la tensión de la red (entre fases circuitos trifásicos y entre fase neutro circuitos monofásicos).

R', es la resistencia del conductor por metro Para los conductores de cobre:

$$R' = T/S$$

S, es la sección del conductor en mm²

T, es la resistencia específica a 20°C (0.01786mm²Ohm/m)

La resistencia eléctrica del conductor por kilómetro está dada para una temperatura de operación de 20° C por:

Tabla 35. RESISTENCIAS ELÉCTRICAS A 20°C

SECCIÓN mm ²	RESISTENCIA ELECTRICA a 20°C Ohm/km
6	2.977
10	1.786
16	1.116
25	0.7144
35	0.510
50	0.357
70	0.255

Consideraremos una temperatura de operación máxima de 50°C (los conductores generalmente se seleccionan en base a la caída de tensión y están sobredimensionadas con respecto a la corriente admisible) la resistencia eléctrica del conductor está dada por:

$$R_{50} = R_{20} (1 + \alpha (\theta - 20))$$

Donde:

R_{20} es la resistencia dada para una temperatura de operación de 20°C

α es el coeficiente de temperatura ($3.92 \times 10^{-3} \text{K}^{-1}$)

θ es la temperatura de operación (50°C)

R_{50} es la Resistencia /km a la temperatura de operación de 50°C

Tabla 36. RESISTENCIAS ELÉCTRICAS MÁXIMAS A 50°C

SECCIÓN mm²	RESISTENCIA ELECTRICA a 50°C Ohm/km
6	3.327 Ohm/km
10	1.996 Ohm/km
16	1.247 Ohm/km
25	0.798 Ohm/km
35	0.570 Ohm/km
50	0.399 Ohm/km
70	0.285 Ohm/km

Tabla 37. capacidad admisible de corriente para cables con aislamiento termoplástico del tipo NYY

SECCIÓN	6	10	16	25	35	50	70
CAPACIDAD CORRIENTE TEMP. OPERACIÓN 80C	72	90	123	151	183	261	272
FACTOR DE CORRECCIÓN PROX. DE CABLES	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
FACTOR DE CORRECCIÓN PROFUND. TENDIDO 0.6m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
FACTOR DE CORRECCIÓN RESIST.TERMICA SUELO	1.10	1.10	1.10	1.10	1.12	1.12	1.12
FACTOR DE CORRECCIÓN TEMP. SUELO 20 C	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
CAPACIDAD CORRIENTE CORREGIDA	64.9	81.2	111	136	168.1	239.7	249.8

(*) Tal como se muestra en los cuadros de caídas de tensión los conductores están sobredimensionados con respecto a la corriente admisible.

De acuerdo a las fórmulas anteriores los factores de caída de tensión utilizados son:

Tabla 38.FACTORES DE CAÍDAS DE TENSIÓN (FCT)

	70mm ²	50mm ²	35mm ²	25mm ²	16mm ²	10 mm ²	6mm ²
Trifásica	0.000750	0.00105	0.00150	0.00210	0.00328	0.00525	0.00875
Monofásica	0.002591	0.00363	0.00518	0.00725	0.01134	0.01814	0.02722

En base a los factores anteriores las caídas de tensión se pueden calcular por:

$$V=P * L * FCT [V]$$

Donde:

P, es la potencia en kW

L, es la Long. Del tramo en metros.

FCT, es el factor de caída de tensión

3. BASES DE CALCULO

- Máxima caída de tensión 5% Vn

- Factor de potencia	0.9
- Tensión	380/220V
- Frecuencia	60 Hz.
- f.s. servicio particular	0.5
- f.s alumbrado público	1.0
- f.s. cargas especiales	1.0
- Profundidad de tendido	0.6m.
- Resistencia térmica del suelo	
- Tierra de cultivo húmeda	70 ° C cm/w
- Temperatura de suelo	20°C

4. PERDIDAS DE ENERGIA EN CONDUCTORES ELECTRICOS

El factor de pérdidas está definido como:

$$fp = \frac{\text{Energía Real Perdida}}{\text{Energía Máxima que se podría perder}}$$

$$fp = \frac{I^2 \times R \times dt}{I_{max}^2 \times R \times T}$$

La energía total perdida en un año es

- Línea trifásica:

$$PET = 3 \times fp \times 365 \times 24 \times (I_{max}^2 R) / 1000 \text{ kw-hr/año}$$

- Línea Monofásica:

$$PET = 1 \times fp \times 365 \times 24 \times (I_{max}^2 R) / 1000 \text{ kw-hr/año}$$

Donde:

fp es el factor de pérdidas

I_{max} es la corriente máxima

R es la resistencia del conductor

5. CALCULO DE ILUMINACION

Los cálculos de iluminación tienen por el objeto de establecer los niveles fotométricos mínimos sobre alumbrado de vías públicas en zonas urbanas y rurales, y en la cual, para el diseño de iluminación, se consideran en la superficie de la vía, los niveles de iluminación, iluminancia e índices de control de deslumbramiento establecidos en la Tabla II, de acuerdo al tipo de alumbrado que corresponde a la vía.



Tabla 39. Tipos de alumbrado según clasificación vial

TIPO DE VÍA	TIPO DE ALUMBRADO	FUNCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TRANSITO Y LA VÍA
Expresa	I	<ul style="list-style-type: none"> - Une zonas de alta generación de tránsito con alta fluidez. - Accesibilidad a las zonas urbanas adyacentes mediante infraestructura especial (rampas). 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - Une zonas de alta generación de tránsito con media o alta fluidez - Acceso a las zonas adyacentes mediante vías auxiliares. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
Colectora 1	II	<ul style="list-style-type: none"> - Permite acceso a vías locales 	<ul style="list-style-type: none"> - Vías que están ubicadas y/o atraviesan varios distritos. Se consideran en esta categoría las vías principales de un distrito o zona céntrica. - Generalmente tienen calzadas principales y auxiliares. - Circulan vehículos de transporte público.
Colectora 2	III	<ul style="list-style-type: none"> - Permite acceso a vías locales 	<ul style="list-style-type: none"> - Vías que están ubicadas entre 1 ó 2 distritos. - Tienen 1 ó 2 calzadas principales, pero no tienen calzadas auxiliares. - Circulan vehículos de transporte público.
Local Comercial	III	<ul style="list-style-type: none"> - Permite acceso al comercio local 	<ul style="list-style-type: none"> - Los vehículos circulan a una velocidad de 30 km/h. - Se permite estacionamiento. - No se permiten vehículos de transporte público. - Flujo peatonal importante.
Local Residencial 1	IV	<ul style="list-style-type: none"> - Permite acceso a las viviendas 	<ul style="list-style-type: none"> - Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado reducido. - Vías con calzadas asfaltadas, pero sin veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.

Local Residencial 2	V	- Permite acceso a las viviendas	- Vías con calzadas sin asfaltar. - Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.
---------------------	---	----------------------------------	--

- Tipo de calzada: Asfalto oscura
- Nivel de iluminancia: 20-40Lux

5.1. CALCULOS DE ILUMINACIÓN

Los parámetros de iluminación y resultados están indicados de acuerdo a la Norma Técnica DGE ‘‘Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución’’. Para lo cual se empleará el programa de cálculo Ulises del fabricante Schreder.

Vías Peatonales -	V	Permite acceso a las viviendas y propiedades mediante el tráfico peatonal.	Trafico exclusivamente peatonal.
-------------------	---	--	----------------------------------

Tabla 40. Niveles de Luminancia, Iluminancia e Índice de control de deslumbramiento

Tipo de Alumbrado	Luminancia media revestimiento seco	Iluminancia media Lux		Índice de control de deslumbramiento
	(Cd/m ²)	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

La repartición de luminancia e iluminancia debe ser lo suficientemente uniforme para que todo obstáculo destaque por su silueta, cualquiera sea su posición del observador. Para lo cual se respetarán los valores que a continuación se señalan.

Tabla 41. Uniformidad de Luminancia

Tipo de alumbrado	Uniformidad longitudinal	Uniformidad media
I	> 0.70	> 0.40
II	> 0.65	> 0.40

Tabla 42. Uniformidad de Luminancia

Tipo de alumbrado	Uniformidad media
III	0.25-0.35
IV	> 0.15

5.2. CLASIFICACION DE VIAS DE LAS CALLES A REMODELAR

La clasificación de vías es de acuerdo a la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”.

A. CARACTERISTICAS

La Avenida Av. Metropolitana está clasificado como:

- Tipo de Vía: Colectora 1
- Tipo de alumbrado: II

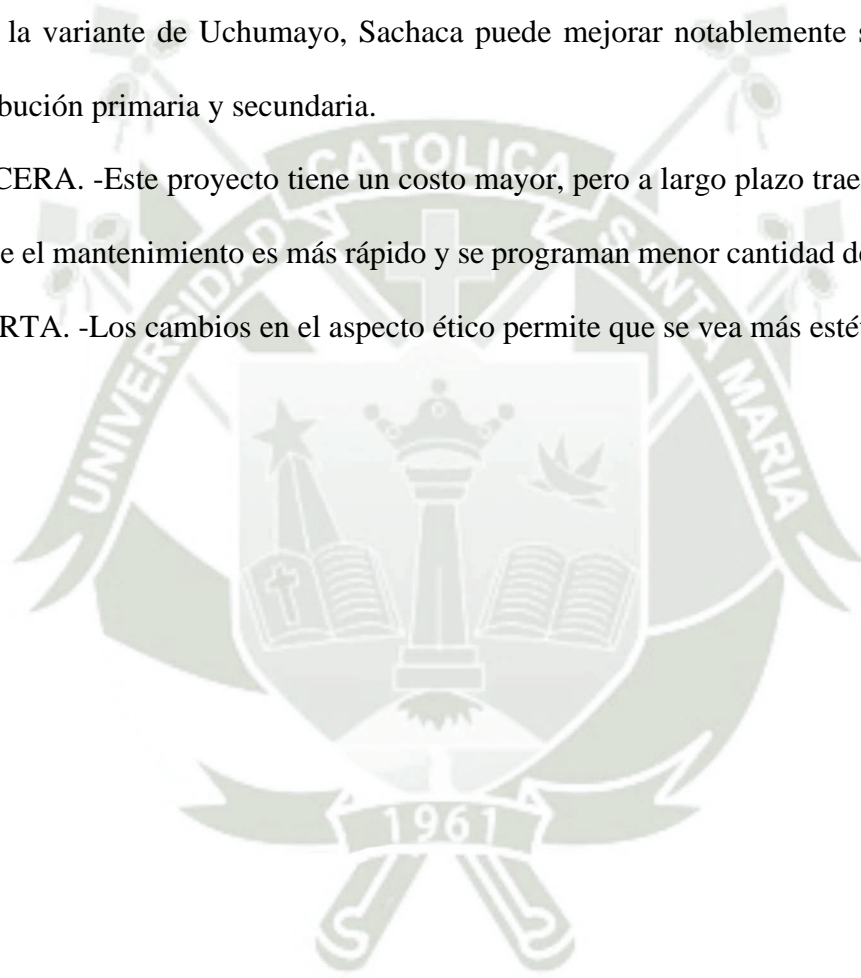
CONCLUSIONES

PRIMERA. – Se realizó remodelación de las redes aéreas existente por redes subterráneas tanto de Baja Tensión y Media Tensión de manera que posibiliten el suministro de energía eléctrica para el servicio particular, y alumbrado público

SEGUNDA. - El alumbrado público para la vía metropolitana, desde el pasaje Torrico hasta la variante de Uchumayo, Sachaca puede mejorar notablemente su subsistema de distribución primaria y secundaria.

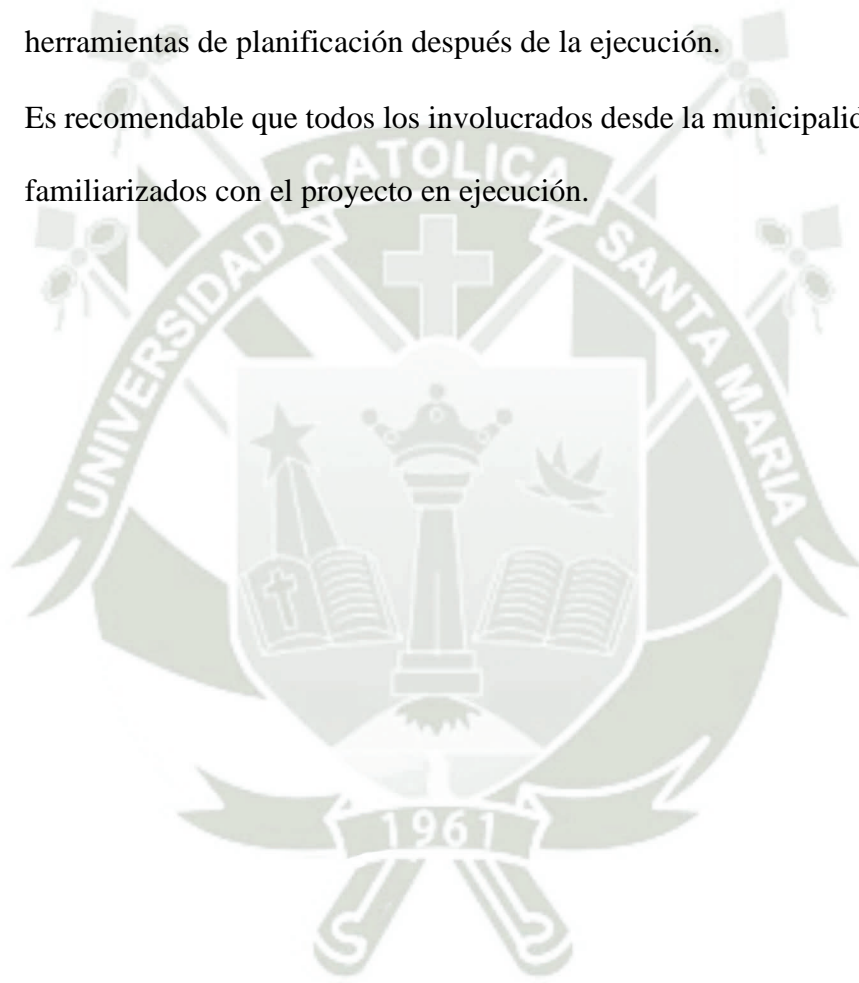
TERCERA. -Este proyecto tiene un costo mayor, pero a largo plazo trae muchas ventajas ya que el mantenimiento es más rápido y se programan menor cantidad de visitas técnicas.

CUARTA. -Los cambios en el aspecto ético permite que se vea más estético.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el proyecto en ejecución tenga una adecuada planificación a mediano y largo plazo basándose en el presupuesto previsto, manera que de esta manera pueda ser más medible en la ejecución.
- Los proyectos tienen características particulares por lo que se deberían implementar herramientas de planificación después de la ejecución.
- Es recomendable que todos los involucrados desde la municipalidad se encuentren familiarizados con el proyecto en ejecución.



REFERENCIAS

- Redes de distribución eléctrica Samuel Ramírez Castaña
- Redes de distribución eléctrica Samuel Ramírez Castaña
- Sistemas eléctricos de distribución Juan Antonio Morón
- Redes de distribución de emergía Samuel Ramírez Castaña
- Análisis de sistemas de potencia en estado estacionario Pablo Hernán Corredor
- Manual Para El Uso De Las Herramientas Básicas Del Software ETAP. Solannlly Briced
Mendieta Yepes
- IEE Institute Electrical and Electronics Engineers
- Código nacional de electricidad de utilización - Perú
- Municipalidad provincial de Arequipa <https://www.facebook.com/EnterateAQ/videos/1485049141583072/>
- Ley de concesiones eléctricas OSINERGMIN
Barrero. (2017). Sistemas de energía eléctrica. *Scielo*, 2.
- Bravo, J. (2019). *Diseño del subsistema eléctrico primario en redes de distribución subterránea y subestaciones tipo bóveda en media tensión para el intercambio vial de alto tránsito de la ciudad de Arequipa*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9628>
- Brown. (2017). *Electricidad, características y opciones de reforma*. Mexico: Redalyc.
- Castañeda. (2017). *Planeación óptima de redes aéreas de distribución*. Coruña: Scielo.
- Castro. (2018). *La seguridad eléctrica y los sistemas eléctricos*. La Habana: Scielo.
- Inga, R. (2019). *Remodelación del sub sistema de distribución primaria en 10kv, para mejorar la calidad de energía en la Troncal A4003 del distrito San Juan Bautista de la región Ayacucho*. Obtenido de

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6956/4/IV_FIN_10_9_TSP_Inga_Lopez_2019.pdf

Mora. (2018). Modelling some characteristics of electrical networks used as channels for providing. *Scielo*, 2.

Santacruz, E. (2018). *Despliegue óptimo de redes de distribución eléctricas soterradas usando métodos metaheurísticos y simulación*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15076/4/UPS-KT01468%20.pdf>

Tejada. (2018). *Instalaciones electricas*. Lima: Scielo.

Turner, S. (2017). Soterrad eléctrico en el centro historico de Santiago de Cuba. *Redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181320170009.pdf>

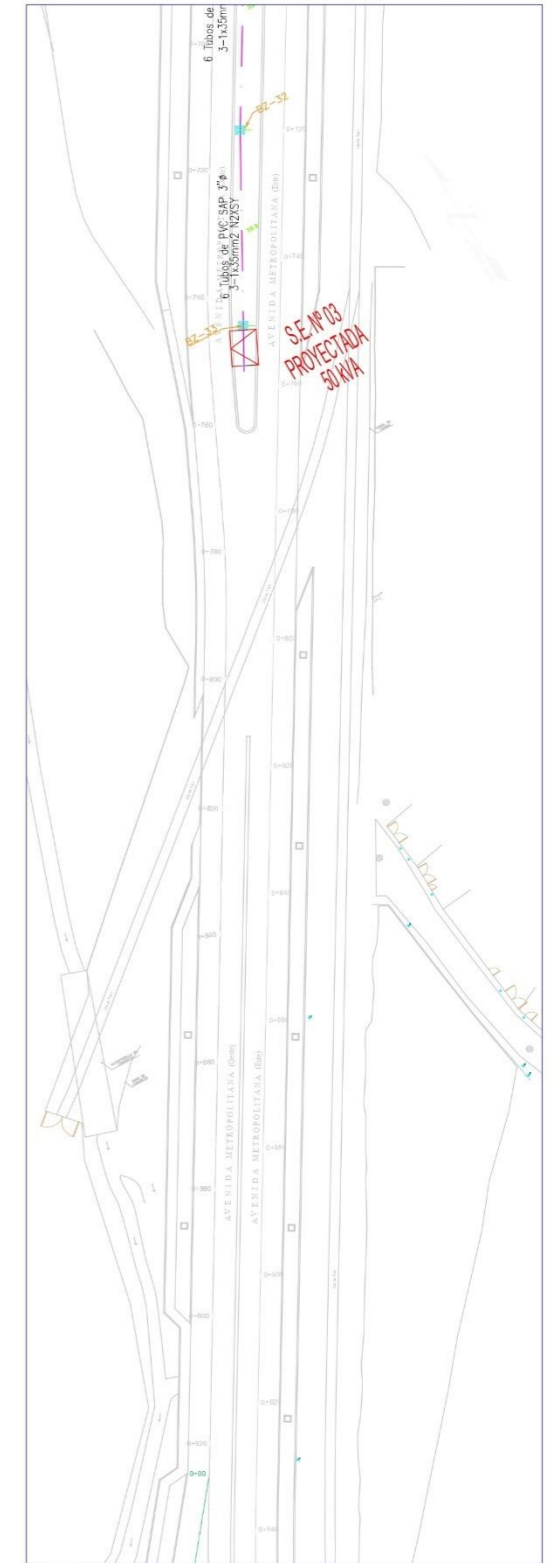
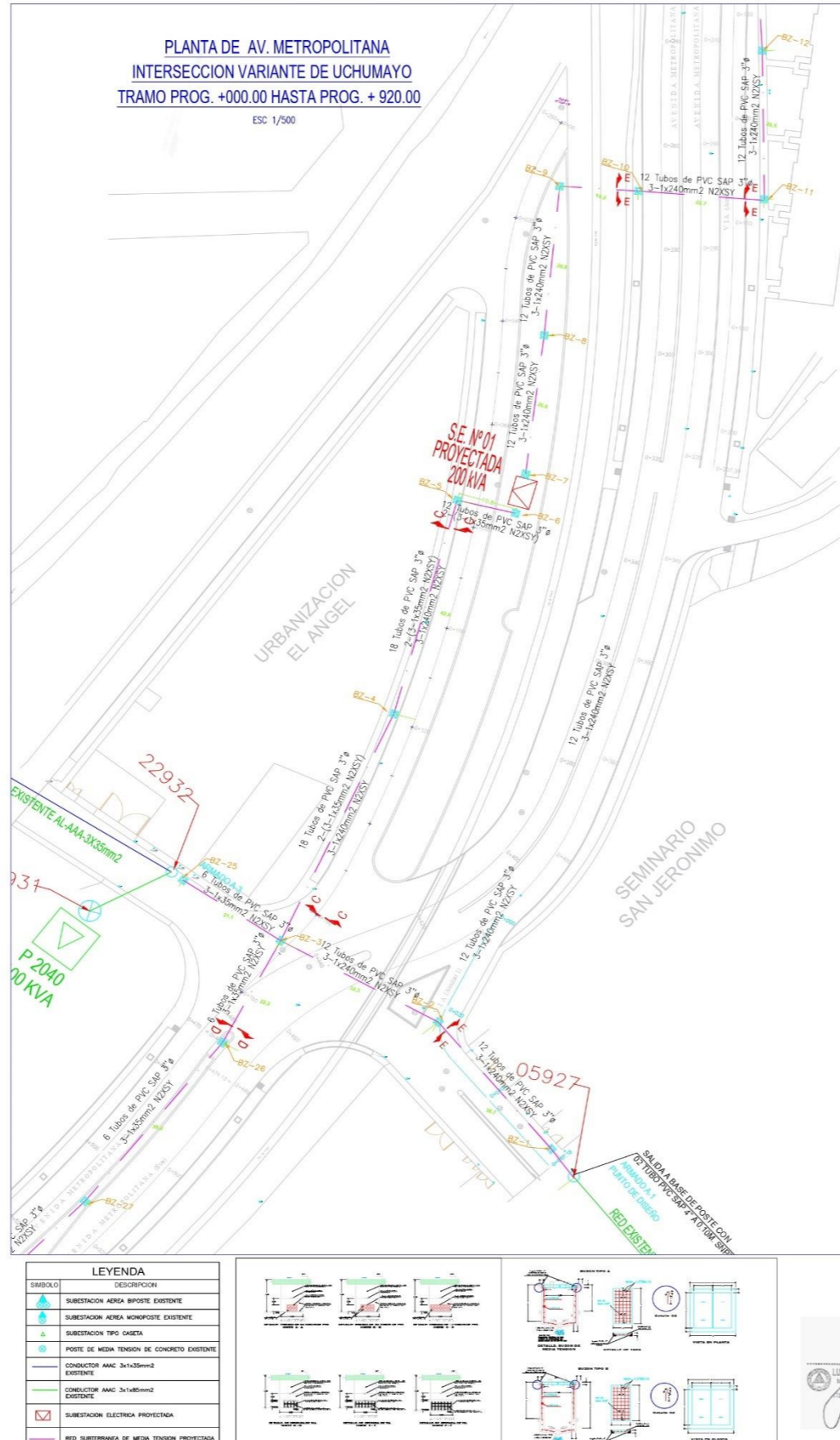
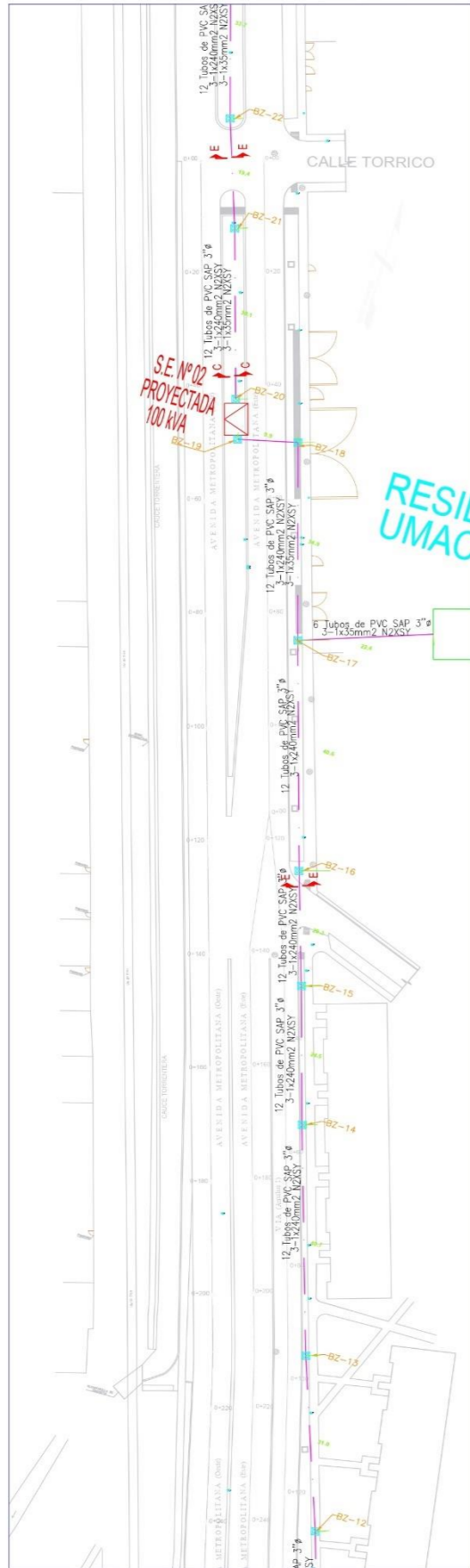




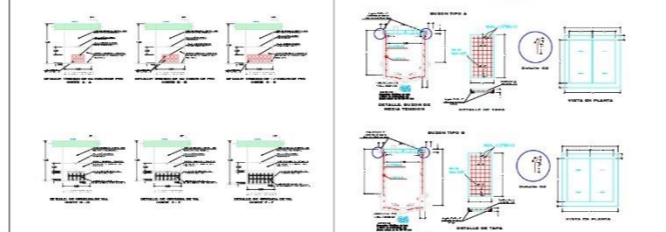
ANEXO 1

PLANOS Y DETALLES INTERCAMBIO VIAL

MEDIA TENSIÓN



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	SUBESTACION AEREA BIPOSTE EXISTENTE
	SUBESTACION AEREA MONOPOSTE EXISTENTE
	SUBESTACION TIPO CASITA EXISTENTE
	POSTE DE MEDIA TENSION DE CONCRETO EXISTENTE
	CONDUCTOR AAC 3x1x35mm2 EXISTENTE
	CONDUCTOR AAC 3x1x40mm2 EXISTENTE
	SUBESTACION ELECTRICA PROYECTADA
	RED SUBTENSION DE MEDIA TENSION PROYECTADA



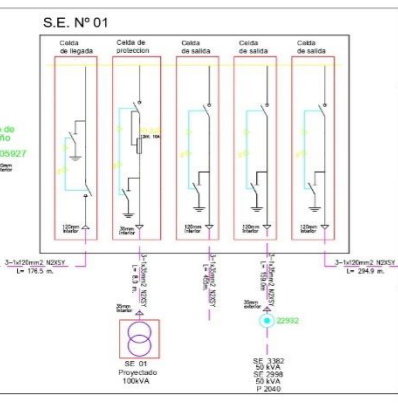
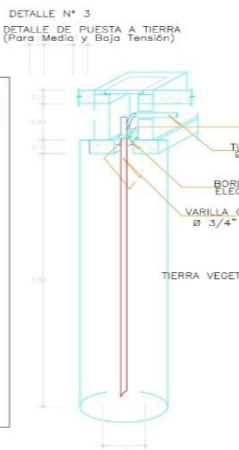
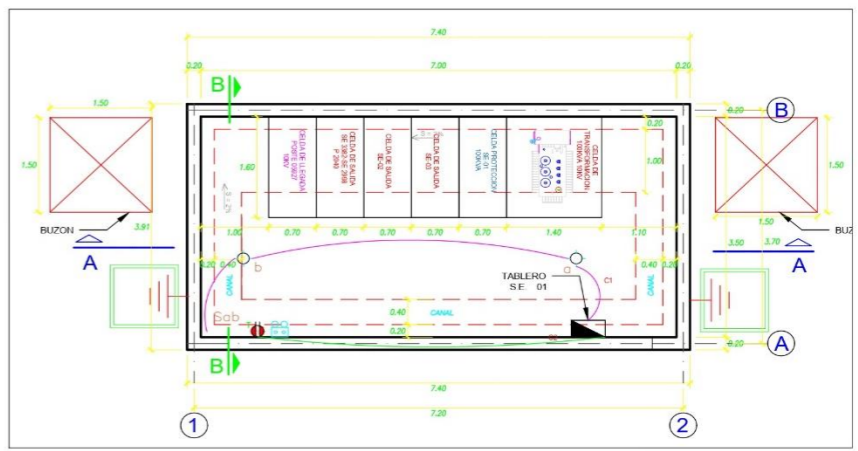
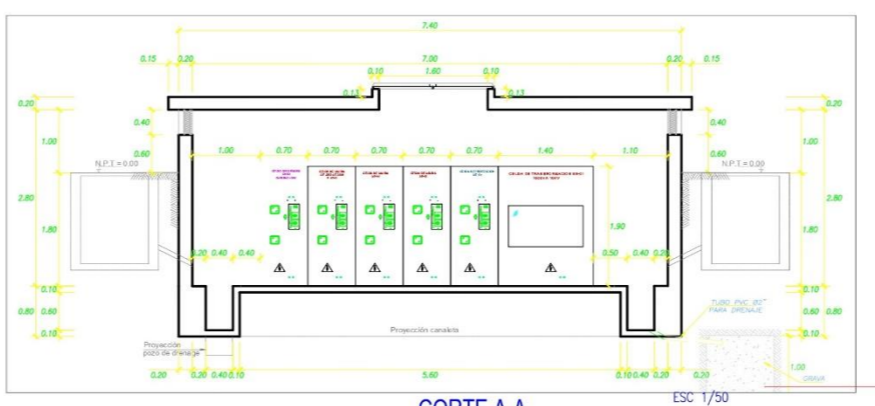
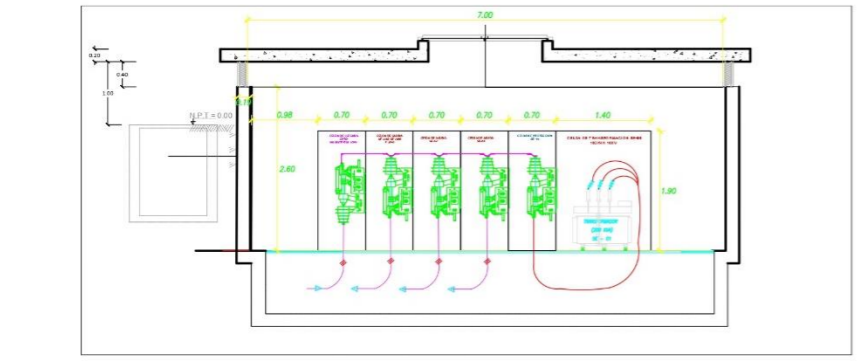
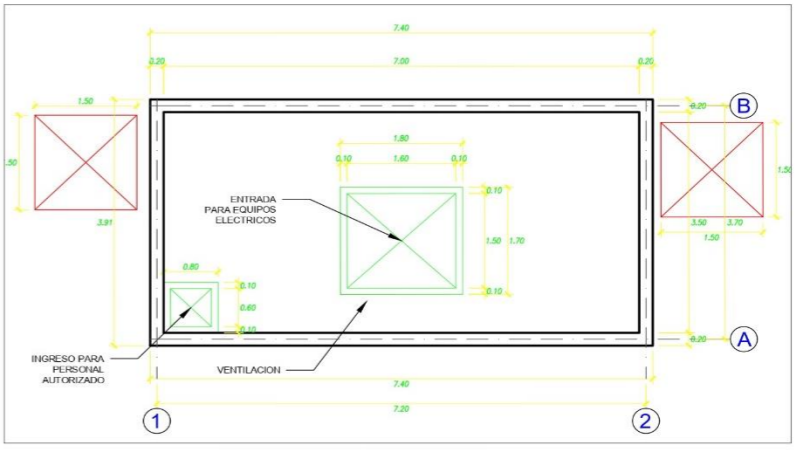
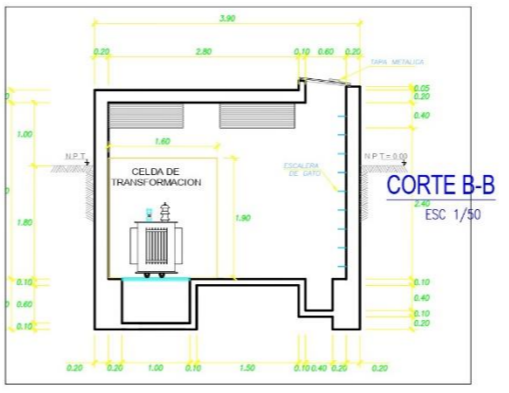
LUIS ORLANDO PEREZ PEREZ
 Ing. Electricista
 CIP. 2020
 00000774 - COLEGIADO

APROBADO:	
LEVANTADO POR:	FECHA:
J. MARTINEZ C.	
DIBUJADO POR:	FECHA:
J. MARTINEZ C.	
REVISADO POR:	FECHA:
APROBADO POR:	FECHA:
RESIDENTE:	FECHA:
CLIENTE:	FECHA:

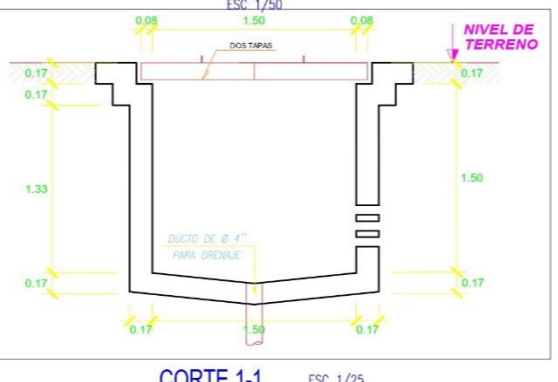
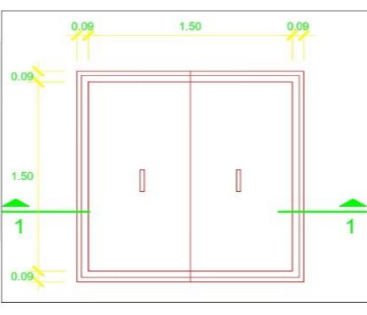


MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA GERENCIA DE DESARROLLO URBANO			
PROYECTO: AMPLIACION DE LA TERCERA ETAPA DE LA VIA METROPOLITANA DESDE EL PASAJE TORRICO HASTA LA VARIANTE DE UCHUMAYO, DISTRITO DE SACHACA - AREQUIPA - AREQUIPA			
PROYECTADO: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA			
Región:	PLANO: MEDIA TENSION - AV. METROPOLITANA CON VARIANTE DE UCHUMAYO	LAMINA N°:	
Provincia:	Arequipa	TRAMO DE MEJORAMIENTO	
Distrito:	Sachaca	Proyectado:	ING. LUIS ORLANDO PEREZ PEREZ
		Revisado:	CONSORCIO PROYECTO METROPOLITANA 3
		Escrito:	Indicada
		Fecha:	Mayo - 2021

RP-01



ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA

CONSULTOR : CONSORCIO VIAL AVELINO CARRION

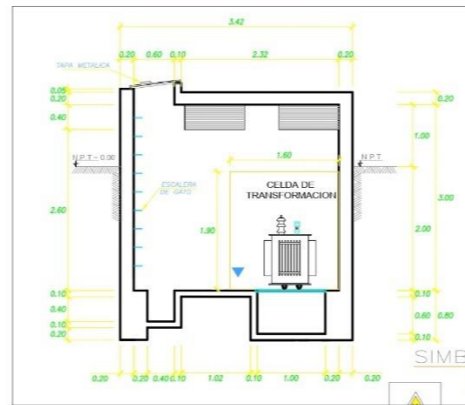
Dibujos	N°	FECHA	REVISIONES	
			DESCRIPCION	
...

PROYECTO: AMPLIACION DE LA TERCERA ETAPA DE LA VIA METROPOLITANA DESDE EL PASAJE TORRICO HASTA LA VARIANTE DE UCHUMAYO YANAHUARA-SACHACA PROVINCIA DE AREQUIPA

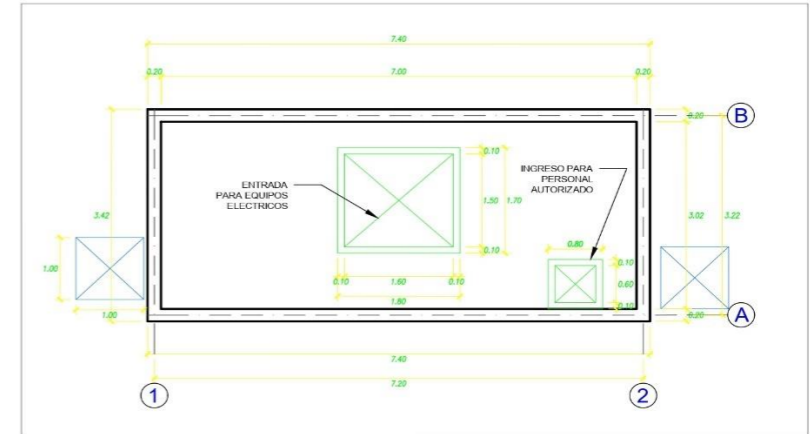
PLANO: DETALLE SUBESTACION CASETA SE-01

ESCALA: INDICADA
FECHA: DICIEMBRE 2020
N° LAMINA: RP-03

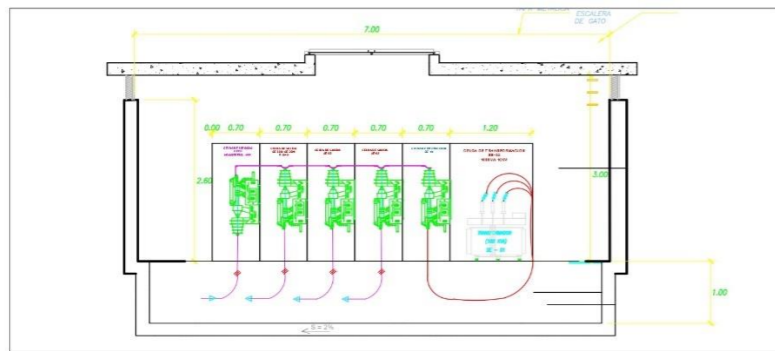
S.E. N° 02 PROYECTADA 100 kVA



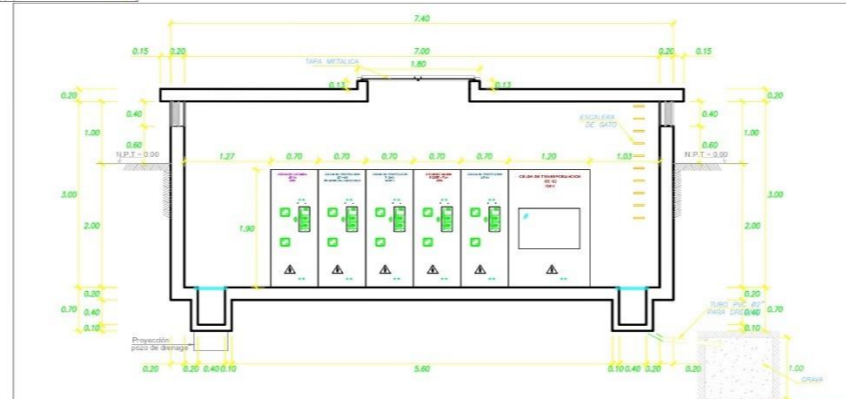
CORTE 2-2
ESC 1/50



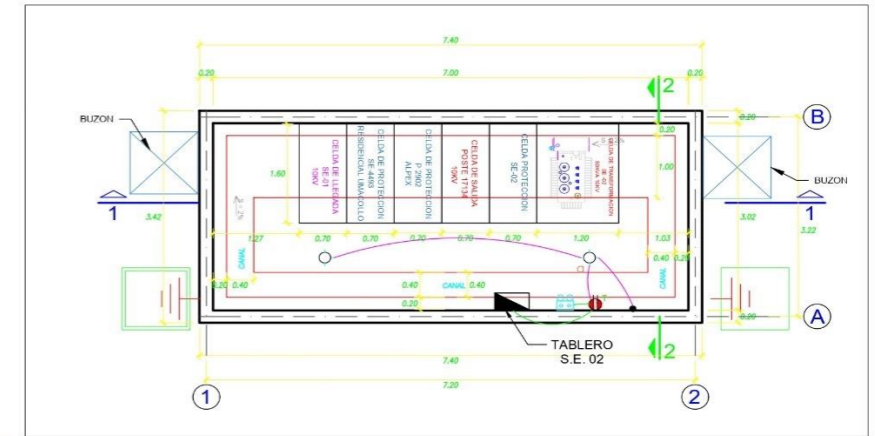
PLANTA DE TECHOS SE-02
ESC 1/50



CABLEADO DE SUB ESTACION 01



CORTE 1-1
ESC 1/50



PLANTA DE SUB ESTACION 02
ESC 1/50

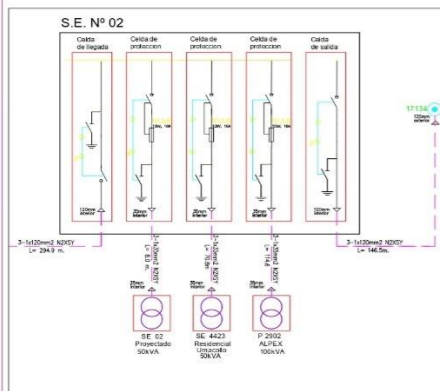
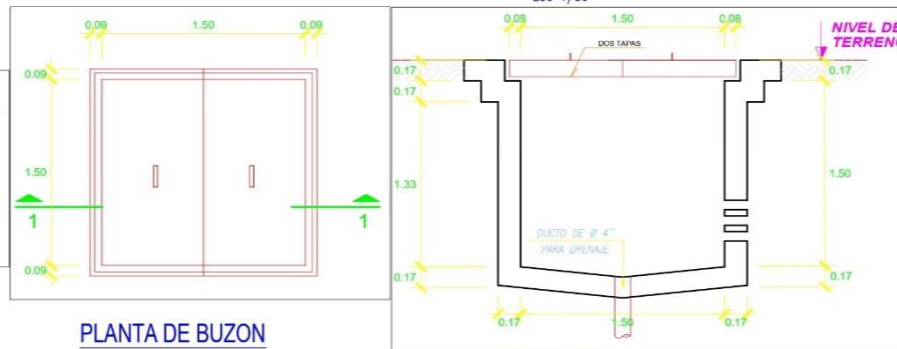


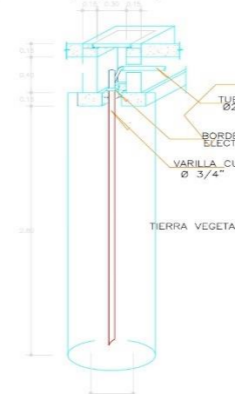
DIAGRAMA UNIFILAR SE-02



PLANTA DE BUZON
ESC 1/25

CORTE 1-1
ESC 1/25

DETALLE N° 3
DETALLE DE PUESTA A TIERRA
(Para Media y Bajo Tension)



SIMBOLOGIA DE SEGURIDAD

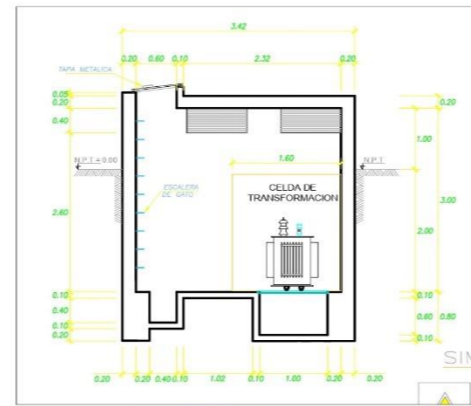


señalización puesta a tierra

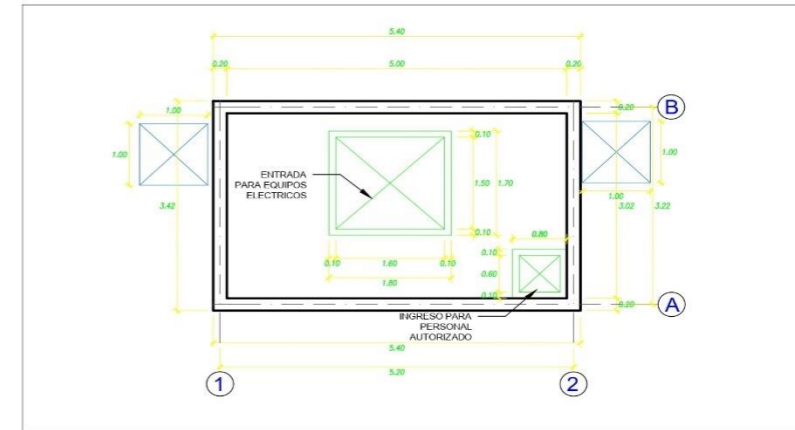


LIBRO DE SEGURIDAD
C.O. 1000
N° 00075 - CUSPINCUSO

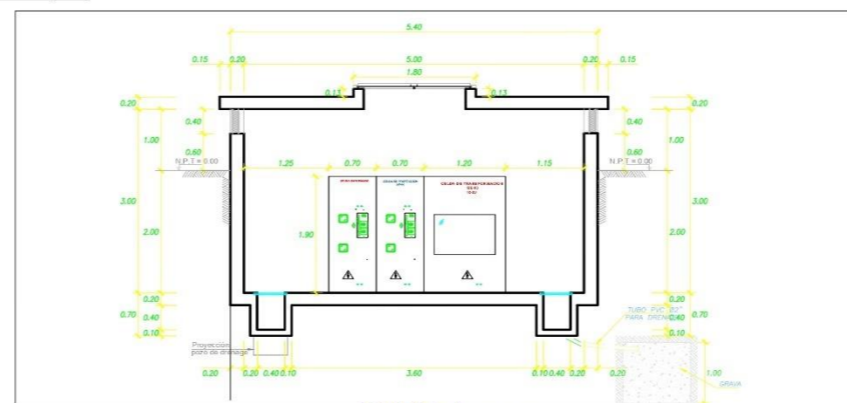
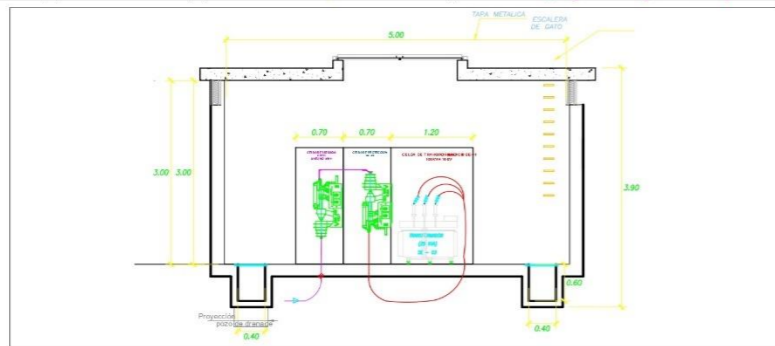
<p>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA</p>	<p>CONSULTOR: CONSORCIO VIAL AVELINO CARRION</p>	<p>Diseño: J.B.R.</p>	<p>REVISIONES</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		N°	FECHA	DESCRIPCION				<p>PROYECTO: AMPLIACION DE LA TERCERA ETAPA DE LA VIA METROPOLITANA DESDE EL PASAJE TORRICO HASTA LA VARIANTE DE UCHUMAYO YANAHUARA-SACHACA PROVINCIA DE AREQUIPA</p>	<p>PLANO: DETALLE SUBESTACION CASETA SE-02</p>	<p>ESCALA: INDICADA FECHA: DICIEMBRE 2020 N° LAMINA: RP-04</p>
			N°	FECHA	DESCRIPCION								
<p>RESPONSABLE:</p>													



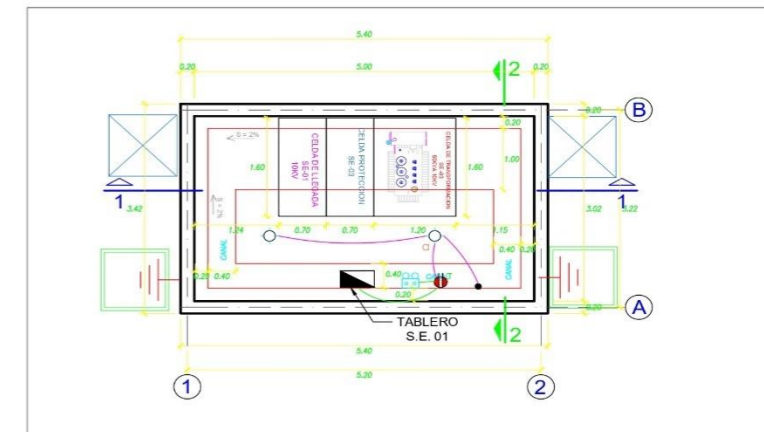
CORTE 2-2
ESC 1/50



PLANTA DE TECHOS SE-03
ESC 1/50



CORTE 1-1 ESC 1/50



PLANTA DE SUB ESTACION 03
ESC 1/50

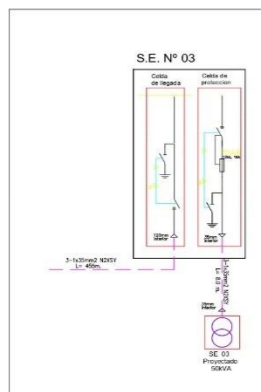
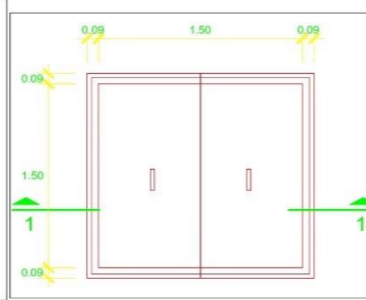
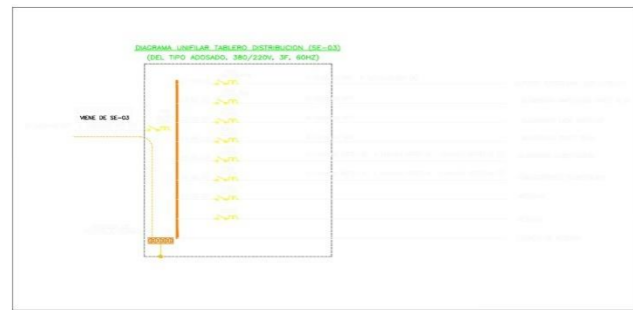
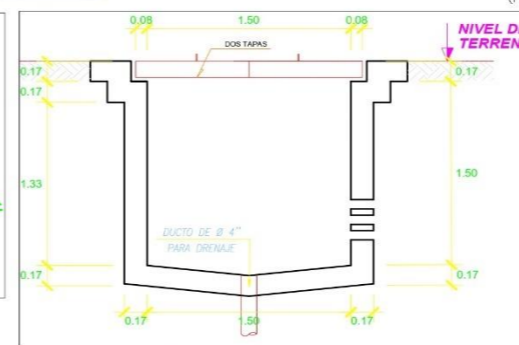


DIAGRAMA UNIFILAR SE-02



PLANTA DE BUZON

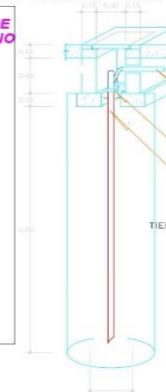
ESC 1/25



CORTE 1-1

ESC 1/25

DETALLE N° 3
DETALLE DE PUESTA A TIERRA
(Para Media y Baja Tension)



SIMBOLOGIA DE SEGURIDAD



[Signature]
LUIS PEREZ PEREZ
Ingeniero Electricista
C.O. 0000000000
C.O. 0000000000



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA

CONSULTOR:
CONSORCIO VIAL AVELINO CARRION

Diseño:
Dibujos: J.B.R.
Responsable:

N°	FECHA	REVISIONES DESCRIPCION

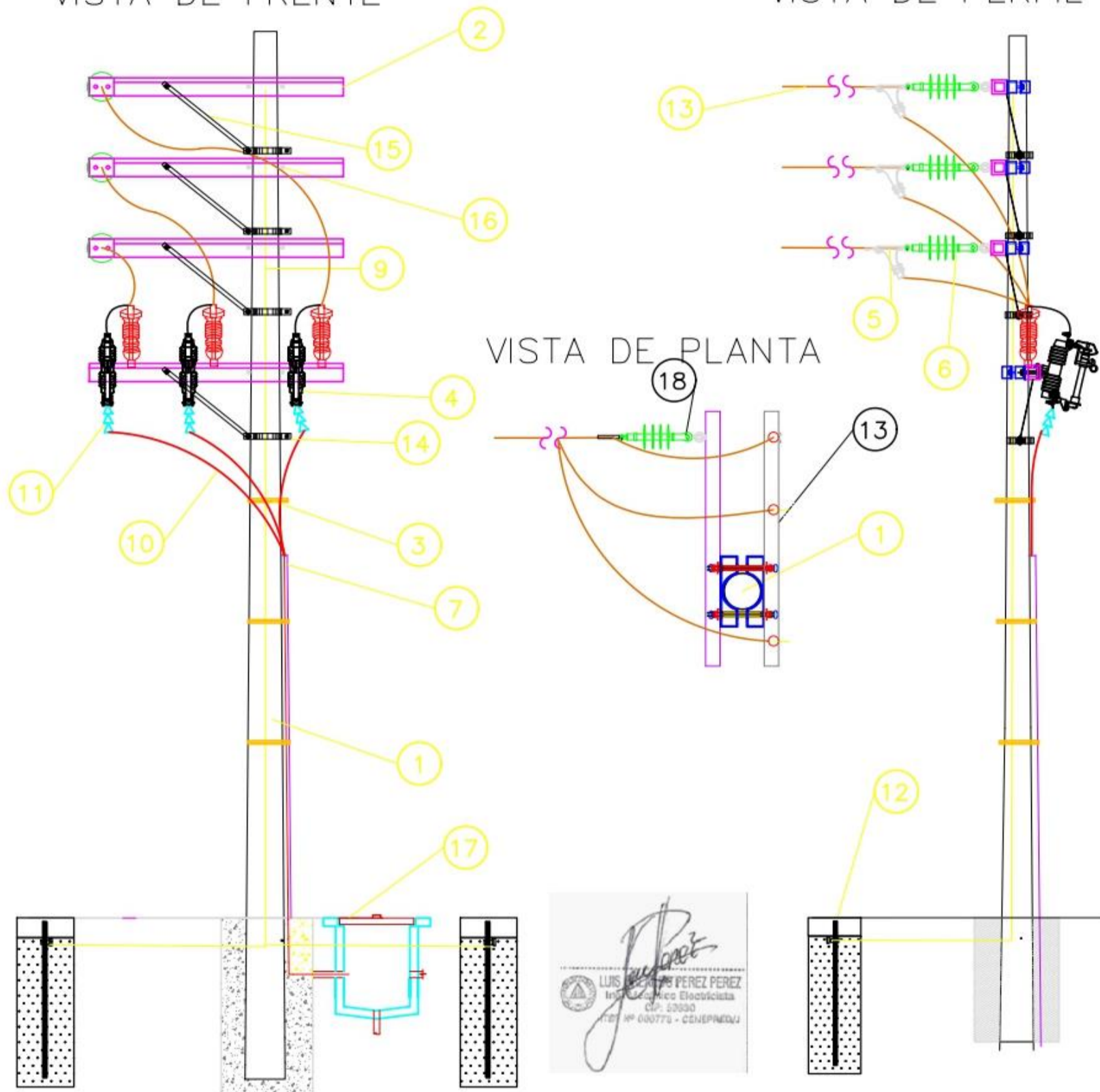
PROYECTO:
AMPLIACION DE LA TERCERA ETAPA DE LA VIA METROPOLITANA DESDE EL PASAJE TORRICO HASTA LA VARIANTE DE UCHUMAYO YANAHUARA-SACHACA PROVINCIA DE AREQUIPA

PLANO:
DETALLE SUBESTACION CASETA SE-03

ESCALA: INDICADA
FECHA: DICIEMBRE 2020
N° LAMINA:
RP-04

VISTA DE FRENTE

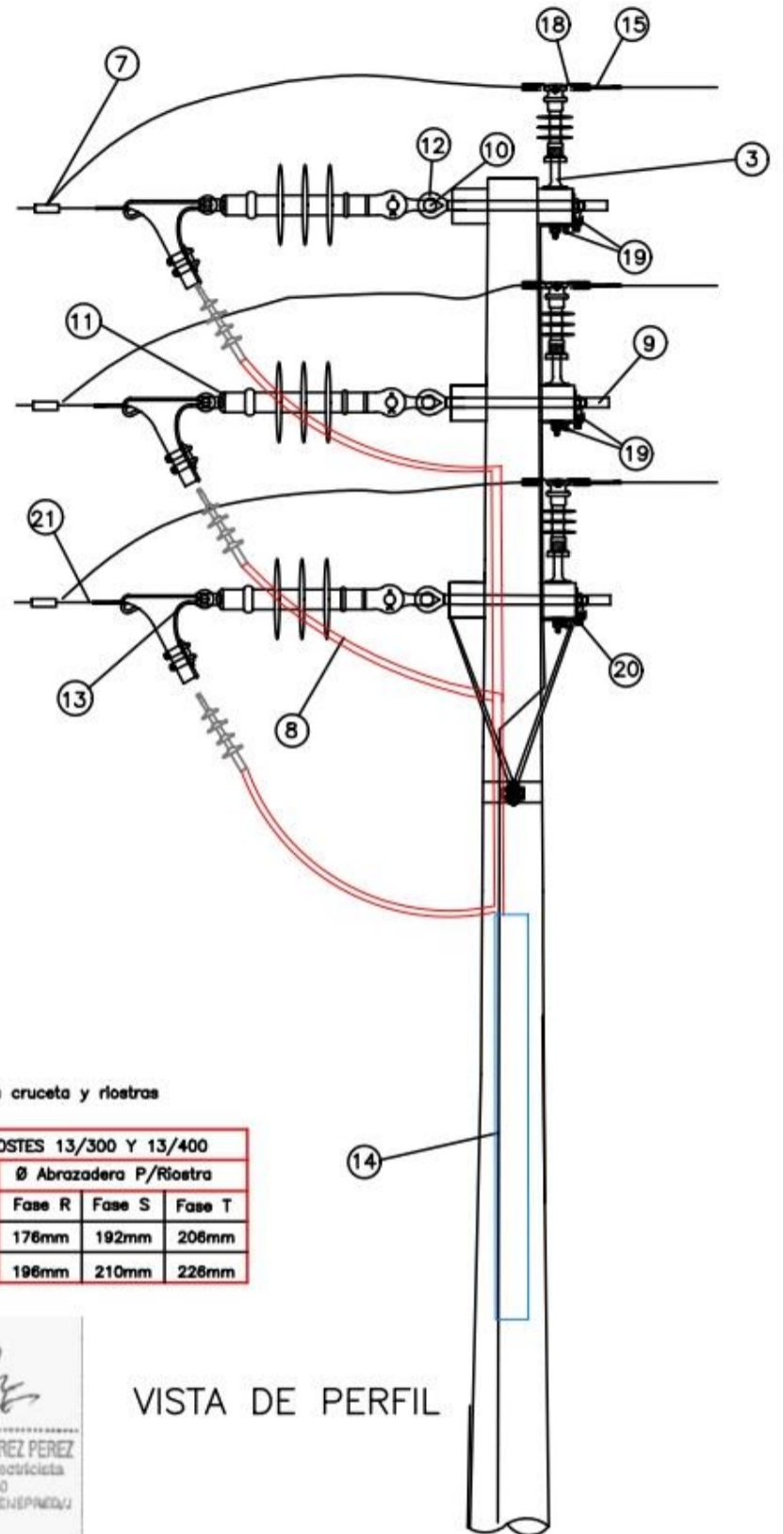
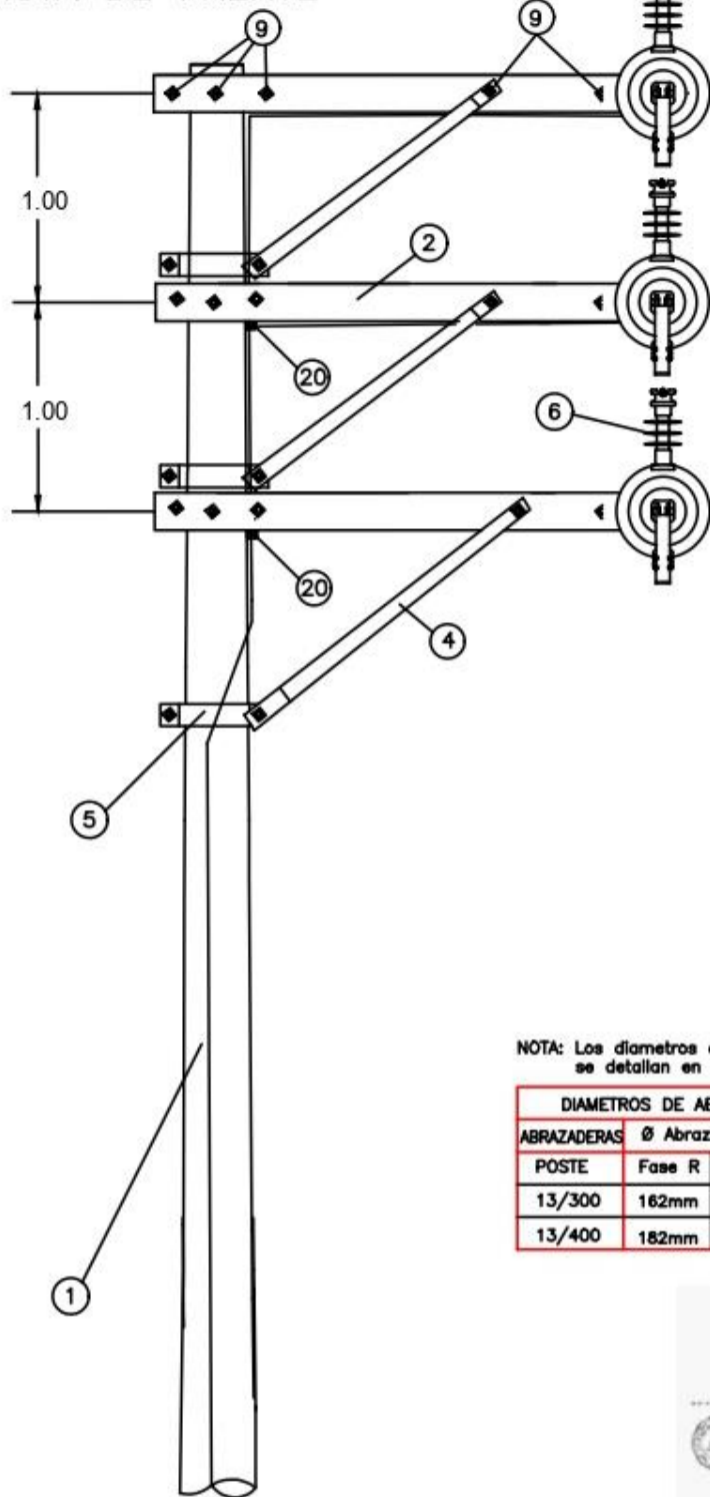
VISTA DE PERFIL



CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	DESCRIPCION
30	10	30	10	30	10
1	1	11	3		
2	4	12	2		
3	-	13	-		
4	3	14	3		
5	3	15	4		
6	3	16	8		
7	1	17	1		
8	3	18			
9	42m	19			
10	m	20			

PROYECTISTA :	ING. LUIS ORLANDO PEREZ PEREZ	
PROYECTO:	REDES DE DISTRIBUCION PRIMARIA - 10 KV	PROYECTADO POR :
DETALLE :	ARMADO A 4	REVISADO POR:
		DIBUJO :
		APROBADO POR:
		FECHA:
		LAMINA :
		RP-09

VISTA DE FRENTE



NOTA: Los diámetros de abrazaderas para cruceta y riostras se detallan en el cuadro

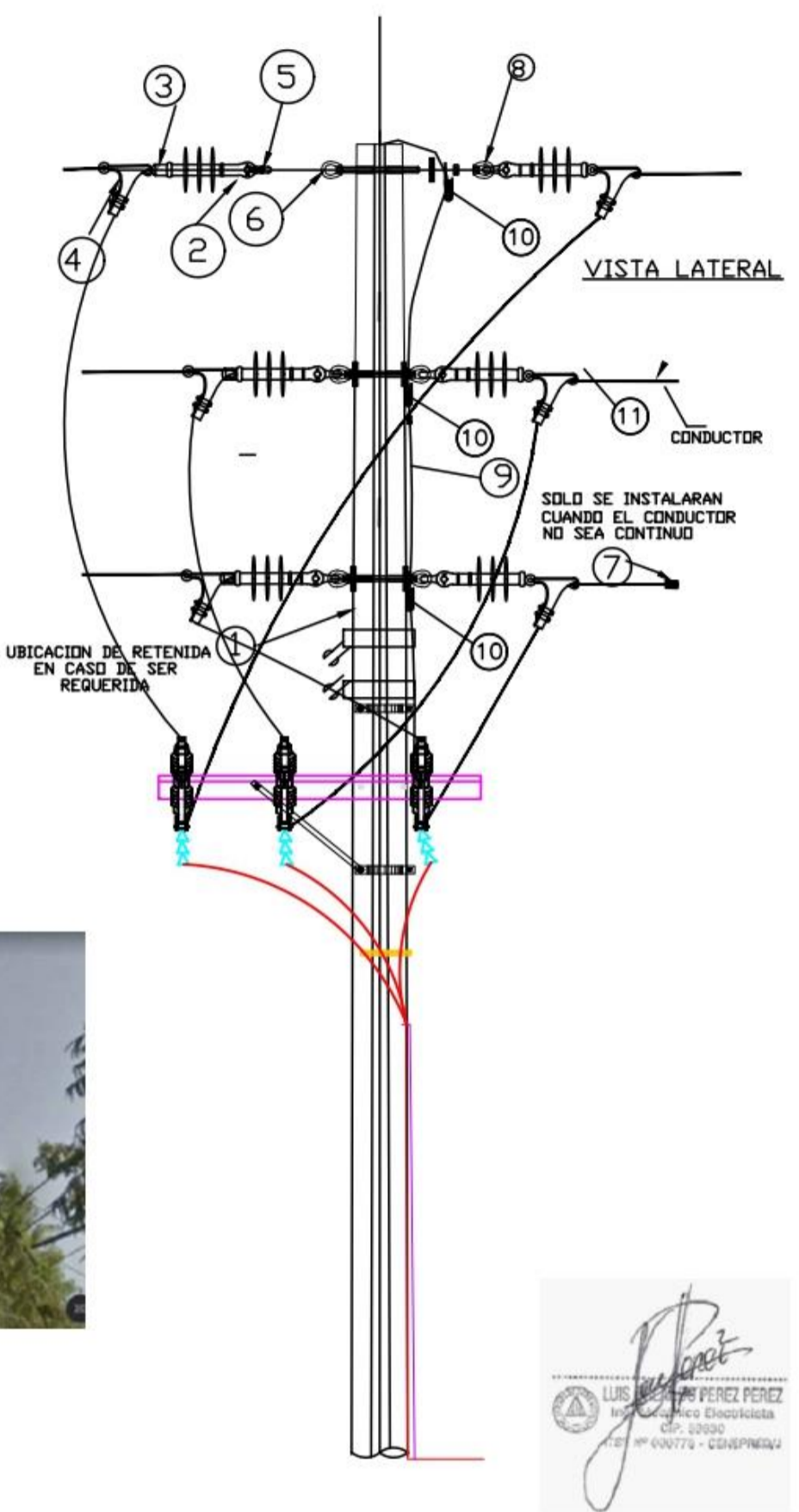
DIAMETROS DE ABRAZADERAS PARA POSTES 13/300 Y 13/400						
ABRAZADERAS	Ø Abrazadera P/Cruceta			Ø Abrazadera P/Riostra		
POSTE	Fase R	Fase S	Fase T	Fase R	Fase S	Fase T
13/300	162mm	177mm	192mm	176mm	192mm	206mm
13/400	182mm	197mm	212mm	196mm	210mm	228mm


 LUIS ORLANDO PEREZ PEREZ
 Ingeniero Electricista
 C.P. 50030
 C.C. 000773 - CENEPREGU

VISTA DE PERFIL

ITEM.	CANT.	DESCRIPCION	ITEM.	CANT.	DESCRIPCION
1	1	POSTE DE CAC NORMALIZADO 13/300 (EXISTENTE)	11	3	ADAPTADOR CASQUILLO OJO
2	6	CRUCETA METALICA DE 2.40 MTS	12	3	ADAPTADOR HORQUILLA BOLA
3	3	SOPORTE RECTO PARA AISLADOR PIN PARA CRUCETA METALICA	13	3	GRAMPA ANCLAJES PARA CABLE HASTA 35mm2
4	6	BRAZO RIOSTRA METALICO DE 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" x 1.45 m	14	1	TUBERIA F"Ø 4"
5	3	ABRAZADERA PARA RIOSTRA DE A"Ø, 2 1/2", e=1/4" c/ pernos, tuercas y arandelas (Ø según requerimiento)	15	3	VARILLA DE PREFORME SIMPLE PARA CONDUCTOR
6	3	AISLADOR POLIMERICO TIPO PIN DE 15 kV	16	-	PERNO CABEZA HEXAGONAL 5/8" X 7" C/TUERCA Y ARANDELA
7	3	GRAMPAS RANURA PARALELA 2 PERNOS ALUMINIO	17	-	PERNO CABEZA HEXAGONAL 5/8" X 8" C/TUERCA Y ARANDELA
8	6	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION 15 kV de 102mm Ø X 440mm LOG.	18	1.5m	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO RECOCIDO 16mm2
9	15	PERNO PASANTE 5/8"x20" C/TUERCAS, CONTRATUERCAS Y ARANDELAS	19	6	PLANCHA DOBLADA TIPO J PARA TOMA A TIERRA
10	3	TUERCA OJO DE 5/8"	20	5	CONECTOR PERNO PARTIDO DE COBRE ESTANADO 16mm2
			21	1.8m	CINTA PLANA PARA CONDUCTOR
PROYECTISTA : ING. LUIS ORLANDO PEREZ PEREZ					
PROYECTO: REDES DE DISTRIBUCION PRIMARIA - 10 KV			PROYECTADO POR :		LAMINA : RP-08
DETALLE : ARMADO A 3			REVISADO POR:	DIBUJO :	
			APROBADO POR:	FECHA:	

RED TRIFÁSICA



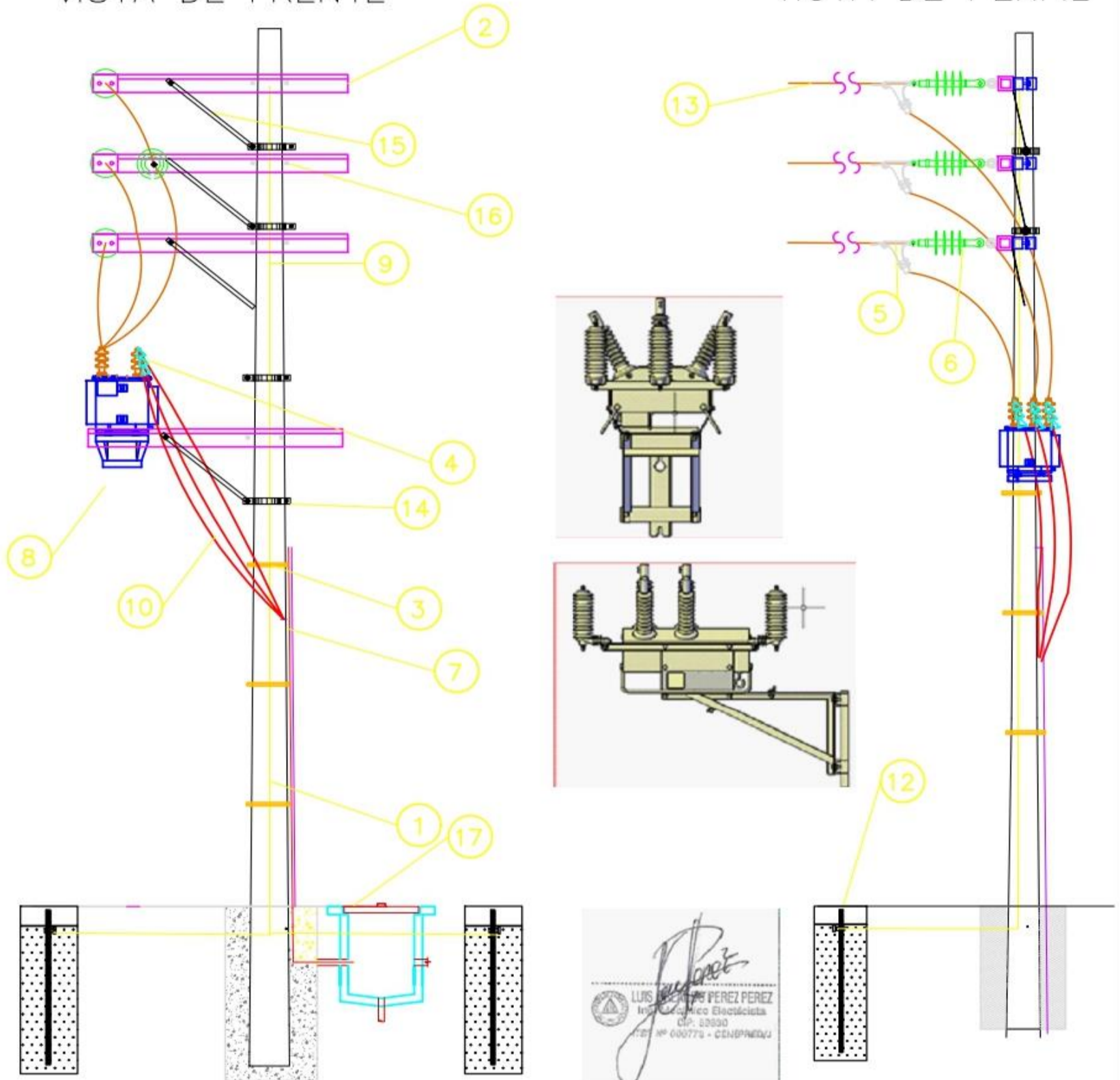
(EXISTENTE)



CANTIDAD		DESCRIPCION	ITEM	CANTIDAD		DESCRIPCION	
ITEM	3Ø	1Ø		3Ø	1Ø		
1	1	1	POSTE DE CAC NORMALIZADO (EXISTENTE)	9	20	20	CONDUTOR DE COBRE 16mm2 A POZO A TIERRA
2	12	8	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION 15 KV	10	3	2	PLANCHA DOBLADA TIPO J PARA TOMA A TIERRA
3	6	4	ADAPTADOR CASQUILLO OJO	11	3.6m	2.4m	CINTA PLANA PARA CONDUTOR
4	6	4	GRAMPA DE ANCLAJES PARA CABLE 4/0AWG				
5	6	4	ADAPTADOR HORQUILLA BOLA				
6	3	2	PERNOS TIPO OJO DE 5/8X12" C/TUERCA, CONTRATUERCA Y ARANDELA				
7	3	2	GRAMPA RANURA PARALELA 2 PERNOS DE ALUMINIO				
8	3	2	TUERCA OJO 5/8"				
PROYECTISTA :			ING. LUIS ORLANDO PEREZ PEREZ				
PROYECTO:			REDES DE DISTRIBUCION PRIMARIA – 10 KV		PROYECTADO POR :		
DETALLE :			ARMADO A 2		REVISADO POR: DIBUJO :		
					APROBADO POR: FECHA:		
					LAMINA : RP-07		

VISTA DE FRENTE

VISTA DE PERFIL



CANTIDAD		DESCRIPCION	CANTIDAD		DESCRIPCION	CANTIDAD		DESCRIPCION
30	10		30	10		30	10	
1	1	POSTE DE CAC 14/400 NORMALIZADO (EXISTENTE)	11	-				
2	4	CRUCEA DE PERFIL ANGULAR DE A7", 3"x3"x2.4m, s=1/4"	12	2	POZO A TIERRA			
3	-	CINTA BANDID 3/4"	13	-	CONDUCTOR AAC 85mm2			
4	3	TERMINACIONES PARA CABLE NEXSY 120mm2	14	3	ABRAZADERA PARA ROSTRA DE A7", 2 1/2", s=1/4"			
5	3	GRAMPA ANCLAJES TIPO PISTOLA	15	4	BRAZO ROSTRA METALICO DE 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" x 0.71 m			
6	3	AISLADOR POLIMERICO DE SUSPENSION 15KV	16	8	PERNO CABEZA HEXAGONAL 5/8"x3" C/TUERCA, CONTRA TUERCA Y VOLANDA			
7	1	TUBO PVC SAP 4"	17	1	1	1	BRUJON DE LLEGADA PARA CABLE SUBTERRANEO NEXSY 2X1X35mm2	
8	3	INTERRUPTOR DE POTENCIA 15KV	18					
9	42m	CONDUCTOR DE COBRE 16mm2 A POZO A TIERRA BT Y MT	19					
10	m	CONDUCTOR 3 1X240mm2 NEXSY	20					

PROYECTISTA :
ING. LUIS ORLANDO PEREZ PEREZ

PROYECTO:
REDES DE DISTRIBUCION PRIMARIA - 10 KV

DETALLE :
ARMADO A 1

PROYECTADO POR :

REVISADO POR:

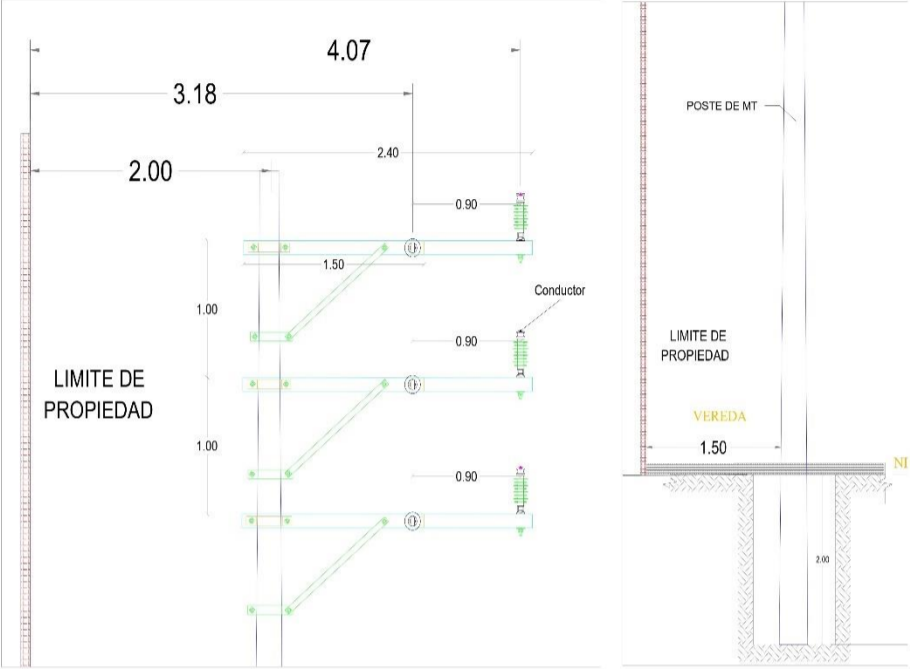
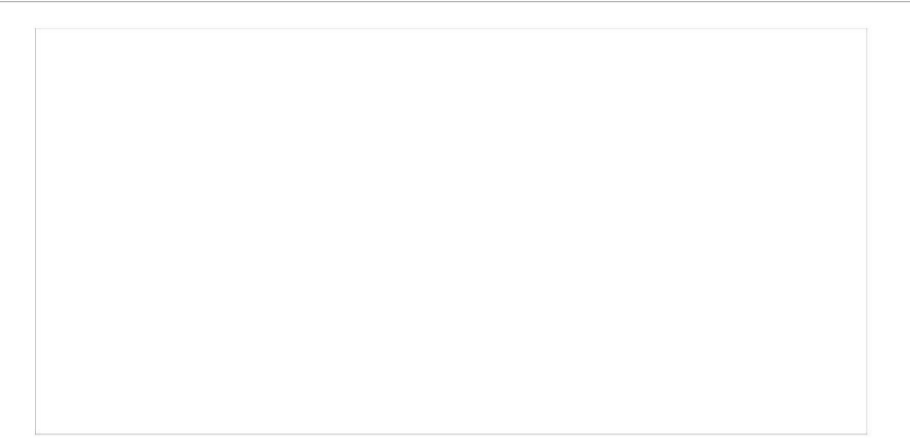
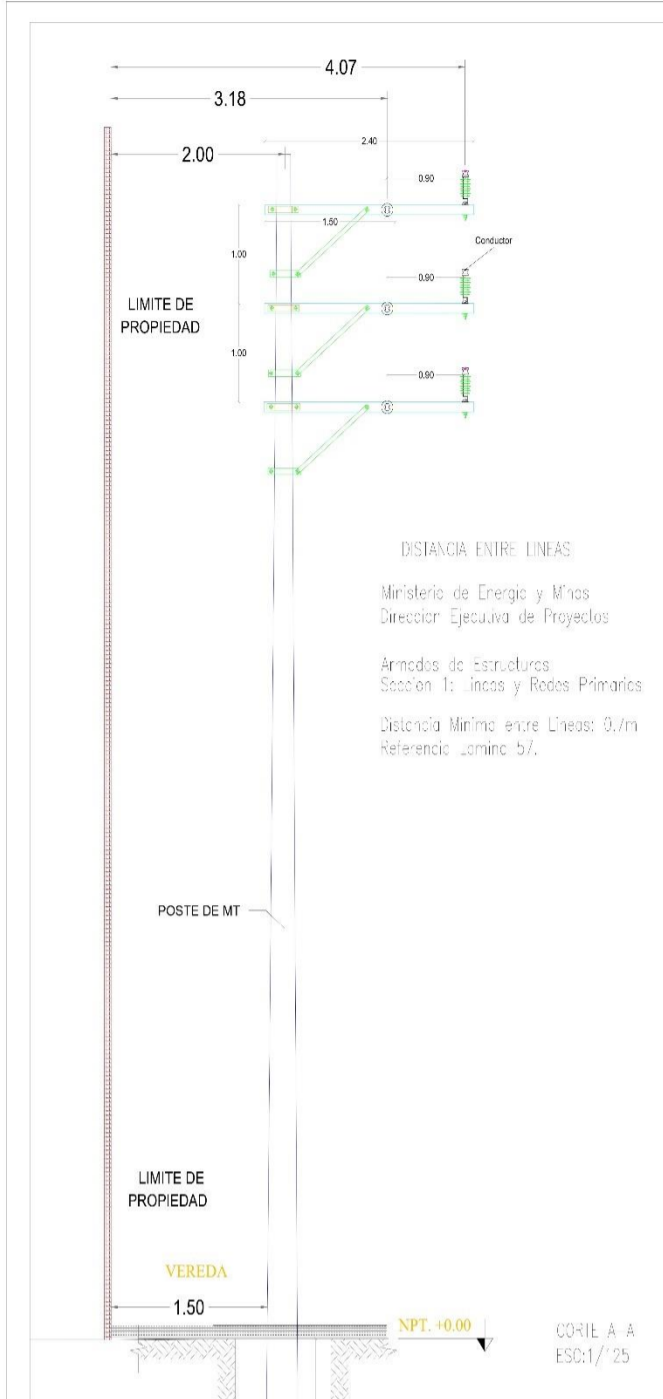
APROBADO POR:

DIBUJO :

FECHA:

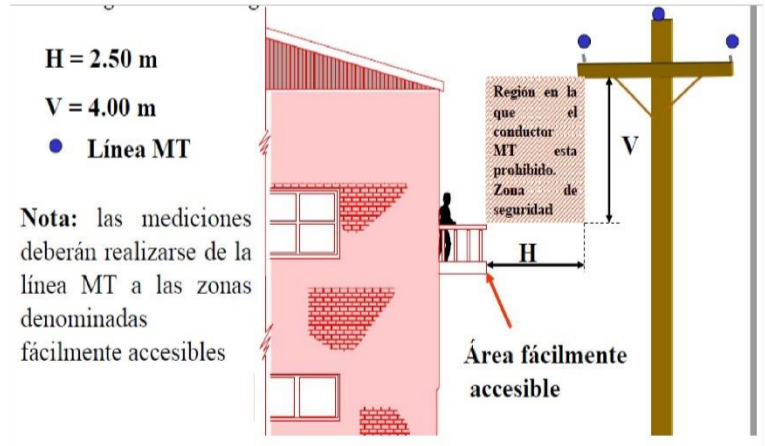
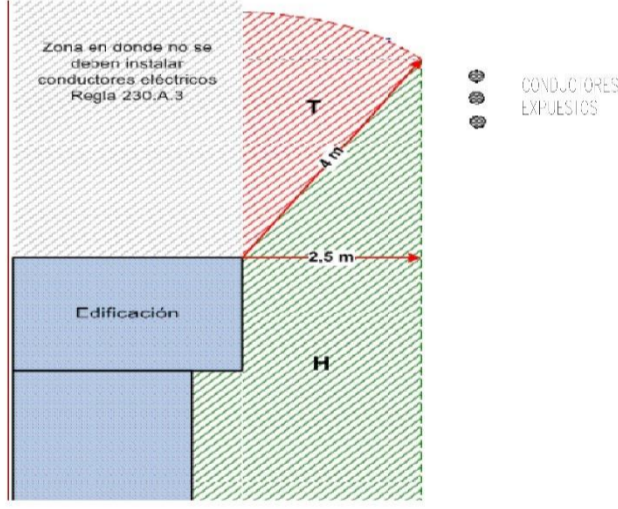
LAMINA :

RP-06



Distancias Seguridad de conductores a edificaciones y otras instalaciones

Distancia de seguridad de		MT expuesto	MT aislado	BT expuesto	BT aislado	
Edificaciones	Horizontal	2,5	1,5	1,0	1,0	
	Vertical	No Accesible	4,0	3,0	3,0	1,8
		Accesible	4,0	3,0	3,0	3,0



Regiones donde los conductores están prohibidos	Distancias de seguridad mínimas
 HORIZONTAL	2,5 m
 TRANSICIONAL	4,0 m

La distancia de seguridad transicional es igual a la distancia vertical establecida en la regla 234 C.1 (tabla 234-1 del CNE).

UBICACION DE ESTRUCTURA AL BORDE DE LA VEREDA
ESC:1/25

DISTANCIA MIN. VC. DE SEGURIDAD EN LINDAS ATRAS
REGLA 234.0 CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD SUMINISTRO

NOTA:
-Las distancias establecidas para este proyecto cumplen con las distancias mínimas de seguridad de acuerdo al CNE.

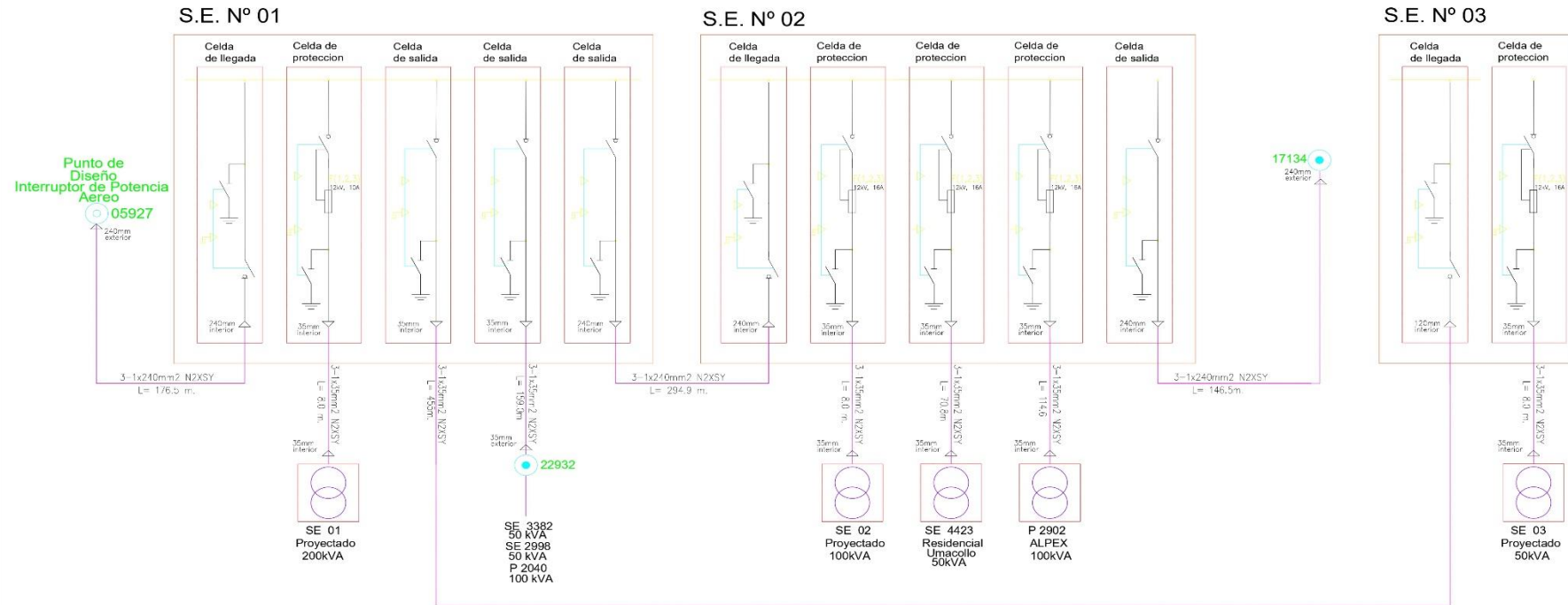
LUIS PEREZ PEREZ PEREZ
 Ingeniero Electricista
 CIP: 69680
 ITC Nº 000776 - CENEPREQU

AMPLIACION TERCERA ETAPA AV METROPOLITANA

FECHA	APROB.	DISEÑO:	A.F.A.
		REVISO:	A.F.A.
		DIBUJO:	J.C.N
		FECHA:	DIC 2020
		ESCALA:	

DISTANCIA DE SEGURIDAD DE CONDUCTORES (DMS) A EDIFICACIONES Y OTRAS INSTALACIONES

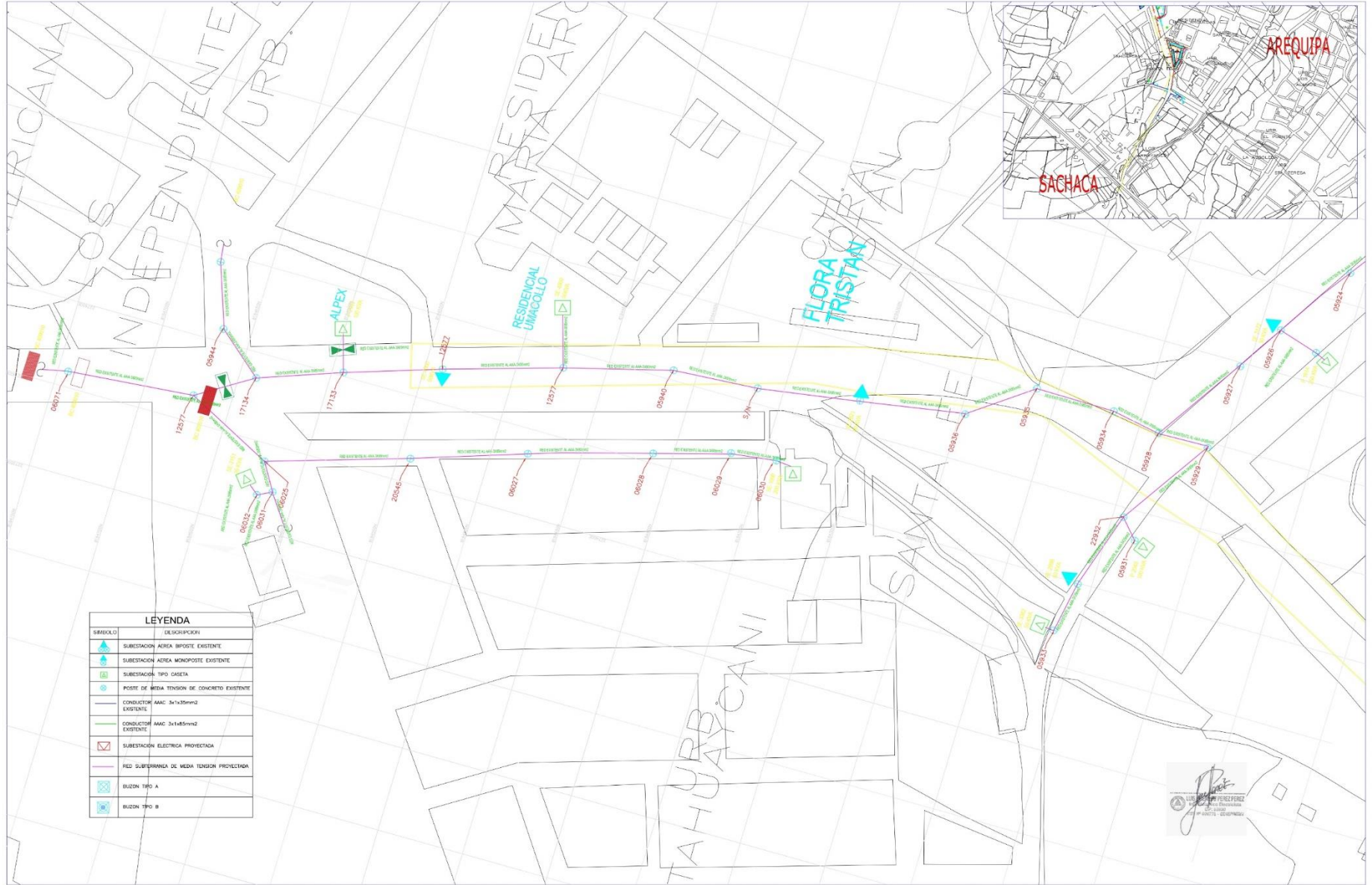
LAMINA Nº:
DMS



- NOTAS**
1. Los elementos de protección son meramente referenciales.
 2. La tensión de trabajo de las celdas es de 12 kV, de acuerdo a las especificaciones técnicas ítem 2.10 Celdas de llegada, salida y protección.
 3. Los terminales de media tensión es a la tensión de operación de 15 kV, de acuerdo a las especificaciones técnicas ítem 3.8 Terminaciones para cable subterráneo.
 4. Para la instalación del cable subterráneo se realizará cada conductor por cada tubo de PVC SAP 3" Ø en todos los casos, cumpliendo así que el área libre del ducto no será inferior al 80 % del área útil de acuerdo a la regla 070-1014 del CNE Utilización.
 5. Cada celda de protección deberá tener empujamiento mecánico e indicador de presencia de tensión.



	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA	CONSULTOR:	REVISIONES		PROYECTO: AMPLIACION DE LA TERCERA ETAPA DE LA VIA METROPOLITANA DESDE EL PASAJE TORRICO HASTA LA VARIANTE DE UCHUMAYO YANAHUARA-SACHACA PROVINCIA DE AREQUIPA	PLANO: DIAGRAMA UNIFILAR REDES PRIMARIAS SUBTERRANEAS_10KV	ESCALA: 1/1000 FECHA: DICIEMBRE 2020 N° LAMINA: RP-10
			N° FECHA DESCRIPCION	Usado:			

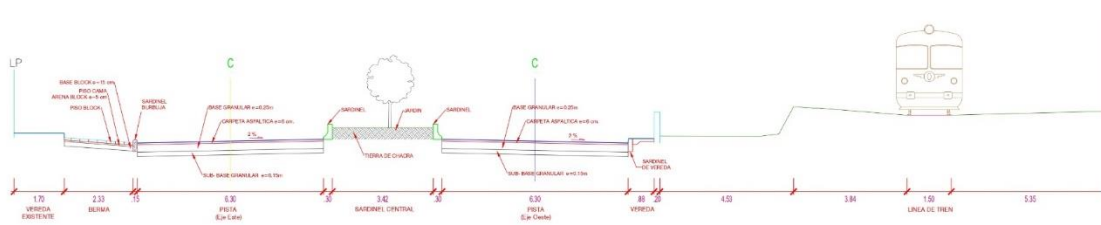


LEYENDA	
Símbolo	Descripción
	SUBESTACION AEREA BIPOSTE EXISTENTE
	SUBESTACION AEREA MONOPOSTE EXISTENTE
	SUBESTACION TIPO CASITA
	POSTE DE MEDIA TENSION DE CONCRETO EXISTENTE
	CONDUCTOR AAC 3x1x35mm ² EXISTENTE
	CONDUCTOR AAC 3x1x85mm ² EXISTENTE
	SUBESTACION ELECTRICA PROYECTADA
	RED SUBSISTEMA DE MEDIA TENSION PROYECTADA
	BUZON TIPO A
	BUZON TIPO B



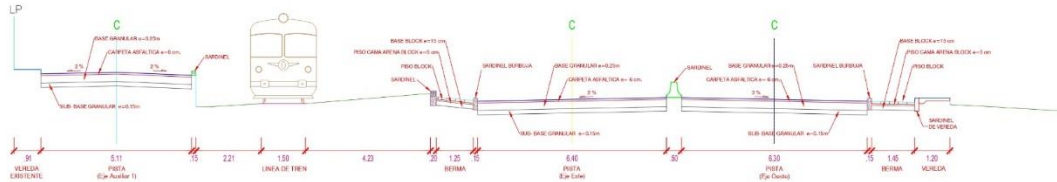
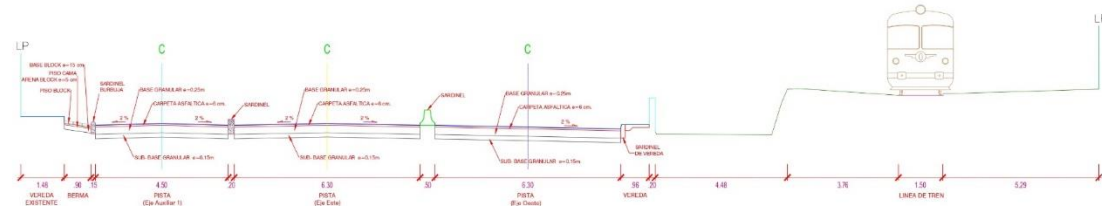
Escala: 1/1000	REVISIONES		PROYECTO: AMPLIACION DE LA TERCERA ETAPA DE LA VIA METROPOLITANA DESDE EL PASAJE TORRICO HASTA LA VARIANTE DE UCHUMAYO, YANAHUARA-SACHACA PROVINCIA DE AREQUIPA	PLANO: DISTRIBUCION ELECTRICA EXISTENTE MEDIA TENSION	ESCALA: 1/1000 FECHA: JUNIO 2020 N° LAMINA: EMT-01
	N°	FECHA			

LUIS ENRIQUE PÉREZ PÉREZ
 INGENIERO EN ELECTRICIDAD
 N° 100715 - 22497446



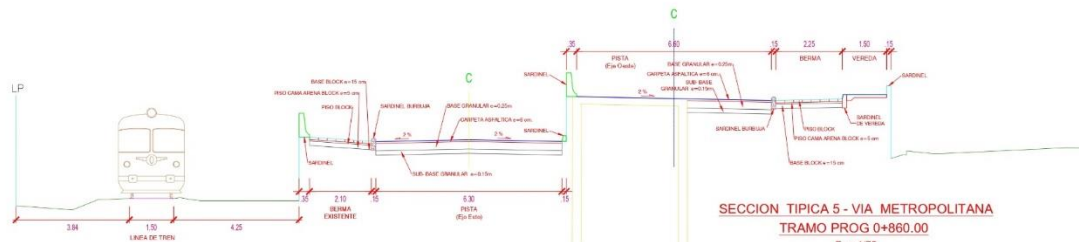
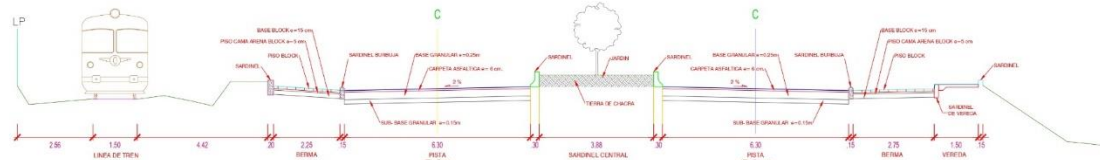
SECCION TIPICA 1 - VIA METROPOLITANA
TRAMO PROG 0+60.00
Esc: 1/75

SECCION TIPICA 2 - VIA METROPOLITANA
TRAMO PROG 0+160.00
Esc: 1/75



SECCION TIPICA 3 - VIA METROPOLITANA
TRAMO PROG 0+400.00
Esc: 1/75

SECCION TIPICA 4 - VIA METROPOLITANA
TRAMO PROG 0+680.00
Esc: 1/75



SECCION TIPICA 5 - VIA METROPOLITANA
TRAMO PROG 0+860.00
Esc: 1/75

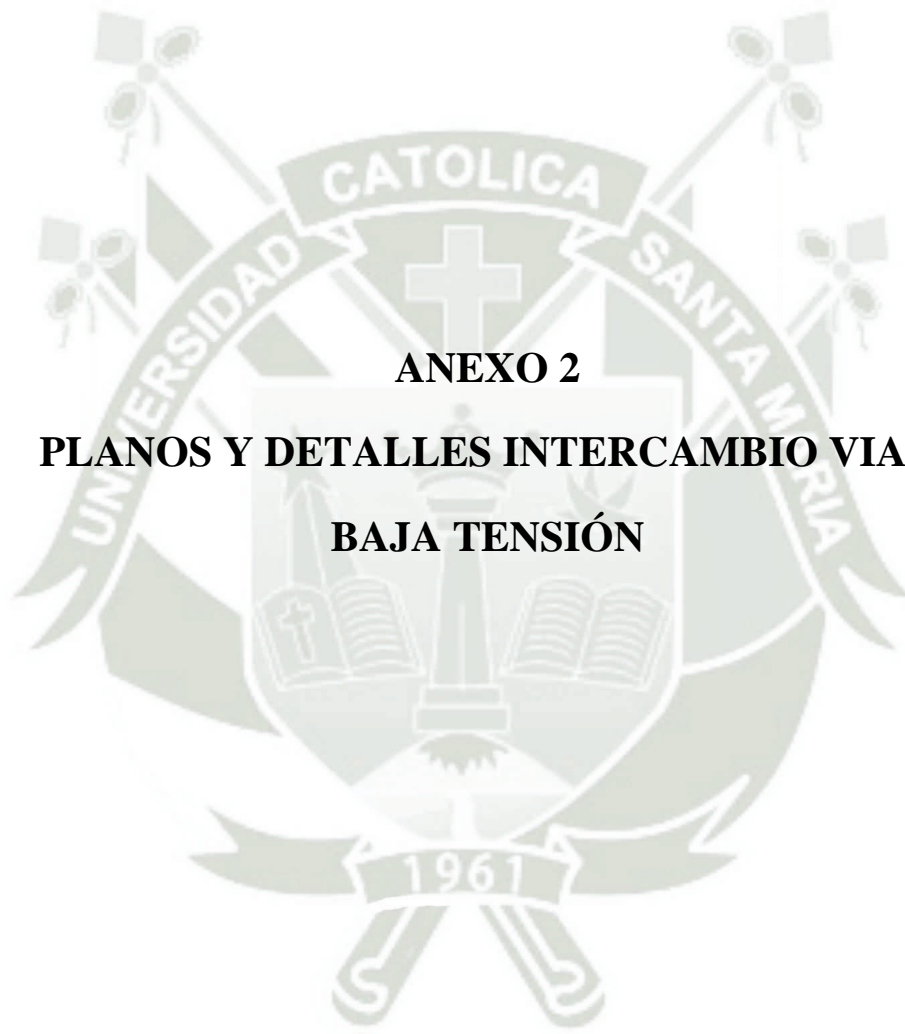
[Signature]
ING. PEREZ FORZ
CIP. 20020
M. P. DE INGENIERIA CIVIL

APROBADO:	FECHA:
LEONARDO FORZ	FECHA:
J. MARTINEZ C.	FECHA:
RODOLFO FORZ	FECHA:
RODOLFO FORZ	FECHA:
RENEDE	FECHA:
OLENE	FECHA:

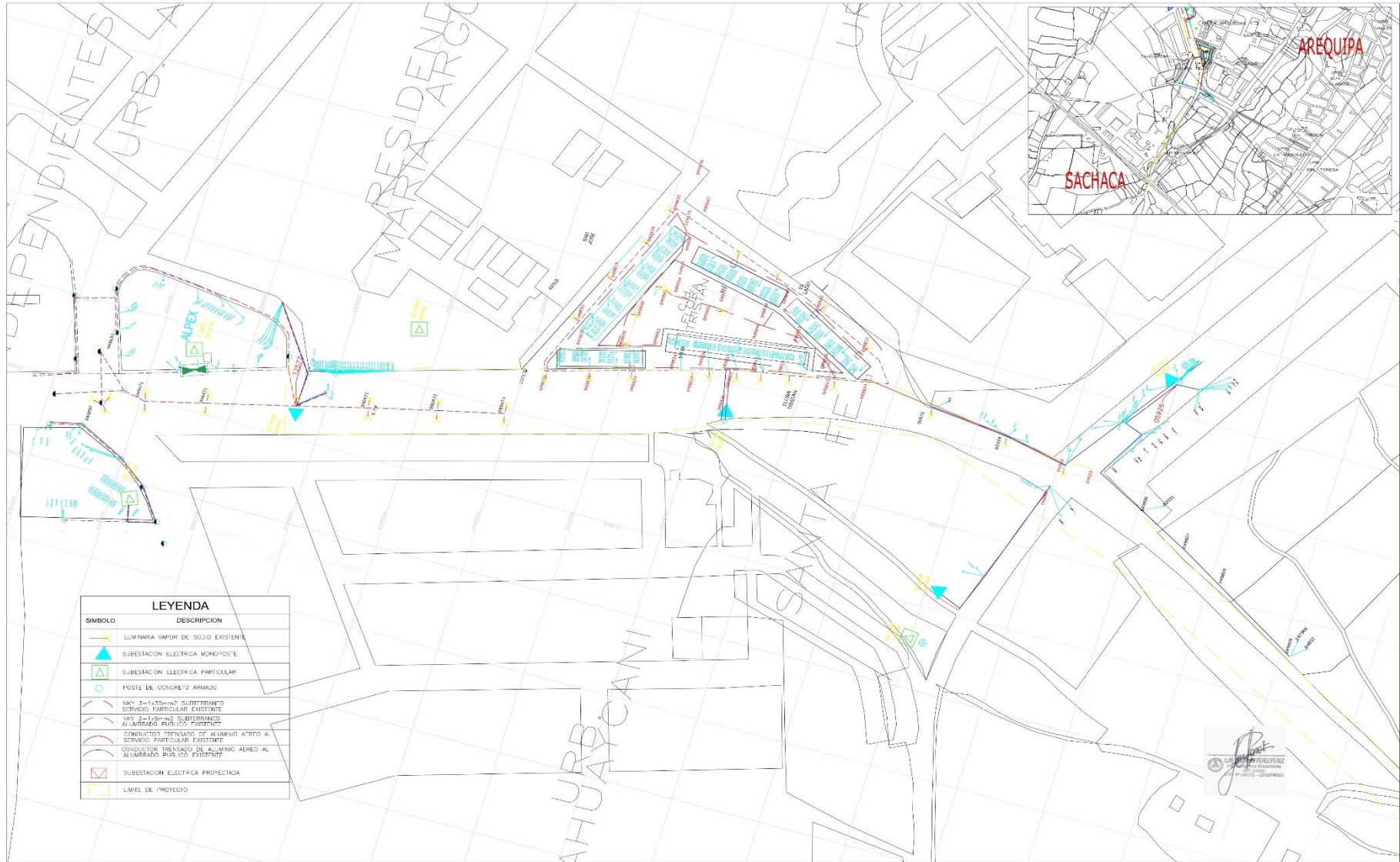


MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA GERENCIA DE DESARROLLO URBANO			
PROYECTO: AMPLIACION DE LA TERCERA ETAPA DE LA VIA METROPOLITANA DESDE EL PASAJE TORRICO HASTA LA VARIANTE DE UCHUMAYO, DISTRITO DE SACHACA - AREQUIPA - AREQUIPA			
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA			
Según:	Plan:	SECCIONES TIPICAS	
Tramite:	Anteproyecto:	DE AV. METROPOLITANA CON VARIANTE DE UCHUMAYO	
Deliberado:	Proyecto:	CONSORCIO PROYECTO METROPOLITANA S	
Sanctionado:	Estado:	Indicada	Fecha: Julio - 2023

RP-11



ANEXO 2
PLANOS Y DETALLES INTERCAMBIO VIAL
BAJA TENSIÓN



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA VAPOR DE SODIO EXISTENTE
	SUBESTACION ELECTRICA MONO-POSTE
	SUBESTACION ELECTRICA PARTICULAR
	POSTE DE CONCRETO ARMADO
	WVY 3x1.35m² SUBTENDIMIENTO PRIVADO PARTICULAR EXISTENTE
	WVY 2x1.6m² SUBTENDIMIENTO ALUMBRADO PRIVADO EXISTENTE
	CONDUCTOR TENDIDO DE ALUMBRADO AEREO AL SERVICIO PARTICULAR EXISTENTE
	CONDUCTOR TENDIDO DE ALUMBRADO AEREO AL ALUMBRADO PUBLICO EXISTENTE
	SUBESTACION ELECTRICA PROYECTADA
	LIMITE DE PROYECTO



Dibujante:	REVISIONES	
	N°	FECHA
EX: 1/1000:		
Revisor:		

PROYECTO:
 AMPLIACION DE LA TERCERA ETAPA DE LA VIA METROPOLITANA DESDE EL PASAJE TORRICO HASTA LA VARIANTE DE UCHUMAYO YANAHUARA-SACHACA PROVINCIA DE AREQUIPA

PLANO:
 DISTRIBUCION ELECTRICA EXISTENTE BAJA TENSION

ESCALA: 1/1000
 FECHA: DICIEMBRE 2020
 N° LAMINA:
 EBT-01

ANEXOS 3

Matriz de consistencia básica

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo realizar la remodelación y soterrado del subsistema eléctrico primario en redes de distribución subterránea en media y baja tensión para la vía metropolitana, desde el pasaje Torrico hasta la variante de Uchumayo, Sachaca?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Realizar la remodelación y soterrado del subsistema eléctrico primario en redes de distribución subterránea en media y baja tensión para la vía metropolitana, desde el pasaje Torrico hasta la variante de Uchumayo, Sachaca.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La remodelación y soterrado del subsistema eléctrico primario en redes de distribución subterránea en media y baja tensión para la vía metropolitana, permitirá dar una solución terminante para el suministro eléctrico del pasaje Torrico hasta la variante de Uchumayo, Sachaca.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Remodelación y soterrado del subsistema eléctrico primario</p> <p>INDICADORES</p> <p>Cálculos</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Redes de distribución subterránea en media y baja tensión</p> <p>INDICADORES</p> <p>Cálculos</p>

	OBJETIVO		
	ESPECÍFICOS	HIPÒTESIS	
	a) Remodelación y soterrado del Subsistema de Distribución Primaria	a) La remodelación y soterrado del Subsistema permitirá mejorar la distribución Primaria	
	b) Diseño de las redes subterráneas en la Vía Metropolitana	b) Se mejorará el suministro eléctrico mediante el diseño de las redes subterráneas en la Vía Metropolitana	
	c) Remodelación de las redes aéreas existente por redes subterráneas tanto de Baja Tensión y Media Tensión	c) Se mejorará el suministro eléctrico mediante la remodelación de las redes aéreas existente por redes subterráneas tanto de Baja Tensión y Media Tensión	