



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**DISEÑO TÉCNICO ECONÓMICO PARA UNA
RED SOTERRADA DE MEDIO Y BAJO
VOLTAJE DEL ALIMENTADOR ING AHURCO
UBICADO EN EL CANTÓN AMBATO-
TUNGURAHUA, BASADO EN LA
REGULACIÓN ARCERNR 02-2020.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: CARLOS MANUEL OTORONGO
CEVALLOS
TUTOR: EDWIN MARCELO GARCÍA TORRES

Quito -Ecuador
2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Manuel Otorongo Cevallos con documento de identificación N° 1805345293 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 2 de abril del año 2024

Atentamente,



Carlos Manuel Otorongo Cevallos

1805345293

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Carlos Manuel Otorongo Cevallos con documento de identificación No. 1805345293, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Diseño técnico económico para una red soterrada de medio y bajo voltaje del alimentador Ingahurco ubicado en el cantón Ambato-Tungurahua, basado en la regulación ARCERNR 02-2020”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 2 de abril del año 2024

Atentamente,



Carlos Manuel Otorongo Cevallos
1805345293

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edwin Marcelo García Torres con documento de identificación N°1803087400, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO TÉCNICOECONÓMICO PARA UNA RED SOTERRADA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE DEL ALIMENTADOR INGAHURCO UBICADO EN EL CANTÓN AMBATO-TUNGURAHUA, BASADO EN LA REGULACIÓN ARCERNR 02-2020, realizado por Carlos Manuel Otorongo Cevallos con documento de identificación N° 1805345293, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 2 de abril del año 2024

Atentamente,



Ing. Edwin Marcelo García Torres, PhD
1803087400

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Alcance.....	15
1.3. Objetivo Principal.....	15
1.4. Objetivos específicos	15
2. MARCO TEORICO	16
2.1. Sistema Eléctrico de distribución Niveles de voltaje.....	16
2.1.1. Elementos del Sistema Eléctrico de Distribución.....	17
2.1.2. Topologías Básicas de las redes de distribución	18
2.1.3. Red de Distribución Aérea	20
2.1.4. Red de distribución soterrada	21
2.1.5. Ventajas y desventajas de una red aérea y soterrada.....	22
2.2. Métodos de estimación de la Demanda Eléctrica	22
2.2.1. Series de Tiempo	23
2.2.2. Método de la ARIMA.....	24
2.2.3. Modelo de Forecasting	25
2.3. Diseño Actual de la Red	26
2.3.1. Subestación Loreto	26
2.3.2. Área de influencia.....	27
2.3.3. Estado actual de la Red	28
2.4. Criterios para el Diseño de una Red Soterrada.....	29
2.4.1. Distancias de Seguridad en la Canalización.....	29
2.4.2. Construcción de Cámaras de Transformación eléctricas	31
2.4.3. Construcción de la canalización	31
2.4.4. Ductos	32
2.4.5. Pozos.....	32
2.4.6. Ubicación de los transformadores	33
3. DESARROLLO	33
3.1. Diseño de la Red Soterrada.....	33
3.1.1. Determinación de la Zona de Trabajo.....	34
3.1.2. Ubicación de los Transformadores.....	36
3.1.3. Cálculo de Demanda Máxima por el Método de la REA.....	39
3.2. Diseño de la Red de Medio Voltaje	40

3.2.1. Ubicación Real de los Transformadores y funcionamiento de la Red de Medio Voltaje.....	40
3.2.2. Calibre de Conductores de la Red de Medio Voltaje.....	41
3.2.3. Flujos de potencia CYMDIST	42
3.2.4. Comparación Red Soterrada vs Red Actual	45
3.2.5. Transformadores Sumergibles	46
3.2.6. Caídas de Voltaje.	46
3.3. Diseño de la Red de Bajo Voltaje	47
3.3.1. Caídas de Voltaje.	48
3.4. Alumbrado Público.....	49
3.4.1. Tablero de Control.....	50
3.4.2. Postes Ornamentales	50
3.4.3. Luminarias	51
3.4.4. Conductores	52
3.4.5. Empalmes.....	52
3.5. Obra Civil.....	53
3.5.1. Canalización.....	54
3.5.2. Tubería.....	55
3.5.3. Pozos de revisión	56
3.5.4. Cámaras.....	58
3.6. Sistema de Protecciones.....	60
3.7. Presupuesto Referencial del Proyecto	63
4. CONCLUSIONES	63
5. RECOMENDACIONES	64
6. TRABAJOS FUTUROS.....	64
7. BIBLIOGRAFÍA.....	65
8. ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LÍMITES DE LA ZONA DE INGAHURCO-AMBATO.....	14
FIGURA 2. RED DE DISTRIBUCIÓN RADIAL CON SECCIONADORES Y SUICHES DE ENLACE	19
FIGURA 3. RED DE DISTRIBUCIÓN CON ALIMENTADOR PRIMARIO EN ANILLO.....	19
FIGURA 4. RED DE DISTRIBUCIÓN AÉREA.....	20
FIGURA 5. DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN LORETO	27
FIGURA 6. DETALLES DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	28
FIGURA 7. POTENCIA INSTALADA.....	28
FIGURA 8. DETALLE DE ÁREA DE INFLUENCIA EN ARCGIS.....	34
FIGURA 9. PERÍMETRO DEL ÁREA DE LA ZONA DE INGAHURCO.....	35
FIGURA 10. SELECCIÓN DE LA INFORMACIÓN A EXTRAERSE.....	35
FIGURA 11. UBICACIÓN ÓPTIMA DE LOS TRASFORMADORES.....	38
FIGURA 12. TRANSFORMADOR AV. GONZALES SUAREZ.....	41
FIGURA 13. RED DE MEDIO VOLTAJE CYMDIST	42
FIGURA 14. CONFIGURACIÓN DEL EQUIVALENTE DE FUENTE.	43
FIGURA 15. CONFIGURACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES EN EL CYMDIST	43
FIGURA 16. CONFIGURACIÓN CALIBRE DEL CONDUCTOR DEL ALIMENTADOR.....	44
FIGURA 17. CONFIGURACIÓN CALIBRE DEL CONDUCTOR DE LOS ANILLOS	44
FIGURA 18. CONFIGURACIÓN CALIBRE DEL CONDUCTOR PARA LOS TRANSFORMADORES FUERA DEL ANILLO	45
FIGURA 19. CURVA DE PERFIL DE TENSIÓN.....	47
FIGURA 20. POSTES ORNAMENTALES	51
FIGURA 21. LUMINARIA 150W	51
FIGURA 22. CANALIZACIÓN.....	55
FIGURA 23. TUBERÍA ELÉCTRICA PARA REDES DE MV Y BV	56
FIGURA 24. TUBERÍA DE TELECOMUNICACIONES	56
FIGURA 25. POZOS EN ACERA	58
FIGURA 26. POZOS EN CALZADA	58
FIGURA 27. CÁMARA DE BARRAS.....	59
FIGURA 28. CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	59
FIGURA 29. CÁMARA DE SECCIONAMIENTO	60
FIGURA 30. CONFIGURACIÓN PROTECCIÓN ABB EN CABECERA DEL ALIMENTADOR.....	61
FIGURA 31. CONFIGURACIÓN PROTECCIÓN SYC CÁMARA DE SECCIONAMIENTO	61
FIGURA 32. CONFIGURACIÓN PROTECCIÓN INSTANTÁNEA SYC CÁMARA DE SECCIONAMIENTO	62
FIGURA 33: COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DEL SISTEMA	62

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS REDES AÉREAS	22
TABLA 2: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS REDES SOTERRADAS	22
TABLA 3: ALIMENTADORES DE LA SUBESTACIÓN LORETO-TRANSFORMADOR 1.....	27
TABLA 4: ALIMENTADORES DE LA SUBESTACIÓN LORETO-TRANSFORMADOR 2.....	27
TABLA 5: DISTANCIAS MÍNIMAS EN PARALELO CON OTRAS INSTALCIONES	29
TABLA 6: DISTANCIAS MÍNIMAS EN CASO DE CRUCE CON OTRAS INSTALACIONES.....	30
TABLA 7: PROFUNDIDAD RECOMENDADA DE LA CANALIZACIÓN.....	32
TABLA 8: DIMENSIONES DE POZOS ELÉCTRICOS	33
TABLA 9. CLIENTES CON CONSUMOS EXCESIVOS.....	36
TABLA 10. CLIENTES CON CONSUMOS NULOS.....	36
TABLA 11. COORDENADAS DE LOS TRANSFORMADORES	38
TABLA 12. POTENCIAS DE LOS TRANSFORMADORES.....	40
TABLA 13. PÉRDIDAS TOTALES EN LA RED	46
TABLA 14. PÉRDIDAS TOTALES EN LA RED	48
TABLA 15. CANALIZACIONES USADAS EN LA EEASA.....	54
TABLA 16. PROFUNDIDADES DE LAS CANALIZACIONES USADAS POR LA EEASA	55
TABLA 17. POZOS EN ACERA	57
TABLA 18. POZOS EN CALZADA.....	57

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: PLANO DE MEDIO VOLTAJE	69
ANEXO 2: CONDUCTOR DEL ALIMENTADOR EN MEDIO VOLTAJE.....	70
ANEXO 3: CONDUCTOR DE LOS ANILLOS DE MEDIO VOLTAJE	72
ANEXO 4: CONDUCTOR PARA TRASFORMADORES FUERA DE LOS ANILLOS EN MEDIO VOLTAJE.....	74
ANEXO 5: REPORTE DE PÉRDIDAS DE POTENCIA – RED SOTERRADA	76
ANEXO 6: REPORTE DE PÉRDIDAS DE POTENCIA - RED AÉREA	79
ANEXO 7: CAÍDAS DE VOLTAJE – MEDIO VOLTAJE.....	82
ANEXO 8: CAÍDAS DE VOLTAJE – BAJO VOLTAJE	84
ANEXO 9: PLANO - BAJO VOLTAJE.....	99
ANEXO 10: PLANOS CANALIZACIÓN	100
ANEXO 11: POZOS	113
ANEXO 12: CÁMARAS DE TRANSFORMACIÓN, SECCIONAMIENTO Y BARRAS	122
ANEXO 13: COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....	130
ANEXO 14: CLIENTES CON CONSUMOS ATÍPICOS	132
ANEXO 15: CARGAS CON CONSUMO NULO	134
ANEXO 16: COSTO DE MATERIALES	136
ANEXO 17: COSTO DE MANO DE OBRA	141
ANEXO 18: CONDUCTOR RED DE BAJO VOLTAJE.....	145
ANEXO 19: VOLTAJES EN NODOS DE LA RED SOTERRADA	147
ANEXO 20: VOLTAJES EN LA RED AÉREA.....	155
ANEXO 21: TRANSFORMADORES SUMERGIBLES.....	163
ANEXO 22. HOJA DE ESTACAMIENTO.....	166

RESUMEN

El presente documento trata sobre la realización de un proyecto técnico-económico del cambio de la red aérea ubicada en el sector Ingahurco de la ciudad de Ambato hacia una red soterrada, acorde al plan de soterramiento que tiene proyectado la Empresa Eléctrica Ambato S.A, EEASA, en razón que varias de estas redes han cumplido su tiempo de vida útil. Algunos sectores de la ciudad ya disponen de red soterrada, como son las zonas de: Centro de la ciudad, Ficoa, Miraflores, Atocha, entre otras. En la realización de este proyecto se determinó que la red aérea actual presenta mayores desventajas con respecto a una red soterrada, entre ellas: una contaminación visual excesiva por la acumulación de cables aéreos eléctricos y de telecomunicaciones, las pérdidas de potencia son mayores conforme el crecimiento de la demanda éstas se incrementan considerablemente a diferencia de la red soterrada con la cual se plantea reemplazar. Se realizó el estudio técnico en el cual se incluyen la ubicación de las cámaras de transformación mediante el algoritmo de Kmeans en Python, el diagramado de la red en AutoCAD, corrida de flujos de potencia tanto en la red aérea existente como en la nueva red soterrada utilizando el software CYMDIST, dimensionamiento de la capacidad de los transformadores utilizando el método de la REA (Rural Electrification Area) utilizando los datos de ArcGis de la Empresa Eléctrica Ambato S.A., y en la parte de económica se determinó el presupuesto de la red soterrada con el propósito de conocer el valor de inversión para la ejecución del proyecto por parte de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

Palabras clave: Subestación, REA, transformador, CYMDIST, flujo de potencia.

ABSTRACT

This document addresses the undertaking of a technical-economic project to transition the overhead network located in the parish of Ingahurco-Ambato to an underground network. This is due to the city's undergrounding plan, as parts of the city have already undergone this transition to an underground system, such as the areas of Ficoa, Miraflores, La Dolorosa, among others. During the execution of this project, it was observed that the current overhead network presents greater disadvantages compared to the underground network with which it is planned to be replaced. A comprehensive technical study was conducted, which includes the location of the transformer chambers with the assistance of Kmeans in Python, the network layout in AutoCAD, power flow runs for both overhead and underground networks in the CYMDIST software, and the sizing of transformers using the Rural Electrification Area (REA) with data from ArcGis of the Ambato Electric Company. For the economic study, the budget for the underground network was prepared to provide an exact amount of how much it will cost the Ambato Electric Company (EEASA) to implement the entire underground network for the parish of Ingahurco-Ambato.

Key words: Substation, REA, transformer, CYMDIST, load flow.

1. INTRODUCCIÓN

Las redes soterradas son sistemas de distribución, utilizados para el transporte de la energía eléctrica en zonas principalmente urbanas y cada vez se siguen usando más en el mundo tanto por estética como por su funcionamiento, en los últimos años tienen relevancia en el Ecuador, aunque para su puesta en marcha cuentan con algunos desafíos para las personas que las realizan [1].

Las primeras redes subterráneas datan del siglo XIX en zonas de carácter residencial-urbana donde para su construcción se tomaba en cuenta que el espacio para realizar una red aérea sea limitado. En la provincia de Napo-Ecuador precisamente en la ciudad de Tena en el barrio Eloy Alfaro se presentaba diferentes problemas de energía en su red distribución como: variaciones de voltaje, problemas en la calidad de la energía del barrio provocando el efecto flicker, además de una contaminación visual excesiva. De tal modo que para aumentar la calidad del servicio de energía y garantizar una confiabilidad del servicio, se optó por el diseño de una red soterrada, la cual también contribuyó a la parte estética del sector. [2]

En la provincia de Loja-Ecuador se realizó un proyecto de soterramiento para el Centro Histórico de la ciudad de Loja, cumpliendo la normativa de la calidad del servicio de energía eléctrica, tanto en las características técnicas eléctricas y civiles en concordancia con la normativa que de la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A., EERSSA, encargada de la zona sur del país. En lo referente a la parte civil del proyecto se menciona dimensiones como: profundidad de los pozos, ductos, cámaras de transformación, aspectos están normados por la EERSSA y en la parte eléctrica menciona el calibre de conductores, el trazado de la red, equipos de protección, barrajes en cámaras, equipos, alumbrado público y la guía de mantenimiento de la red construida aspectos normados por la Empresa Distribuidora, además menciona la topología de la red de medio voltaje es en anillo y de topología radial para la red de bajo voltaje, garantizando una mayor confiabilidad en su operación ante fallas en la red [3]

En la ciudad de Latacunga-Cotopaxi acorde al aumento de construcción de redes soterradas en el Ecuador, realizó el soterramiento de una parte muy concurrida por las personas como es el Centro Histórico, con la finalidad de embellecer una parte muy transitada por turistas y de múltiples locales comerciales, este proyecto reemplazó la antigua red aérea que ya tenía 40 años de vida útil aproximadamente, habiendo cumplido con su vida útil, red aérea que suministraba un servicio deficiente en la zona. Con éste proyecto de soterramiento, la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A., ELEPCOSA, mejoró las condiciones

técnicas de la red, misma que actualmente presenta una mejor calidad del servicio de energía en la zona, reduciendo pérdidas de potencia, además los indicadores de calidad del servicio, relacionados con el tiempo total de interrupción (TTIK) y la frecuencia media de interrupción (FMIK) disminuyeron, por consiguiente ahora tienen una mayor confiabilidad de la red, en la zona [4].

El soterramiento de las redes eléctricas a nivel mundial se ha transformado de ser un lujo a una necesidad, por distintos motivos de carácter técnico que van más allá de lo estético para una ciudad. La Unión Europea para el año 2003 realiza una evaluación de todas sus redes aéreas para hacer el cambio a redes soterradas y dan recomendaciones a seguir, para la construcción de redes de distribución soterradas para todos los países miembros. Los costos para soterrar las redes pueden elevarse dependiendo de 3 a 10 veces más que una red aérea, debido a los niveles de voltaje que se maneja y la estructura más compleja que utilizan. De acuerdo a los estudios que realizó la Unión Europea las redes que mayor progreso tienen para pasarse al soterramiento son aquellas de que son de medio y bajo voltaje; y, las redes de alto voltaje y extra alto voltaje presentan más dificultad para el soterramiento, por ésta razón las redes de bajo y medio voltaje tienen un porcentaje de soterramiento mayor que va desde el 15% en adelante, mientras que las redes de alto y extra alto voltaje no llegan al 1% de soterramiento [5].

1.1. Planteamiento del problema

Dentro de los últimos años la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. ha emprendido un ambicioso plan de soterramiento en varias zonas de la ciudad de Ambato, así como en diversos cantones de las provincias que forman parte de área de concesión, bajo criterios técnicos que garanticen suministrar un servicio de energía eléctrica de excelente calidad en los próximos treinta años. Estos proyectos, adicionalmente permiten mejorar ostensiblemente la estética de las zonas en donde se los realiza, en razón que elimina la contaminación visual que producen los cables aéreos, principalmente los de telecomunicaciones.

El criterio de la EEASA para desarrollar estos proyectos es de realizarlo de manera inclusiva para cualquier zona de la ciudad de Ambato como es el presente caso, es así que, se plantea el proyecto eléctrico de soterramiento del sector de “INGAHURCO”, mismo que se encuentra ubicado en una zona tradicional de la ciudad, sector donde habitan predominantemente usuarios residenciales, en menor cantidad usuarios comerciales y centros educativos. El proyecto se encuentra delimitado por las siguientes calles y avenidas:

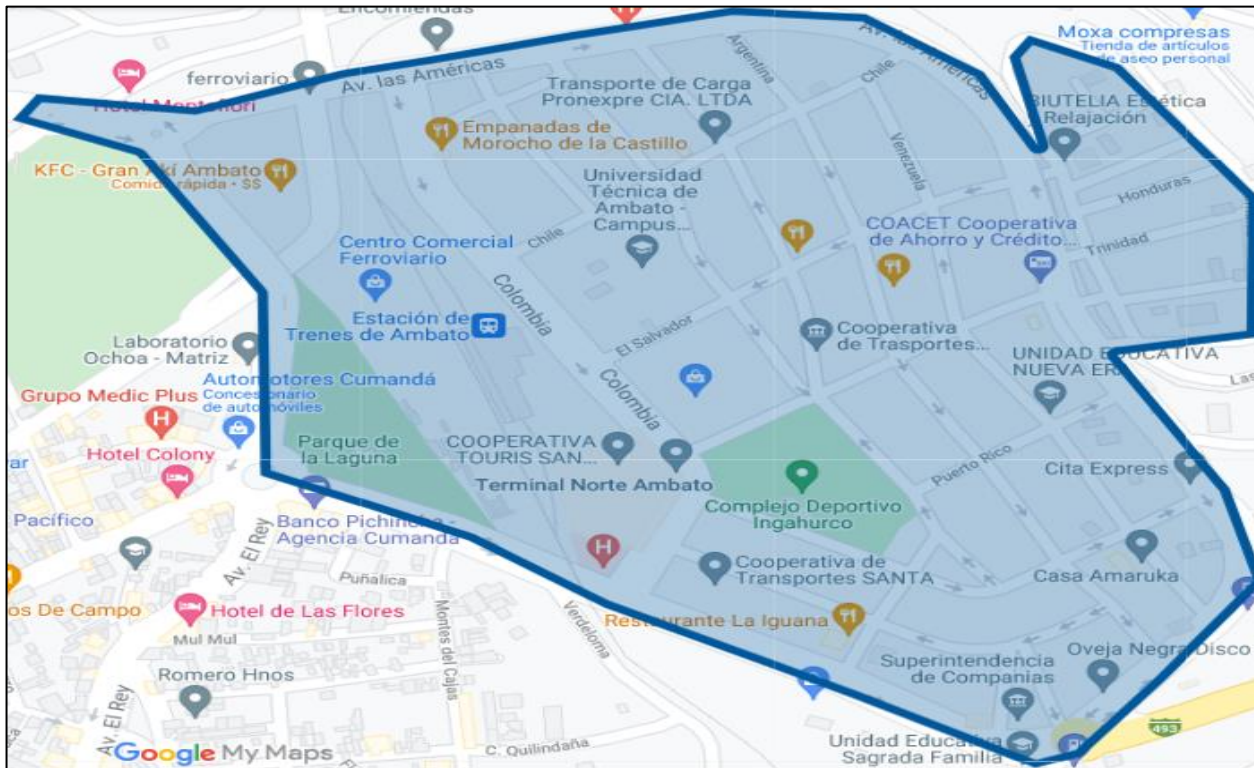


Figura 1. Límites de la zona de Ingahurco-Ambato.

- NORTE: Av. Las Américas, Haití
- ESTE: Jamaica, Canadá
- SUR: Av. Las Américas
- OESTE: Av. González Suárez

1.2. Alcance

En la primera etapa del proyecto se procederá a realizar el análisis de las condiciones técnicas operativas de: niveles de voltaje, pérdidas de potencia y energía en base a flujos de potencia utilizando el software CYMDIST, como paso previo para iniciar el diseño de la nueva red soterrada que reemplazará a la actual red aérea que opera en la zona de la ciudadela Ingahurco por más de 30 años.

En la siguiente fase del proyecto se procederá obtener la demanda por la extracción de datos obtenidos por el centro de control. Luego del estudio de los parámetros indicados anteriormente, se procederá a diseñar la red de medio y bajo voltaje para lo cual se hará el dimensionamiento de: conductores, ubicación de transformadores y mediante software se pueda calcular las caídas de voltaje permisibles con el fin de cumplir con la Regulación ARCERNNR 02-2020 Calidad del servicio de Distribución y Comercialización de energía eléctrica.

1.3. Objetivo Principal

- Diseñar la red soterrada de medio y bajo voltaje para el alimentador Ingahurco ubicado en el cantón Ambato, utilizando los softwares CYMDIST, basado en la Regulación ARCERNNR 02-2020 Calidad del Servicio de Distribución y Comercialización de energía eléctrica.

1.4. Objetivos específicos

- Analizar las condiciones técnicas existentes como: niveles de voltaje, pérdidas de potencia y energía del actual alimentador aéreo Ingahurco ubicado en el cantón Ambato -Tungurahua.
- Determinar la demanda eléctrica del alimentador Ingahurco utilizando los datos obtenidos por el centro de control de la EEASA.
- Diseñar la red de media y bajo voltaje soterrada del alimentador Ingahurco del cantón Ambato - Tungurahua
- Determinar el presupuesto referencial del proyecto.

2. MARCO TEORICO

2.1. Sistema Eléctrico de distribución Niveles de voltaje

Las redes eléctricas de distribución son un eslabón importante en el transporte de la energía eléctrica del sistema eléctrico del Ecuador, siendo la última parte de toda la cadena del suministro eléctrico debido a que se encarga de entregar a los usuarios finales la energía que se genera en las plantas de generación eléctrica existentes en el Ecuador. Las redes de distribución tienen características específicas, como es la adaptabilidad de estas ante el crecimiento de la demanda, buenos índices de confiabilidad y ser seguras para evitar accidentes entre las personas y las redes [6].

El sistema de distribución en el Ecuador se compone por redes de medio voltaje, redes bajo voltaje, redes de alumbrado público y acometidas, se inician en las subestaciones de distribución localizadas en puntos estratégicos de las distintas áreas de concesión de las Empresas Distribuidoras y de éstas parten los alimentadores primarios hacia diferentes zonas urbanas o rurales. En el Ecuador existen 10 Empresas Eléctricas de Distribución, encargadas del suministro de energía eléctrica en las diferentes provincias del Ecuador [6].

Empresas Eléctricas distribuidoras más importantes:

- **Empresa Eléctrica Quito (EEQ):** la Empresa Eléctrica Quito es una de las empresas distribuidoras en la zona centro del país, su área de concesión está en las provincias de: Pichincha, Imbabura, Santo Domingo y Cotopaxi, tiene los siguientes niveles de voltaje: 22.8 kV, 13.2kV y 6.3kV para las redes de medio voltaje. Dispone de 209 alimentadores primarios y más de 40.000 transformadores de distribución instalados [7].
- **Empresa Eléctrica Regional del Sur (EERSSA):** Tiene un área de concesión de 30.273,40 km², suministra el servicio de energía eléctrica a las provincias de: Loja, Morona Santiago, Azuay, Cañar y algunos cantones de la provincia de Guayas como Naranjal y El Triunfo y tiene los siguientes niveles de voltaje 22/12.7 Kv para redes de medio voltaje [8]–[10].

- **Empresa Eléctrica Ambato (EEASA):** al igual que la Empresa Eléctrica Quito se encarga de la zona centro del país teniendo un área de concesión de aproximadamente de 40.805 km², que abarcan las provincias de: Tungurahua, Pastaza, la parte sur de la provincia de Napo y 3 cantones de la provincia de Morona Santiago, dispone de 19 subestaciones de distribución y más de 15.000 transformadores de distribución instalados. Los niveles de voltaje 13.8/7.96 kV para redes de medio voltaje [11], [12],
- **Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP):** tiene una área de concesión de 115.878 km², que constituye aproximadamente el 45% de todo el Ecuador, en razón que atiende a toda la región de la Costa del Ecuador, en la Sierra atiende a la provincia de Bolívar, parte de las provincias de Carchi, Loja y un porcentaje muy pequeño de las provincias de Azuay, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo y en la región de la Amazonía se encarga de toda la zona norte del Oriente [13]–[15].

2.1.1. Elementos del Sistema Eléctrico de Distribución

Como se mencionó anteriormente las redes de distribución se encargan de llevar la electricidad al usuario final, para éste propósito y para que llegue una calidad de energía eléctrica adecuada, las redes disponen de varios elementos que permiten operar de manera casi ininterrumpida, puesto que, por más que se tenga los mejores índices de confiabilidad del Sistema de Distribución, siempre ocurrirán situaciones que no se podrán predecir, provocando una interrupción, sin embargo se trata de mitigar éstas. [16],[17].

Los elementos principales de las redes de distribución son:

- **Subestaciones de Distribución Elevadoras:** son aquellas instalaciones que se ubican en puntos estratégicos del área de concesión de la Empresa Distribuidora, en su interior poseen sistemas de monitoreo, protección y control, además del equipo principal que es el transformador de potencia el cual se encarga de bajar el nivel de voltaje a niveles de voltaje de las red de medio voltaje, de aquí parte alimentadores primarios que se distribuirán en zonas urbanas o rurales [16], [18].
- **Subestaciones de Distribución de Paso:** disponen de los mismos equipos de las Subestaciones Elevadoras, con la excepción del transformador de potencia, en razón que éstas instalaciones se

disponen como un punto de conexión entre circuitos, funcionando como un nodo más para realizar maniobras en caso de contingencias [16].

- **Redes de Distribución:** son las responsables de transportar la energía eléctrica desde la subestación hacia los usuarios finales, generalmente están conformadas mayoritariamente por conductores de aluminio y de cobre en menor cantidad, éstas se diferencian de acuerdo al nivel de voltaje de la red [1], [18].
- **Transformadores de Distribución:** es el elemento más importante de las redes de distribución, debido a que son los responsables de bajar el voltaje de la red de medio voltaje a un voltaje disponible para el usuario final, se colocan tanto en poste, en espacios públicos o en espacios subterráneos [16], [18].
- **Equipos de Protección y Maniobra:** las redes de distribución siempre están expuestas a cualquier tipo de falla que provoque una sobrecarga o un cortocircuito, para despejar estos eventos es necesario la instalación de: seccionadores, interruptores, reconectadores, fusibles, en el lado de medio voltaje, para que, en caso de alguna falla operen y corten el servicio de energía, dando la posibilidad de transferir la carga desconectada a otro alimentador o alimentadores primarios cercanos a la zona. En el lado de bajo voltaje se dispone de fusibles o interruptores termomagnéticos que se encargan de proteger a la red y al usuario final en caso de alguna falla. [18].
- **Medidores de Energía:** son equipos encargados de realizar el registro del consumo de energía de los clientes, sus registros son utilizados por la Empresa Distribuidora para determinar el el valor a pagar por parte del usuario del servicio de energía eléctrica [18].

2.1.2. Topologías Básicas de las redes de distribución

- **Alimentador Primario Radial:** se considera la de menor costo, la más sencilla de todas las topologías que existen para una red de distribución, su característica principal es bajo nivel de confiabilidad ante la presencia de alguna falla que pueda ocasionar la interrupción del servicio, se estima que tiene un aproximado de 10 horas para la reposición del servicio. En este tipo de topologías se usan seccionadores e interruptores de enlace como se observa en la Figura 2, con el objeto de incrementar la confiabilidad y disminuir el tiempo de reposición del servicio de energía eléctrica [16]

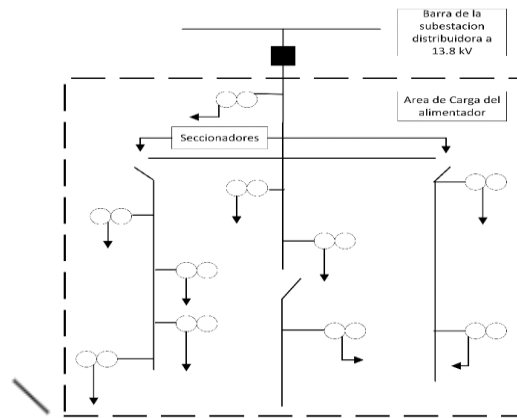


Figura 2. Red de distribución radial con seccionadores y suiches de enlace

- Alimentador Primario en Anillo:** a diferencia de otras topologías, el calibre del conductor en toda la trayectoria del anillo no se suele cambiar y su función es el transporte de la energía eléctrica en dos mitades paralelas que se forman, en la cabecera del alimentador que sale de la subestación dispone de suiches o interruptores (Figura 3). Debido a la forma de operar de equipos de maniobra instalados en la cabecera del alimentador primario, se puede aislar con mayor facilidad alguna parte de la red de medio voltaje que haya sufrido algún daño, sin provocar el corte del servicio de energía eléctrica, además de reducir el tiempo de localización de la falla y eliminación o reparación de la misma, para reponer el servicio [6], [16].

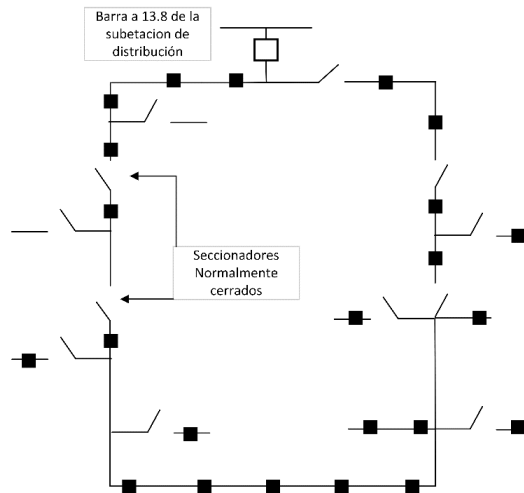


Figura 3. Red de distribución con alimentador primario en anillo

2.1.3. Red de Distribución Aérea

Son un circuitos eléctricos que se encarga del suministro de energía, son los responsables del transporte de la energía desde las Subestaciones de Distribución a los consumidores, se las denomina redes aéreas debido a que sus conductores se encuentran expuestos a la intemperie por encima de los transeúntes, respetando las distancias mínimas de seguridad indicadas por las Norma de Diseño de la Empresa Distribuidora [18]

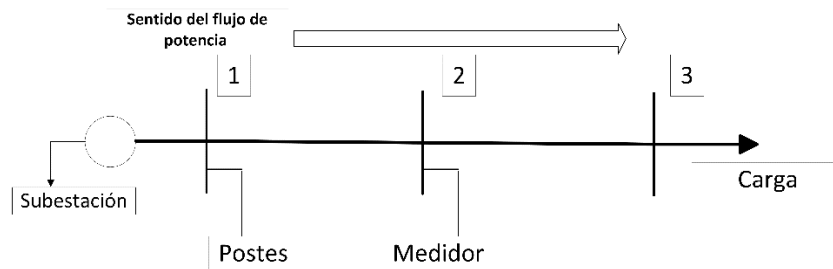


Figura 4. Red de distribución aérea

Entre los elementos más importantes de las redes aéreas se puede indicar los siguientes:

- Postes: su material constructivo puede ser de: concreto, madera, fibra de vidrio, dependiendo del material, su costo varía considerando otros 3 aspectos como: longitud, peso y la resistencia a la rotura. Los más utilizados en el área urbana son postes de 10,12 y 14 metros, con resistencia de rotura desde los 510 kg hasta los 1050 kg [18].
- Conductores: se utilizan en redes aéreas, su calibre o diámetro varían dependiendo si es un alimentador primario (red de medio voltaje); o un circuito secundario (red de bajo voltaje) , para el primer caso se suelen usar conductores de aluminio tipo ACSR desnudo desde el calibre # 2 AWG hasta el 266 MC y en circuitos secundarios se usan los conductores pueden ser aislados o desnudos con calibres similares usados para lo alimentadores primarios hasta el # 2/0 AWG [18].
- Crucetas: existen de 2 tipos, de madera inmunizada y de hierro galvanizado, actualmente las más utilizadas son las crucetas hechas de hierro galvanizado y su longitud varía dependiendo del nivel voltaje de la red de distribución y de las distancias mínimas de seguridad establecidas entre redes eléctricas y hacia las edificaciones o viviendas [18].

- Aisladores: para redes de medio voltaje se utilizan el tipo espiga (ANSI 55.5) , tipo suspensión (ANSI 52.1) o polimérico, tipo nuez (ANSI 54.2) y los usados para redes bajo voltaje es el tipo carrete (ANSI 53.3 o ANSI 53.2) [18]
- Transformadores de Distribución: dependiendo del tipo de redes aéreas sean éstas monofásicas o trifásicas, se selecciona el tipo de transformador que se va a instalar. Para los transformadores monofásicos se tiene potencias comerciales desde 5 kVA hasta 50 kVA, mientras que en los transformadores trifásicos sus potencias comerciales van desde 15- 30-45-75-112.5 y 150 kVA. Los dos tipos de transformadores pueden ser: convencional o autoprotegidos los cuales incluyen protecciones contra sobrecargas atmosféricas (pararrayos), cortocircuitos (fusibles) y sobrecargas (breaker termomagnético) [6], [18].

2.1.4. Red de distribución soterrada

Similar a las redes de distribución aéreas, cumplen con la misma función, que es el transporte de la energía eléctrica con la particularidad de que sus conductores y demás elementos se encuentran bajo tierra, provocando que las personas no los puedan observar como ocurre con una red aérea tradicional, donde todos sus elementos están visibles [6].

Este tipo de redes dispone de algunos elementos diferentes a los de una red aérea común, como los siguientes:

Conductores: son elementos diseñados específicamente para ser instalados bajo tierra, son cables resistentes a las condiciones ambientales húmedas principalmente para garantizar la confiabilidad y seguridad de la red eléctrica, los más usados son los monopolares, con un aislamiento de polietileno (XLPE) o reticulado (EPR). Los calibres de conductores más utilizados en redes soterradas para niveles de voltaje desde 4.16 kV hasta 25 kV son desde 2/0 a 4/0 AWG y desde 250 hasta 500 MCM [16], [18].

Cámaras de Transformación / Seccionamiento: Son estructuras construidas bajo tierra para: instalación, operación y mantenimiento de los equipos de distribución colocados en su interior, estas estructuras ayudan a una fácil transición entre las redes aéreas y redes soterradas [16], [18].

Transformadores Subterráneos: de igual manera que los transformadores de distribución instalados en poste, su función sigue siendo la misma, cambiar niveles de voltaje altos a niveles de voltaje más bajos, para el uso de los consumidores, con la particularidad que este tipo de transformadores pueden instalarse bajo de la tierra soportando inclusive otro tipo de condiciones de operación, como por ejemplo, la inundación de una cámara de transformación, donde es necesario la utilización de los transformadores sumergibles cuyas potencias comerciales disponibles son hasta 1000 kVA También se utiliza los transformadores tipo Padmounted con potencias disponibles desde los 15 kVA hasta los 2000 kVA, éste tipo de transformadores son más utilizados para conjuntos habitacionales, malecones y en su gran mayoría parques o espacios públicos [18],[16].

2.1.5. Ventajas y desventajas de una red aérea y soterrada

Tabla 1: Ventajas y desventajas de las redes aéreas

Ventajas	Desventajas
Costos más bajos	Contaminación visual
Su construcción es más fácil debido a ser las más comunes	Menor confiabilidad
Mantenimiento sencillo	Presentan mayor inseguridad para los transeúntes
Detección más fácil de fallas	Menor estética a la vista de los transeúntes
Menor tiempo de construcción	

Tabla 2: Ventajas y desventajas de las redes soterradas

Ventajas	Desventajas
Presentan una confiabilidad mayor	Inversión de construcción más elevado
Disminución de la contaminación visual provocando mejor estética en las calles	Dificultad para la detección de fallas
Mayor seguridad para los transeúntes	Tiempos de reparación más largos
Menor exposición al vandalismo	Mayor dificultad en los mantenimientos

2.2. Métodos de estimación de la Demanda Eléctrica

En la práctica existen muchos métodos para pronóstico de la demanda eléctrica, éstos permiten tener una noción a las Empresas Distribuidoras del crecimiento de la carga en su área de concesión con el objeto de tomar decisiones oportunas al momento de realizar nuevas inversiones en la construcción de nuevos proyectos. En los proyectos de soterramiento, la estimación o proyección de la demanda es un aspecto crucial puesto que son redes que están diseñadas para 30 años de vida útil.

2.2.1. Series de Tiempo

La demanda eléctrica al ser una variable que varía con el tiempo debido a al comportamiento de las personas, junto con su desarrollo, provoca la necesidad de que cada vez exista más consumos, ésto hace que la demanda eléctrica se la considere como una serie de tiempo [19]. En las series de tiempo la variable independiente será el tiempo en razón que se busca es medir el consumo de energía existente en el tiempo y pasarlos a intervalos espaciados uniformemente [20], [21]

El objetivo principal que tiene esta metodología es poder determinar una tendencia en el comportamiento del consumo de energía eléctrica de una área específica, utilizando datos históricos de los consumos del área que se desea pronosticar para realizar una predicción a futuro del crecimiento de la demanda en un lugar específico [19], [22]

Para un adecuado análisis de las series de tiempo, se recomienda siempre graficar los valores, los cuáles van a permitir realizar un mejor análisis de los mismos, ésto permite al analista identificar cualquier tipo de irregularidades y valores atípicos [23], [24]. Para una serie de tiempo los cambios o discontinuidades tienen una importancia elevada para realizar el análisis de los datos por intervalos[22].

Componentes de una serie de tiempo

- **Tendencia:** Es el componente que captura la forma en que cualquier serie de datos se está comportando en el tiempo. Para su identificación es necesaria una gran cantidad de observaciones que permitan poder apreciar si hay una tendencia al alza o a la baja estacionalidad. Hablando de la demanda eléctrica, la tendencia se analiza en intervalos semanales, mensuales o anuales. Generalmente se presenta la demanda eléctrica en patrones lineales o exponenciales debido al aumento en el número de usuarios [19].
- **Fluctuaciones Cíclicas:** Son variaciones que se presentan en forma de ondulaciones alrededor de la tendencia de un conjunto de datos. Las curvas que se presentan están asociadas a patrones cíclicos económicos, los cuales se repiten en los datos cada tres, cuatro o más periodos [19].

- **Fluctuaciones Estacionarias:** Son movimientos que ascienden y descienden en la curva y cuya ocurrencia es de manera periódica. El intervalo que hay entre dos picos máximos se los llama periodo estacional y pueden variar diariamente, semanalmente o anualmente. La manera más adecuada de identificar este tipo de fluctuaciones es con la transformada de Fourier [19].
- **Fluctuaciones Aleatorias:** Su comportamiento como indica su nombre, tiene un comportamiento del tipo aleatorio y son producidas por factores del mismo carácter que afectan de manera no permanente y asilada a la serie de tiempo [19].

Dentro de las series de tiempo, el análisis de sus componentes tiene un papel fundamental debido que en caso de ser necesarias, requieren de transformaciones para modificar los mismos o eliminarlos y esto permite aumentar la precisión del análisis[23], [25].

2.2.2. Método de la ARIMA

El método de la ARIMA (Auto Regresive Integrated Moving Average) es un método del tipo estocástico usado para el análisis específico de las series de tiempo, cuentan con algunas desventajas en su aplicación, debido a que para usar este método es obligatorio realizar 24 modelos para obtener únicamente el pronóstico de un día, realiza la comprobación de supuestos en que se basan en cada uno de los 24 modelos. Es uno de los métodos menos recomendable para realizar pronósticos de la demanda, en razón que presenta limitaciones en su efectividad al usar datos de tipo no lineal o que presenten valores complejos; otra limitación es que necesita tener una base de datos muy amplia con datos históricos, para aumentar la efectividad de este método, las series de tiempo que se utilizan deben transformarse a una forma estacionaria, siendo esto un proceso no muy sencillo que depende de los casos de estudio a aplicación [26].

La fórmula general del modelo ARIMA se define por la ecuación (1):

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i\right)(1 - L)^d X_t = \left(1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i\right) \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde:

d	Número de diferenciaciones necesarias.
p	Número de términos autoregresivos
q	Número de términos de media móvil
X_t	Es el valor de la serie en el tiempo
L	Operador de retraso o desplazamiento
ϕ_i	Coefficiente de los términos AR
θ_i	Coefficientes de los términos MA
ε_t	Error en el tiempo

Para entender de mejor manera la ecuación (1), hay que comprender que el término p es la parte AR (Auto Regresive), la cual intenta explicar el cambio en la serie de tiempo tomando como base sus valores pasados. El término d es la parte I (Integrated), la cual busca llegar a la estacionalidad, es decir que la serie de tiempo no presente patrones que sigan variando con el tiempo; y, por último el término q se refiere a la parte MA (Moving Average) la cual se encarga de la modelación del error mediante una combinación lineal de predicciones realizadas anteriormente.

2.2.3. Modelo de Forecasting

Es un modelo muy utilizado para la predicción a futuro teniendo como base datos pasados y lo más actualizados posible. El modelo de Forecasting se usa principalmente en campos como: economía, finanzas, metrología y predicción de la demanda eléctrica o de algún producto en específico [21], [24].

Para usar este modelo se cuentan con otros modelos que ayudan a realizar la predicción, cada modelo cuenta con sus características específicas. Entre los modelos que usa Forecasting se tiene los modelos que emplea Series de Tiempo, Modelos Econométricos y los Modelos de Aprendizaje Automático[21].

Dentro de las series de tiempo que emplea Forecasting, uno de los más comunes usados es:

- Suavizado Exponencial: dentro de los demás modelos de series de tiempo, éste es uno de los más utilizados para realizar el pronóstico de la demanda eléctrica, por dos razones: la primera es que tiene una gran adaptabilidad ante cambios que pueden afectar al pronóstico de la demanda eléctrica; y, la segunda es un método con una alta eficacia modelando series de tiempo con patrones estacionales [27], [28]. El modelo del cual parten los demás tipos de suavizado exponencial está dado por la ecuación (2):

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S_{t-1} \quad (2)$$

Donde:

S_t	Valor suavizado en el tiempo t.
X_t	Valor observado en el tiempo t
α	Factor de suavizado ($0 < \alpha < 1$)
S_{t-1}	Valor suavizado anterior

En la ecuación 2, el factor de suavizado es aquel que asigna los pesos a los valores que se va a usar, es decir mientras más reciente sea el dato, éste tendrá un peso mayor y viceversa [27].

Este modelo de suavizado exponencial parte como la base para modelos más complejos y con mayor precisión, permite ir eliminando las limitaciones que posee este, como la falta de captura de tendencias y estacionalidades y la falta de sensibilidad ante variaciones aleatorias[27], [28].

2.3. Diseño Actual de la Red

La red eléctrica que actualmente recorre el sector de Ingahurco en la ciudad de Ambato - Tungurahua, es una red aérea con aproximadamente 25 años de operación, esta zona se considera como residencial en su mayoría por la poca presencia de comercios. Según las guías de diseño de la EEASA, a los clientes se los categoriza conforme a un rango de consumos por lo que, para este proyecto según los valores medios de consumo determinados, son de estratos tipo A, en su mayoría tipo B y tipo C en su minoría. No se consideran los clientes que disponen su propio centro de transformación (proyectos particulares).

2.3.1. Subestación Loreto

La subestación Loreto es una de las 13 subestaciones con las que dispone la Empresa Eléctrica Ambato S.A., con 3 puntos frontera de conexión con el sistema de transmisión del Sistema Nacional Interconectado llamados Ambato, Baños y Montalvo. La subestación Loreto se alimenta desde el punto frontera Ambato ubicado al norte de la provincia. La subestación tiene 2 transformadores de potencia, siendo el primero de la marca SHENDA y el segundo de la marca PAUWEL, ambos con potencias de 16/20 MVA, disponiendo de elementos de interconexión entre ambos equipos a nivel de medio voltaje, para realizar transferencia de carga; el segundo transformador es el que alimenta a los servicios auxiliares de la subestación.

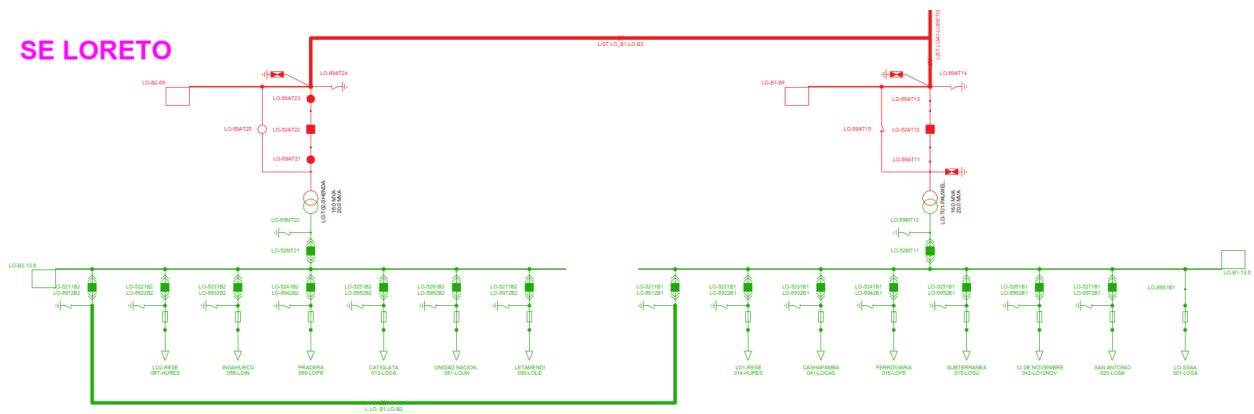


Figura 5. Diagrama Unifilar de la Subestación Loreto

Los alimentadores que salen de la subestación se presentan en tablas 3 y 4

Tabla 3: Alimentadores de la sSubestación Loreto-Transformador 1

Nombre	Código
Ingahurco	088-LOIN
Pradera	089-LOPR
Catiglata	013-LOCA
Unidad Nacional	091-LOUN
Letamendi	090-LOLE

Tabla 4: Alimentadores de la Subestación Loreto-Transformador 2

Nombre	Código
Cashapamba	041-LOCAS
Ferroviana	016-LOFE
Subterránea	015-LOSU
12 de Noviembre	042-LO12NOV
San Antonio	020-LOSA

2.3.2. Área de influencia

El alimentador que recorre la zona del proyecto de soterramiento es el alimentador Ingahurco con código 089-LOIN, el cual sale del transformador 1 de marca SHENDA de la Subestación Loreto.

La zona del proyecto está conformada aproximadamente por un área de 47.7 hectáreas, en la cual se tiene ubicados 1852 clientes de la EEASA. Con la ejecución del proyecto se espera que beneficie 7400 ciudadanos del sector.

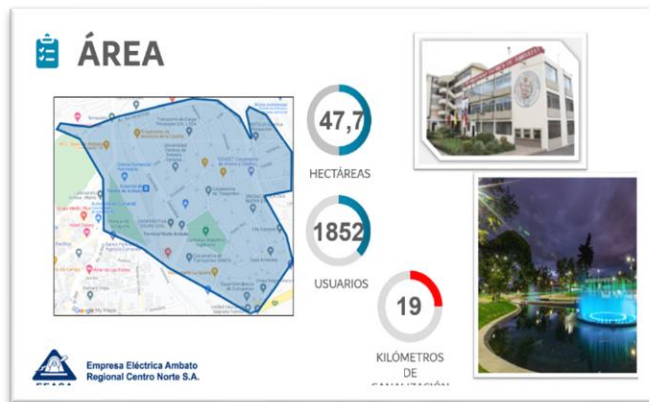


Figura 6. Detalles del Área del Proyecto

2.3.3. Estado actual de la Red

Las redes de distribución de la zona de Ingahurco delimitada en 2.3.2 son totalmente aéreas, con una potencia instalada de aproximadamente 2.5 MVA, con transformadores monofásicos y trifásicos instalados en poste, con un total de 48 transformadores que dan servicio al sector.



Figura 7. Potencia Instalada

En toda la zona del proyecto, se encuentran instalados 1014 puntos de consumo agrupando varios medidores, con un total de 1852 clientes asociados a su respectivo medidor de energía eléctrica. Estos clientes son considerados en el estrato A cuyos rangos de consumo están entre 500 - 270 kWh, estrato B cuyos rangos

de consumo están entre 270 – 160 kWh y estrato tipo C cuyos rangos de consumo están entre 160 – 110 kWh, según lo especificado en el anexo 4 de la parte III de las Guías de Diseño de la EEASA.

2.4. Criterios para el Diseño de una Red Soterrada

En el diseño de una red soterrada de deben considerar varios criterios con el propósito de disponer una red funcional que cumpla con estándares de: calidad del servicio, confiabilidad y seguridad para el usuario final, los cuales están definidos en la parte IV de las Guías de Diseño de la EEASA y la normativa del Ministerio de Energía y Minas, MEER. Esta últimas utilizan las demás Empresas Distribuidoras para los diseños y construcción de obras eléctricas.

2.4.1. Distancias de Seguridad en la Canalización

Para la construcción de proyectos de redes soterradas, es necesario hacer excavaciones para la construcción de: pozos, cámaras y ductos, estos últimos alojan los cables o conductores eléctricos, previamente es necesario tomar en consideración que estos no afecten a otros sistemas de servicios básicos, como: agua potable, gas, alcantarillado, semaforización, por lo que es imprescindible considerar distancias mínimas en el proceso de construcción y que se indica en las Tablas 5 y 6 [29], [30].

Tabla 5: Distancias mínimas en paralelo con otras instalaciones

Instalación	Distancia mínima (m)	Observación
Alcantarillado	≥ 0.5	
Canalización de agua potable	≥ 0.25	
Comunicación	≥ 0.25	
Gas	≥ 0.5	
Pozos de carburante	≥ 1.20	

Otros servicios	≥ 0.5	Postes para líneas aéreas, soportes, monumentos, se respetarán esta distancia, excepto lugares que no cuenten con un soporte adecuado que pueda producir vuelco, deberá ser una distancia como mínimo de 1.5m
Medio Voltaje	≥ 0.25	Distancias entre redes de medio y bajo voltaje
Bajo Voltaje	≥ 0.25	

Tabla 6: Distancias mínimas en caso de cruce con otras instalaciones

Instalación	Distancia mínima (m)	Observación
Vías Públicas	≥ 0.8	En cruces con un alto nivel de tráfico vehicular la profundidad debe ser de 0.8 m
Ferrocarriles	≥ 1.3	
Baja Tensión	≥ 0.25	Distancias mínimas con instalaciones ya existentes
Media Tensión	≥ 0.25	
Telecomunicaciones	≥ 0.25	
Agua	≥ 0.25	
Gas	≥ 0.25	
Alcantarillado	≥ 0.5	
Carburantes	≥ 1.2	

Además de respetar las distancias recomendadas explicadas en las Tablas 5 y 6 se tiene que tomar como una consideración de importancia el espacio que exista en la calle en razón que para las excavaciones se utiliza maquinaria pesada, en caso de que el espacio no sea suficiente se procederá a realizar las excavaciones a mano y siempre procurando no dañar estructuras cercanas [31].

2.4.2. Construcción de Cámaras de Transformación eléctricas

- Construcción de Cámaras: para la construcción de las diferentes cámaras que se proyectan en una red soterrada, se debe tomar en cuenta la calidad del terreno para realizar la excavación, porque de esa manera se puede prevenir accidentes como derrumbes, en este tipo de casos se recomienda seguir la norma “GPE-INEN 012-1978” [29], [32].
- Puesta a Tierra en Cámaras de Transformación: con la excavación para la cámara se recomienda retirar todo el material proveniente de la misma, sobre todo elementos de metal como tuberías de agua o estructuras de la misma obra. La puesta a tierra se debe construir siempre antes del fundir la losa de la cámara, utilizando cable de cobre calibre mínimo 2/0 AWG, tipo malla, con varillas recubiertas de cobre de longitud 2.40 m. La resistencia de puesta a tierra de la malla tiene que ser inferior a los 5 ohm [29], [30].

2.4.3. Construcción de la canalización

Las redes soterradas de la EEASA tienen diferentes tipos de canalización, sin embargo, para poder aperturar y dimensionar un ancho adecuado para la zanja, se usa la siguiente fórmula [29], [30]:

$$Bd = N * D + (N - 1)e + 2x \quad (3)$$

Donde:

<i>Bd</i>	Ancho de la zanja
<i>N</i>	Número de tubos en sentido horizontal
<i>D</i>	Diametro del tubo
<i>E</i>	Espacio entre tubos (mínimo 5 cm)
<i>x</i>	Distancia entre la tubería y la pared de la zanja (mínimo 10cm)

Otro parámetro de cumplimiento, es lo que se relaciona con las profundidades de construcción para las canalizaciones las cuales se encuentran normadas y varían dependiendo del tráfico vehicular que circule por la zona y están indicadas por la Tabla 7 [30], [33], [34].

Tabla 7: Profundidad recomendada de la canalización

Localización	Profundidad mínima (m)
Lugares no transitados por vehículos	0.6
Lugares transitados por vehículos	0.8

2.4.4. Ductos

La ducteria recomendada por las Guías de Diseño de la EEASA debe ser de PVC, debido a que presenta mayores ventajas ante otro tipo de materiales como: una mayor facilidad para reemplazar cables averiados o cambio de calibre de conductores, proporciona una mayor protección para el cable y lo más importante es su alto nivel de confiabilidad [29], [30], [35].

Las normativas que se maneja para los ductos, está basada en la norma NTE INEN 2227 y NTE 1869, las cuales indican que el tubo debe ser de PVC de pared estructurada e interior liso, tipo B, diámetros entre 110 y 160 mm, para redes de medio y bajo voltaje, para las redes de alumbrado público y acometidas recomienda el uso de tubo PVC, tipo 2 pesado, diámetro de hasta 50 mm [29].

Entre los ductos deben ser colocados separadores de tubos, los cuales se especifican en la norma NTE INEN-2227 y la distancia entre separadore en toda la canalización, deber ser de 2.5m [29], [30]

2.4.5. Pozos

Los pozos en una red soterrada operan como nodos eléctricos dentro del diseño son aquellos que permiten realizar transiciones de una red aérea a soterrada y viceversa, también de aquí se realizan derivaciones eléctricas principalmente en la red de bajo voltaje, alumbrado público y para la derivación de acometidas. Las dimensiones de pozos están normadas por el MEER e indicadas en la Tabla 8 [35], [36].

Tabla 8: Dimensiones de Pozos Eléctricos

Tipos	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Aplicación
Tipo A	0.6	0.60	0.75	AP-ACOMETIDA
Tipo B	0.90	0.90	0.90	MV-BV-AP
Tipo C	1.20	1.20	1.20	MV-BV-AP
Tipo D	1.60	1.20	1.50	MV-BV-AP
Tipo E	2.50	2.00	2.00	MV-BV-AP

Las profundidades indicadas son mínimas, pueden variar dependiendo de las Guías de Diseño de cada Empresa Distribuidora, al igual que los sus nombres.

2.4.6. Ubicación de los transformadores

Un criterio por demás importante antes de construir es identificar los lugares adecuados donde se quieran instalar los transformadores debido a que un adecuado dimensionamiento, número y ubicación de los mismo puede reducir costos y para ello se debe considerar que los transformadores deben colocarse en sitios donde se tenga un acceso sencillo y el transporte de estos hacia el lugar no sea un problema [30].

3. DESARROLLO

3.1. Diseño de la Red Soterrada

Acorde al Plan de Soterramiento que tiene la EEASA para la ciudad de Ambato, en la zona de Ingahurco se planea realizar un proyecto muy grande, considerándose en su diseño lo siguiente:

- Transformadores tipo sumergibles,
- Operación en anillo abierto lo que hace que opere de manera radial.

- Cumplimiento de los límites de caídas de voltaje, según lo establecido en la parte III de Guías de Diseño de la EEASA.
- Modernización de la red eléctrica
- Mejor estética de la urbe, eliminando la contaminación visual por la acumulación de cables eléctricos y de las operadoras de servicios de telecomunicaciones

3.1.1. Determinación de la Zona de Trabajo

Utilizando el programa ArcGIS, se determina la zona que se tiene previsto hacer el cambio de la red aérea existente hacia una red soterrada, la cual está delimitada por las calles Av. Las Américas y Haití en el norte, por el lado sur delimita la Av. Las Américas, por el este delimitan las calles Jamaica y Canadá y por el oeste delimita la Av. Gonzales Suarez.

Mediante Google Maps se traza el perímetro de la zona para tener una mayor perspectiva de toda el área de influencia del proyecto.

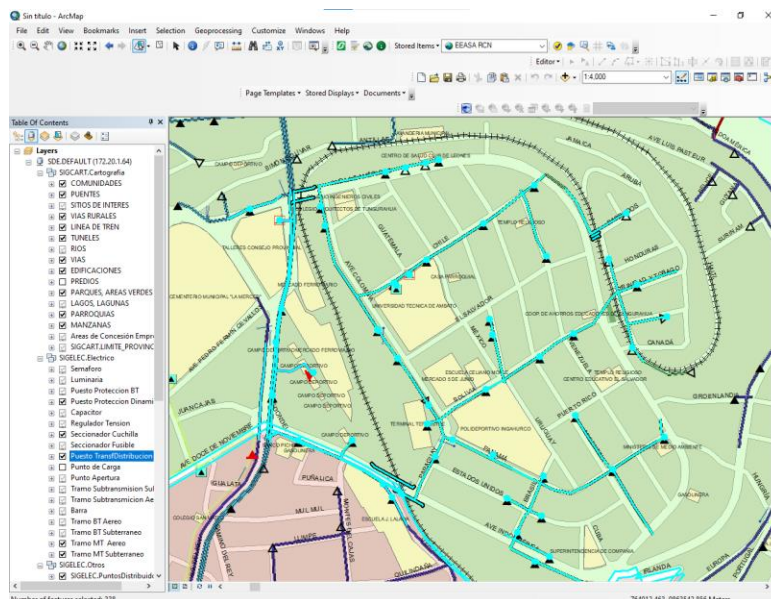


Figura 8. Detalle de área de influencia en ArcGIS

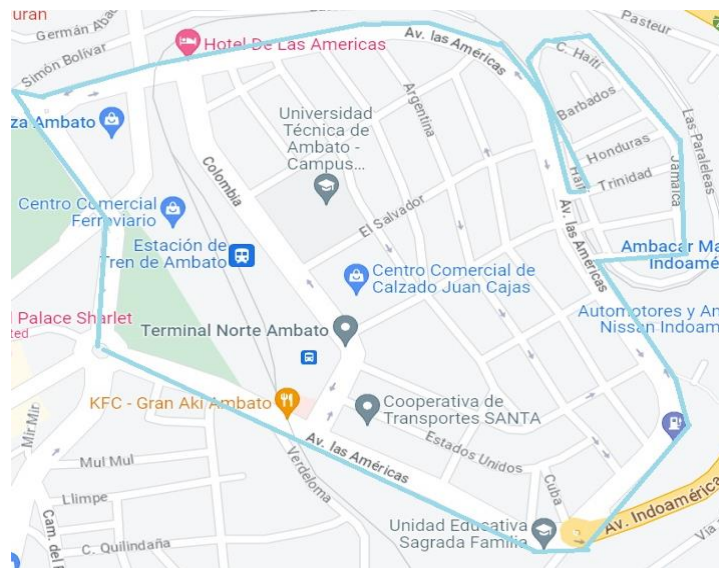


Figura 9. Perímetro del Área de la zona de Ingahurco

Delimitada la zona de trabajo del proyecto de soterramiento, se procede a extraer la información para pasarlas a hojas de Excel con el objeto de analizar: los consumos, el número de clientes y la ubicación de los puntos de carga (acumulación de varios medidores de energía en un mismo sitio).

Object Id *	ANCILLARYROLE	Enabled	Usu Cre	F Cre Sis	F Mod Sis	Usu Mod	Electric Trace Weight	Alimentador	Alim2	Inform Alim	Proyecto Const	F Construccion	FECH
185989	<Null>	True	1803550316	23/02/2009	14/11/2022	sdiaz	805306392	INGAHURCO	<Null>		4 WT-CAF-052-2015	<Null>	22/01/2
185991	<Null>	True	1803550316	23/02/2009	14/11/2022	sdiaz	805306392	INGAHURCO	<Null>		4 WT-CAF-052-2015	<Null>	22/01/2
187654	<Null>	True	1803550316	27/02/2009	14/11/2022	sdiaz	288435464	INGAHURCO	<Null>		6 WT-CAF-052-2015	<Null>	22/01/2
187689	<Null>	True	1803550316	24/03/2009	14/11/2022	sdiaz	1073741856	INGAHURCO	<Null>		3 WT-CAF-052-2015	<Null>	22/01/2
187690	<Null>	True	9999999999	12/04/2012	14/11/2022	sdiaz	1610612784	INGAHURCO	<Null>		1 WT-CAF-052-2015	<Null>	22/01/2
187781	<Null>	True	1803550316	20/02/2009	14/11/2022	sdiaz	0	INGAHURCO	<Null>		7 MIGRACI	<Null>	30/01/2
187906	<Null>	True	9999999999	01/09/2012	14/11/2022	sdiaz	1610612784	INGAHURCO	<Null>		1 MIGRACI	<Null>	30/01/2
187931	<Null>	True	1803550316	20/03/2009	14/11/2022	sdiaz	1073741856	INGAHURCO	<Null>		3 COLE221AFD2015	01/12/2016	01/12/2
187937	<Null>	True	eleon	03/03/2009	10/02/2023	jpomez2018	0	INGAHURCO	<Null>		7 011-2021	<Null>	04/07/2
187940	<Null>	True	eleon	20/02/2009	14/11/2022	sdiaz	1610612784	INGAHURCO	<Null>		1 011-2021	04/07/2021	04/07/2
187941	<Null>	True	1803550316	20/02/2009	14/11/2022	sdiaz	1073741856	INGAHURCO	<Null>		3 202-2018-NAVCAS	15/02/2019	15/02/2
188030	<Null>	True	1803550316	03/03/2009	14/11/2022	sdiaz	1073741856	INGAHURCO	<Null>		3 WT-CAF-052-2015	<Null>	22/01/2
188039	<Null>	True	1803550316	03/03/2009	14/11/2022	sdiaz	0	INGAHURCO	<Null>		7 16-107-CTOBAR	<Null>	03/01/2

Figura 10. Selección de la información a extraerse

Con la información extraída se procede a hacer un análisis de los datos, eliminando los datos erróneos o atípicos que se detectan como: consumos excesivos en clientes del tipo residencial y comercial, malas lecturas con consumo nulo o cero (anexo 14 y 15). Depurada la información, se utiliza el método de la REA (Rural Electrification Area) para el dimensionamiento de la capacidad de los transformadores en función de la energía consumida por cada cliente.

En las Tablas 9 y 10, se presentan algunos de los usuarios que presentaron datos con consumos excesivos o consumos nulos.

Tabla 9. Clientes con consumos excesivos

Número de usuarios	Consumo promedio	Tipo de cliente
1	1623.08	Residencial
1	1571.67	Residencial
1	5018.42	Residencial
1	1856.17	Residencial
1	1271	Residencial

Tabla 10. Clientes con consumos nulos

Número de usuarios	Consumo promedio	Tipo de cliente
1	0	Residencial
1	0	Residencial
1	0	Residencial
1	0	Residencial
1	0	Residencial

Eliminadas las anomalías detectadas en los datos, se obtuvo un total de 1751 clientes con datos que no presentaban errores para poder aplicar el método de la REA (Rural Electrification Area), éste método permitirá determinar la demanda máxima que habrá por punto de carga, considerando un factor de potencia de 0.92 según las Guías de Diseño de la EEASA para usuarios del tipo residencial, también nos permitirá realizar la ubicación y cantidad de transformadores de distribución que se considerarán en el diseño de la nueva red soterrada.

3.1.2. Ubicación de los Transformadores

Para la ubicación de los transformadores se usó el lenguaje de programación Python por motivo que es software libre, se importaron diferentes librerías para realizar el código de programación entre las cuales se tiene las siguientes: pandas (importar datos), numpy (operaciones matemáticas), sklearn.cluster (# de cluster) y matplotlib (gráficos).

Extraídos los datos importantes en una hoja de Excel desde el ARGIS indicados en el numeral anterior, a través del código de la librería pandas se importa los datos al software Python con el objeto de extraer 3 campos: coordenada X, coordenada Y, consumos promedios.

Con la ayuda de la librería de Numpy, se realizó una normalización de los consumos debido al gran número de datos que se dispone ocasionando una desviación estándar grande, por lo que fue necesario la

normalización de los mismos, evitando que los valores estén muy dispersos. La normalización permitió que los valores estén en un rango de 0 a 1, disminuyendo considerablemente su dispersión, para lo cual se utilizó la ecuación 4.

$$z_i = \frac{(x_i - \text{mínimo}(x))}{(\text{máximo}(x) - \text{mínimo}(x))} \quad (4)$$

Donde:

Z_i Valor normalizado del conjunto de datos

X_i Valor dentro del conjunto de datos que se desea normalizar

$\text{máximo}(x)$ Valor más grande en el conjunto de datos

$\text{mínimo}(x)$ Valor más pequeño en el conjunto de datos

Depurados y normalizados los datos, éstos se encuentran listos para la implementación del algoritmo de kmeans con el propósito de determinar la cantidad de transformadores a instalarse en el proyecto. Se importa como una herramienta de la librería “sklearn.cluster”, permitiendo llamar a la función kmeans, ésta realiza el agrupamiento de datos de acuerdo a la distancia mínima euclidianas existente entre 2 puntos a un centroide (cluster), se añade otra característica de agrupamiento como es el consumo existente por punto de carga.

La entrada del número de clusters se lo realiza en forma manual, sugiriendo usar un método adicional para la validación del número adecuado de clusters que se van a usar, siendo éste método el de Silhouette que consiste en que, si se tiene una silueta que va de -1 a 1, y mientras más cercano sea el número a 1, el número de clusters va a ser el indicado y viceversa, caso contrario, si el número es más alejado de 1, el número de clusters está incorrecto. Los resultados del programa se pueden apreciar en la Tabla 10, la cual contiene las coordenadas de ubicación de los transformadores que arrojó el programa, y que están graficadas en forma triángulo en la Figura 1.

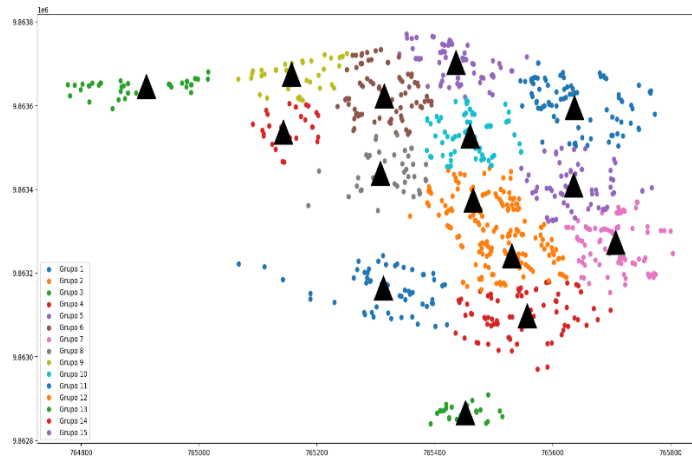


Figura 11. Ubicación de los transformadores

Tabla 11. Coordenadas de los transformadores

Transformador	Coordenada X	Coordenada Y
0	765636,6	9863595
1	765464,6	9863375
2	764911	9863645
3	765557	9863098
4	765436	9863702
5	765314	9863622
6	765706,9	9863273
7	765307,7	9863438
8	765156,7	9863675
9	765460	9863527
10	765312,9	9863163
11	765530,7	9863241
12	765451,7	9862867
13	765142,8	9863536
14	765635,4	9863410

Con la determinación de la cantidad y ubicación de los transformadores del proyecto y agrupados los clientes a cada centro de transformación (cluster), se importó la información obtenida desde el programa Python hacia el Excel, para determinar la demanda máxima y determinar la capacidad de los transformadores del proyecto.

3.1.3. Cálculo de Demanda Máxima por el Método de la REA

Este método realiza el cálculo de la demanda en KW, se lo hace mediante la multiplicación de dos factores independientemente del número de consumidores, el factor B y el factor A.

El factor A se lo denomina factor de KWh e indica la tendencia del factor de carga

El factor B se lo denomina factor de consumidor y mostrará una mejora en la diversidad, ante el aumento de la cantidad de consumidores

El factor A y B pueden ser calculados con la ecuación 5 y 6:

$$\text{Factor A} = n[1 - 0.4n + 0.4 * (n^2 + 40)^{1/2}] \quad (5)$$

Donde:

n Número de consumidores.

$$\text{Factor B} = 0.005925 * (kWh/mes)^{0.885} \quad (6)$$

Donde:

kWh/mes Promedio de los consumos de los usuarios.

Con las fórmulas 5 y 6 los datos exportados y agrupados en el numeral anterior, por cada transformador se realiza el cálculo para determinar la capacidad del centro de transformación asociado al número de clientes del cluster. Adicionalmente, al resultado obtenido se multiplica por un factor de 1.3 con el objeto de añadir una potencia de reserva del 30% a cada transformador. Las potencias obtenidas para cada transformador se indican en la Tabla 12.

Tabla 12. Potencias de los transformadores

Transformadores	Potencia KVA	Potencia Comercial KVA
1	108,08	150
2	175,18	200
3	133,60	150
4	168,39	175
5	94,62	100
6	190,75	200
7	112,05	150
8	116,11	150
9	122,21	150
10	151,49	175
11	142,19	150
12	140,40	150
13	21,12	50
14	77,10	100
15	102,28	150

3.2. Diseño de la Red de Medio Voltaje

Para la canalización de red soterrada en medio voltaje, se consideró una profundidad de construcción de los ductos desde 1 m a 1.4 m, se recorrido va por acera y no por la vía de circulación vehicular, con excepción de los tramos ubicados al norte de la Av. Las Américas, en donde se realizarán cruces en la vía y su profundidad va desde 1.15 m a 1.6 m,

3.2.1. Ubicación Real de los Transformadores y funcionamiento de la Red de Medio Voltaje

Con la determinación de la ubicación óptima de los transformadores y sus respectivas coordenadas (X, Y), se verificó en sitio, si en los puntos de ubicación que arrojó el programa es posible físicamente construir las cámaras de transformación y proceder a dibujar en AutoCAD los respectivos planos, como se indica en el Anexo 1.

Con la ubicación de los sitios de instalación de los transformadores en su respectiva cámara, se procedió a diagramar el recorrido de la red de medio voltaje del proyecto, con las siguientes características:

- Topología en Anillo
- Cámaras de Seccionamiento

- Operación Radial, con dos anillos abiertos interconectados entre sí por cámaras de seccionamiento.
- Cámaras de barras, como punto de conexión a transformadores particulares. En este proyecto se ha considerado dos, ubicadas en la calle Barbados y la calle Republica Dominicana.

La información de ubicación de las diferentes cámaras y el diagrama de la red de medio voltaje se indica en el Anexo 1.

Por disposición y pedido de la EEASA, se normalizó las potencias de los transformadores a una sola potencia de 200 KVA, la justificación es evitar varios procesos de contratación para la compra de transformadores de éste proyecto y considerando que en una red soterrada con el incrementado de la demanda en el tiempo, realizar el cambio de un transformador en éste tipo de instalación es muy costosa y no es sencilla.

Adicional, El transformador ubicado atrás de la Unidad Educativa Sagrada Familia va a quedar aéreo, debido a que los clientes de este sector son 64 clientes. Sin embargo, en el diseño se conservó los 15 transformadores presupuestados. La ubicación de este transformador será en la Av. Gonzales Suarez y se conecta desde una cámara de transformación ubicada en la Av. 12 de Noviembre.

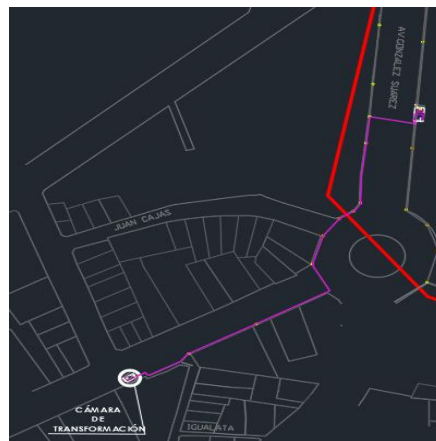


Figura 12. Transformador Av. Gonzales Suarez

3.2.2. Calibre de Conductores de la Red de Medio Voltaje

Los conductores utilizados tienen las siguientes características:

- Clase: 15 kV
- Conductor con aislamiento tipo XLPE para las fases, de aluminio
- Conductor tipo TTU, de aluminio para el neutro
- Configuración: 3x250 MCM para los conductores de fase que salen de la subestación hasta las cámaras de seccionamiento y 1x250 MCM para el conductor neutro.
- Configuración: 3x250 MCM para los conductores de fase que forman parte del anillo que salen de las cámaras de seccionamiento y 1x250 MCM para el conductor neutro
- Configuración: 3x2 AWG para conexiones a transformadores privados para los conductores de fase y 1x250 MCM para el conductor neutro.

Las características y cantidad de los cables indicados para le rede de medio voltaje, se pueden encontrar en los Anexos 2, 3, 4 y 22.

3.2.3. Flujos de potencia CYMDIST

Para la validación del diseño propuesto, se importó el plano de la red de medio voltaje al software CYMDIST, para la simulación de los flujos de potencia según lo que se puede visualizar en la Figura 13.



Figura 13. Red de medio voltaje CYMDIST

Para la simulación de los flujos de potencia se procede de la siguiente forma:

Configuración de los equivalentes del alimentador Ingahurco que proviene de la subestación Loreto, acorde a las impedancias dadas por el Departamento de Subtransmisión como se indica en la Figura 14.

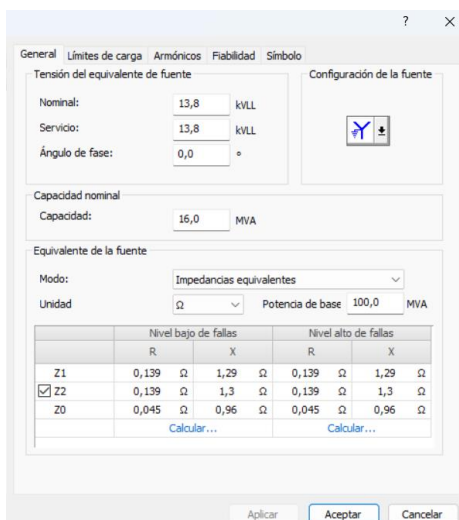


Figura 14. Configuración del equivalente de fuente.

Selección de los transformadores de la biblioteca usada por la EEASA en el CYMDIST, cuya configuración se indica en la Figura 15.

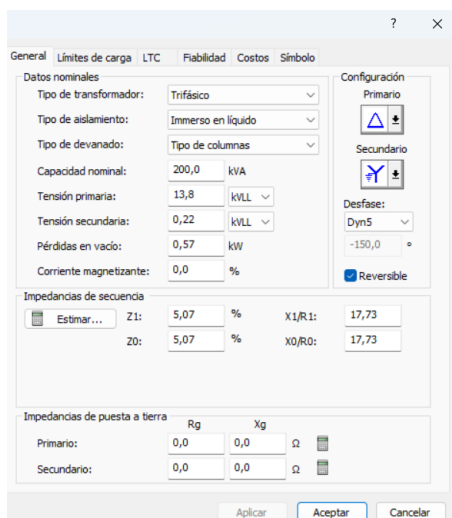


Figura 15. Configuración de los transformadores en el CYMDIST

La configuración de los transformadores ingresada al programa es: trifásicos, voltaje primario 13.8 kV, voltaje secundario 220 V, conexión en el primario – delta, conexión en el secundario es estrella, con índice horario Dyn5.

A continuación, se procedió a crear los calibres de conductores indicados en el numeral anterior y su parametrización se puede apreciar en la Figura 16.

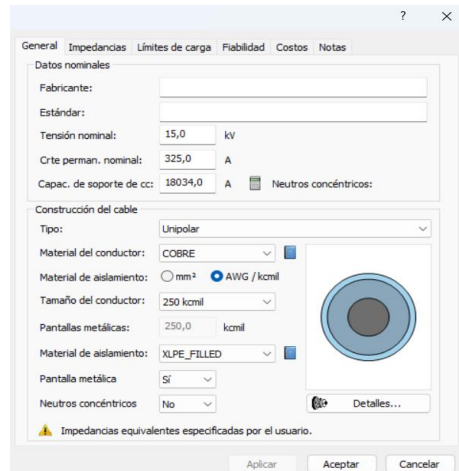


Figura 16. Configuración calibre del conductor del alimentador

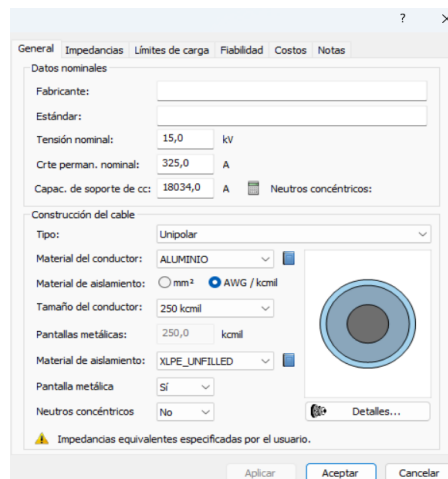


Figura 17. Configuración calibre del conductor de los anillos

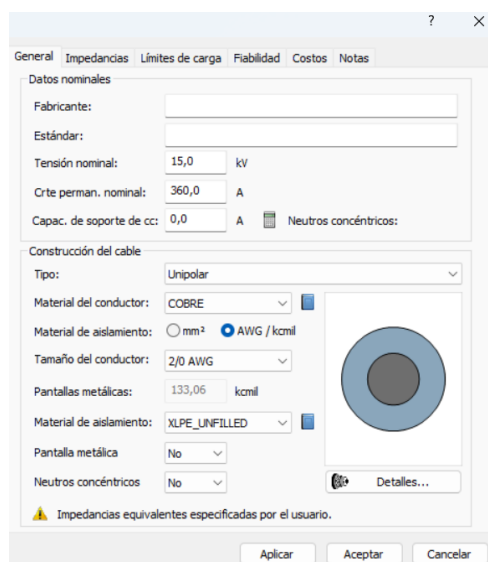


Figura 18. Configuración calibre del conductor para los transformadores fuera del anillo

Lo último en configurar es el modelo de carga, se realizó con un valor de demanda máxima de 744.33 kW, dato registrado para la zona de Ingahurco, considerándose en la simulación como un modelo de carga concentrada.

Con todos los parámetros configurados, se procede a realizar el flujo de potencia y a sacar los respectivos reportes (Anexo 5, 19) para verificar el cumplimiento de los parámetros técnicos de calidad del servicio, principalmente la caída de voltaje y las pérdidas de potencia y la comparación de éstos resultados con respecto a la red aérea, como se indica en el numeral 3.2.4

3.2.4. Comparación Red Soterrada vs Red Actual

Los reportes generados por los flujos de potencia del CYMDIST, permitieron realizar una comparación entre la condición actual de la red aérea y la nueva red soterrada, principalmente de aspectos técnicos importantes como: disminución de pérdidas y mejora en los niveles de voltaje. Los resultados obtenidos se pueden apreciar en los Anexos 5 y 6 respectivamente.

La Tabla 13 indica de manera breve las pérdidas de potencia de la aérea actual y la red soterrada diseñada.

Tabla 13. Pérdidas totales en la red

Red	Pérdidas Totales kW
Aéreo	12.12
Soterrada	9.83

La red actual presenta 1.63 % de pérdidas de potencia, mientras que la nueva red soterrada tiene 1.33 % de pérdidas de potencia, ocasionando una disminución del 0.33 % de pérdidas de potencia. Esta reducción se incrementará con el pasar de los años por el crecimiento natural de la demanda, en razón que la relación del crecimiento de las pérdidas de potencia es cuadrática por el efecto joule ($I^2 R$) de los conductores de la red de medio voltaje

Con respecto a los niveles de voltaje, no se encuentra una mejoría notoria debido a que ambas redes presentan voltajes muy cercanos al 1 p.u, como se indica en el numeral 3.2.6.

3.2.5. Transformadores Sumergibles

La zona de Ingahurco, no es una zona de inundaciones, pero al ser una zona residencial antigua de la ciudad de Ambato, el alcantarillado no suele funcionar muy bien, provocando inundaciones y por consiguiente elevándose el nivel del agua por encima de lo normal. Para este proyecto se ha considerado el uso de transformadores sumergibles en caso de que las diferentes cámaras de transformación se inunden por lluvias o deficiencias del alcantarillados, éste tipo de transformadores es apto para redes de distribución soterrados en zonas donde se presenten inundaciones con mucha frecuencia. Otra característica fundamental de los transformadores a instalarse en el proyecto es que son tipo malla. La ficha técnica de los transformadores sumergibles se encuentra en el Anexo 21.

3.2.6. Caídas de Voltaje.

Para determinar las caídas de voltaje para en la red soterrada a 13800 voltios, se realizó mediante simulación a través del software CYMDIST para un cálculo más preciso. Usando la distancia entre la fuente y los nodos de la red de medio voltaje se determina el perfil de voltaje, como se indica en la figura 19. Con la gráfica se puede obtener la máxima caída de voltaje entre el nodo y la fuente, es una gráfica voltaje vs distancia.

El perfil de voltaje es un gráfico que permite observar con claridad aquellos nodos de la red que superan el máximo porcentaje admisible de caída de voltaje. En la Figura 19 se puede apreciar que la caída de voltaje en la nueva red soterrada es inferior al 3.5 % que indica la parte III de las Guías de Diseño de la EEASA, por lo que se puede inferir que el nivel de voltaje a los clientes en bornes del transformador estará cercano al valor de 1 p.u. (127 voltios).

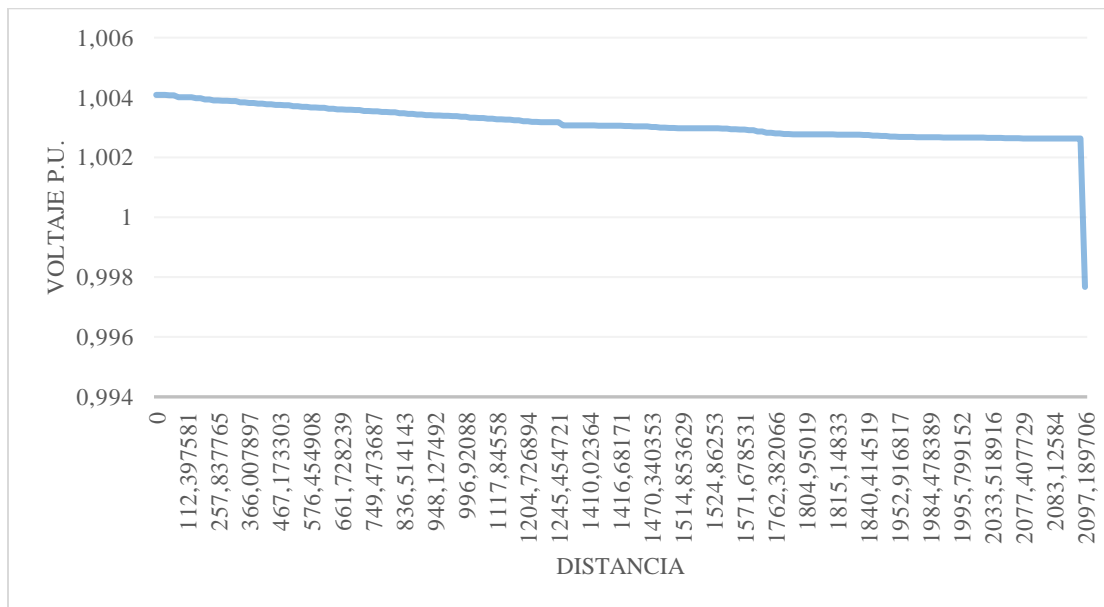


Figura 19. Curva de perfil de tensión

3.3. Diseño de la Red de Bajo Voltaje

El diseño de la red de bajo voltaje, por recomendación de la EEASA, tiene las siguientes características.

- Cada transformador debe tener un máximo de 4 circuitos
- Conductores de aluminio, tipo TTU, aislado para 2 Kv
- Configuración: 3 x 250 AWG + 1 x 250 MCM para fases y neutro, con identificación de color negro en las fases y verde para el neutro (Anexo 18 y 22).
- La distancia máxima de la acometida de clientes es 20 m (Anexo 18).

- Las puestas a tierra en los pozos se usan aproximadamente 3m de cable de cobre (Cu.) desnudo # 2 AWG junto con su varilla de cobre coperweld.
- El conductor de cobre (Cu) 14 AWG no tiene fines eléctricos, su uso principal es realizar amarres dentro de la obra.

3.3.1. Caídas de Voltaje.

Las caídas de voltaje se realizaron en hojas de cálculo de Excel, acorde con las tablas de las Guías de Diseño de la EEASA, el valor máximo permisible es del 3.5%, el cálculo de la de bajo voltaje asociado a cada transformador se pueden encontrar con más detalle en el Anexo 8. La Tabla 14 presenta en resumen las respectivas caídas de voltaje de cada circuito diseñado.

Tabla 14. Caídas de Voltaje de la Red de Bajo Voltaje

RESUMEN CALCULO CAÍDA DE VOLTAJE			
TRANSFORMADOR	CIRCUITO	USUARIOS	CAÍDA DE VOLTAJE MÁX
T-01	1	84	2,12
	2	67	1.29
T-02	1	60	1.95
	2	51	2.21
	3	42	2.05
T-03	1	24	2.44
	2	63	2.84
T-04	1	80	2.82
	2	81	2.01
T-05	1	46	2.38
	2	46	1.25
	3	45	0,96
T-06	1	17	2.28
	2	61	1.15
	3	59	1.85
T-07	1	59	1.67
	2	46	2.32
	3	59	2.17
T-08	1	44	2.18
	2	25	1.91
	3	15	0.37

	1	24	2.54
T-09	2	32	3.30
	3	22	1.29
T-10	1	90	2.96
	2	65	2.65
	1	54	2.48
T-11	2	43	2.01
	3	54	1.93
T-12	1	88	3.09
	2	72	3.07
	1	27	2.42
T-13	2	20	1.67
	3	17	0.65
	1	24	1.82
T-14	2	48	2.80
	3	30	1.63

En la Tabla 14 se puede observar que ningún circuito supera el 3.5% que indica la EEASA.

Los circuitos de bajo voltaje junto con sus acometidas se presentan en el respectivo plano del Anexo 9.

3.4. Alumbrado Público

La red de alumbrado público en el proyecto de soterramiento se concibe bajo parámetros de calidad de iluminación y funcionalidad, que permitan brindar un óptimo servicio. Esta red, se diseña como una red independiente de la red de bajo voltaje, con las siguientes características:

- Conductores de aluminio, tipo TTU, aislado para 2 kV.
- Configuración 2 x 6 AWG + 6 AWG para fases y neutro con identificación de color negro en las fases y verde para el neutro.
- Postes ornamentales color, fibra de vidrio, 10 metros de longitud, brazo de 1,2 metros e inclinación angular de 5°.
- Luminarias tipo LED, con potencia entre 70 y 150 W.

3.4.1. Tablero de Control

Para el control de los circuitos de Alumbrado Público de forma independiente de las redes de bajo voltaje, al interior de las cámaras de transformación se instalarán tableros de control con breakers de 2 polos con capacidad de 32 A – 2P.

3.4.2. Postes Ornamentales

Los postes para el sistema de Alumbrado Público son de las siguientes características:

- Tipo: ornamental, tronco cónico, color verde
- Longitud: 10 metros.
- Capacidad a la torsión de 200 kgF
- Material: fibra de vidrio
- Vida útil: 20 años
- Brazo de 1,2 metros de longitud e inclinación angular de 5°.
- Interdistancia entre postes: 30 metros

Se instalarán en la acera mediante la colocación de una canastilla metálica de acero galvanizado que se funde en la base del poste, dispone de acometida a través de manguera PVC de 2 pulgadas para las conexiones hacia la luminaria. La base de los postes se fabrica en material P.R.F.V. lo que evita la corrosión y soporta mejores esfuerzos mecánicos.



Figura 20. Postes ornamentales

3.4.3. Luminarias

Las luminarias a utilizarse en el proyecto son del tipo LED, estas reemplazarán a las luminarias de sodio por su mayor eficiencia energética, mejor calidad de iluminación y diseño. Las potencias varían entre 70 y 150W; su configuración será unilateral o bilateral pareada, dependiendo del ancho y tipo de calzadas existentes en el proyecto.



Figura 21. Luminaria 150W

3.4.4. Conductores

Los conductores para el sistema de Alumbrado Público, tendrá las siguientes características:

- Conductores de aluminio, tipo TTU, aislado para 2 Kv
- Configuración: 2 x 6 AWG + 6 AWG para fases y neutro, con identificación de color negro en las fases y verde para el neutro.
- Acometida de la luminaria en configuración 3 x 12 AWG, para fases y tierra . El conductor será de cobre o aluminio.

3.4.5. Empalmes

Se utilizarán conectores tipo H de Aluminio – Aluminio, ranura principal para calibre 6 AWG y ranura secundaria para calibre 6 AWG, estos elementos permiten derivar la red de alumbrado público hacia los puntos que se requieran. El empalme se cierra herméticamente mediante un kit que cuenta de un gel aislante y una caja que permite aislar sus componentes.

Se utilizarán también conector tipo H de Aluminio – Cobre, ranura principal para calibre 6 AWG y ranura secundaria para calibre 12 AWG, que permite fácilmente realizar el conexionado entre conductores tipo TTU con calibre 6 AWG de aluminio el cual es que sale del tablero donde se encuentra el circuito de iluminación con los de conductores de cobre tipo 3x12 AWG que se conectan a las luminarias. El empalme se cierra herméticamente mediante un kit que cuenta de un gel aislante y una caja que permite aislar sus componentes.



Figura 20: Empalmes de Alumbrado Público

3.5. Obra Civil

En lo que corresponde a la obra civil, la EEASA suministro toda la información disponible sobre las especificaciones técnicas de cámaras de transformación y seccionamiento, pozos, canalizaciones a emplearse en el proyecto. Adicionalmente, proporciona ciertas recomendaciones a considerar en el diseño de las obras civiles para proyectos de soterramiento como las siguientes:

- Evitar en todo momento la afectación o interferencia con los sistemas de agua potable, gas o alcantarillado de la ciudad.
- En caso de detectar o existir cruces con instalaciones de los otros sistemas de servicios básicos, marcar aquellos lugares con estacas de madera para tener precaución al momento de la excavación para la canalización eléctrica y evitar daños a terceros.
- Evitar cruces en lugares donde pueda existir algún riesgo de derrame de fluidos como: gasolina, agua potable, entre otros.
- En caso de existir zonas verdes propiedad de la ciudad o infraestructura vial, obtener con anticipación los permisos pertinentes para hacer las excavaciones.
- Evitar en su mayoría cruces en vías de alto nivel de tránsito vehicular y en caso hacerlo, tomar en cuenta la profundidad a la cual se va a realizar la excavación.

3.5.1. Canalización

La EEASA utiliza de algunos tipos de canalizaciones para los proyectos de soterramiento, estos se utilizan dependiendo de las condiciones de la zona y del diseño de la red de medio y bajo voltaje del proyecto. Los tipos de canalizaciones determinados para el proyecto de Ingahurco se encuentran indicados en la Tabla 11 y sus detalles se los puede observar en el Anexo 10.

Tabla 15. Canalizaciones usadas en la EEASA

Tipo de canalización	Número de ductos de telecomunicaciones	Número de ductos de alumbrado público	Número de ductos para red de Bajo Voltaje	Número de ductos red de medio Voltaje	Uso de la canalización
Nivel 1	4	4	3	3	Se usan en alimentadores y en las formaciones del o los anillos
Nivel 2	2	2	2	2	Calles secundarias donde haya presencia de medio y bajo voltaje
Nivel 3	1	2	2	0	Se usan solo para bajo voltaje
Nivel 3C	1	2	1	0	Se usan solo para bajo voltaje

Las profundidades a las que se entierra las canalizaciones varían, la Tabla 16 indica las profundidades recomendadas por la EEASA, acorde al tipo de canalización. En el caso de que no sea posible cumplir con las profundidades recomendadas, se debe hacer un revestimiento de hormigón a las tuberías, el cual deberá tener una resistencia de 210 Kg/cm^2 para aceras y en el caso de calzadas aumenta la resistencia del hormigón a 240 Kg/cm^2 .



Figura 22. Canalización

Tabla 16. Profundidades de las canalizaciones usadas por la EEASA

Canalizaciones usadas por la EEASA	Profundidad sugerida en acera para la canalización eléctrica (cm)	Profundidad sugerida en calzada para canalización eléctrica (cm)
Nivel-1	140	160
Nivel-2	120	140
Nivel-3	100	115
Nivel-3C	100	115

3.5.2. Tubería

Las tuberías para el proyecto serán de PVC, tipo B, color naranja para la parte eléctrica tanto para la red de medio y bajo voltaje, de color gris para la parte de telecomunicaciones, deberán cumplir las normas INEN 1869 y 2227, diámetros de 115 a 160 mm, longitud de 3 o 6 metros sin considerar la campana del tubo.

Para la red de alumbrado público del proyecto será tubos de PVC, tipo 2 pesado, diámetro de 50 mm; y, para las acometidas se utilizará manguera de polietileno de 2 pulgadas.

En toda la tubería se colocará separadores de tubería, con una distancia de separación entre ellos de 2.5 m.



Figura 23. Tubería Eléctrica para Redes de MV y BV



Figura 24. Tubería de Telecomunicaciones

3.5.3. Pozos de revisión

En el proyecto se utilizarán varios tipos de pozos acorde a las Guías de Diseño de la EEASA, los más comunes son aquellos que se construyen en la acera y se caracterizan por ser de menor medida y de menor área de ocupación del suelo. Su aplicación uso puede variar, se utilizarán para derivaciones de la red de bajo voltaje, salidas y entradas de las cámaras de transformación, de barras o de seccionamiento.

Otro tipo de pozos son aquellos que se construyen en calzada, se caracterizan por necesitar una mayor área en el suelo y sus medidas pueden en algunos casos ser mayores a los usados en acera. Las Tabla 17 y 18 indica las medidas de los pozos y sus detalles se encuentran en el Anexo 11.

Las tapas de los pozos son de diferente forma, pueden ser circulares si el pozo está en calzada y cuadradas cuando el pozo se ubique en acera. Las tapas colocadas en aceras deberán ser antideslizante para las personas que circulen en la zona, construidas de nodular con una fuerza de ensayo de 125 kN, mientras que para las tapas colocadas en calzada se usa el mismo material que las anteriores, pero con una fuerza de ensayo mayor de 400 kN. Las dimensiones de las tapas del proyecto se encuentran en el Anexo 11.

Tabla 17. Pozos en Acera

Tipo	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad (m)	Área necesaria en el piso (m^2)
A	0.6	0.6	0.9	0.64
B	0.7	1	1	1.08
C1	1	1	1.2	1.69
C2	1.2	1.2	1.5	2.25

Tabla 18. Pozos en Calzada

Tipo	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad	Área necesaria en el piso
T3	1.2	1.2	1.5	2.25
T2	1	1	1.5	1.69
T1	0.8	0.8	1.2	1.21



Figura 25. Pozos en Acera



Figura 26. Pozos en Calzada

3.5.4. Cámaras

La EEASA cuenta con algunos tipos de cámaras para proyectos de soterramiento, se utilizarán 3 tipos de cámaras en el proyecto de Ingahurco y son las siguientes.

- Cámaras de Seccionamiento
- Cámaras de Transformación
- Cámaras de Barras

Las medidas de las cámaras más comunes son de 5.4 m x 2.50 m x 3 m, su construcción en su mayoría estarán ubicadas en calzada principalmente las cámaras de transformación. El detalle de las cámaras que se utilizarán para el proyecto de soterramiento se indican en el Anexo 12.



Figura 27. Cámaras de Barras



Figura 28. Cámara de Transformación



Figura 29. Cámara de Seccionamiento

3.6. Sistema de Protecciones.

Para el sistema de protecciones del proyecto, se utiliza la biblioteca de elementos de protecciones que dispone la EEASA en el software CYMDIST, con el propósito de seleccionar los equipos a usarse. La coordinación para el proyecto se basa en el modelo Interruptor – Fusible.

Posteriormente se procede con la configuración del relé instalado en la cabecera del alimentador, el cual es un relé electrónico, marca ABB, este elemento será el último en actuar ante cualquier eventualidad que afecte a la red de medio voltaje; después se añaden los fusibles en medio y bajo voltaje del transformador, los cuales disponen de su propia curva la cual es fija y no se puede modificar. Entre el espacio que queda entre las curvas del fusible y el relé, se configuran los relés electrónicos ubicados en las cámaras de seccionamiento para obtener la coordinación deseada.

Las curvas del relé electrónico de la cabecera del alimentador primario son tipo ANSI, extremadamente inversa, como se indica en la Figura 30. Mientras que para los relés de las cámaras de seccionamiento, son curvas extremadamente inversas + instantáneo de la familia tipo ANSI “E”, que vienen disponibles en el relé indicado y su configuración se indican en las Figuras 31 y 32.

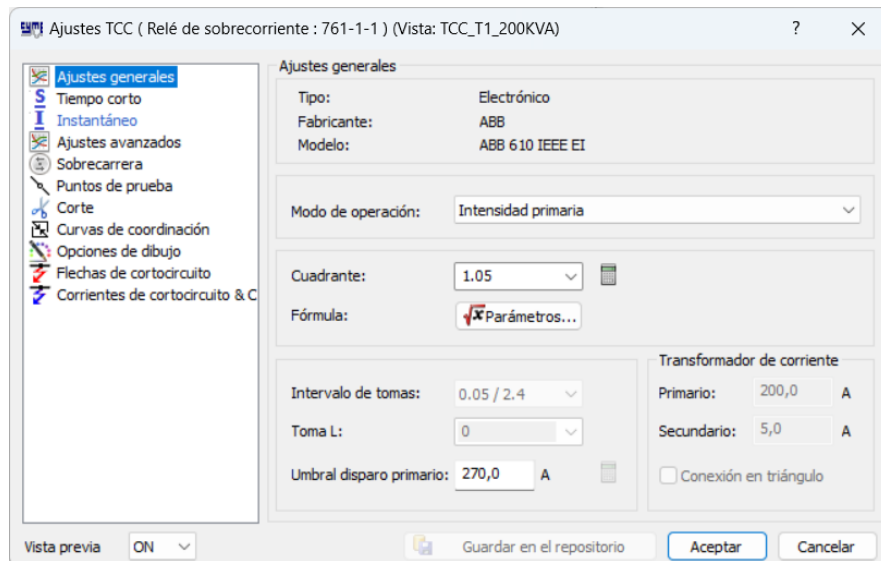


Figura 30. Configuración protección ABB en cabecera del alimentador

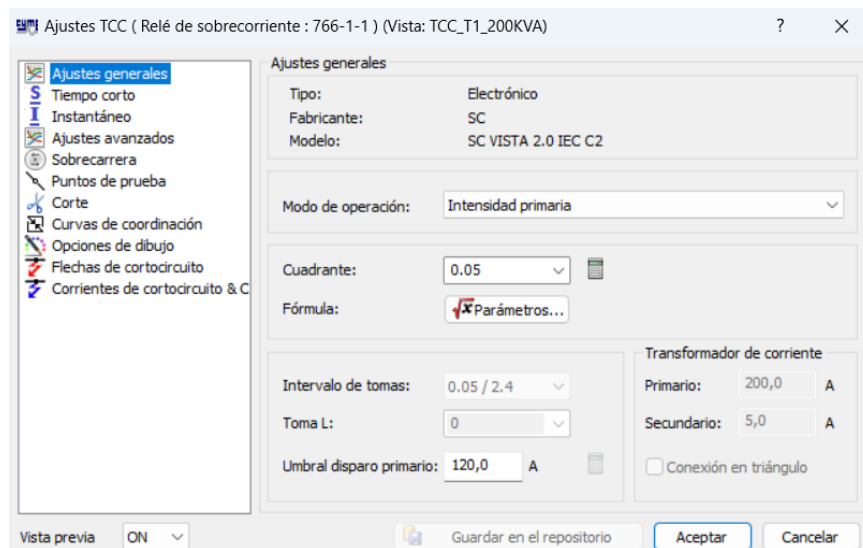


Figura 31. Configuración protección SyC cámaras de seccionamiento

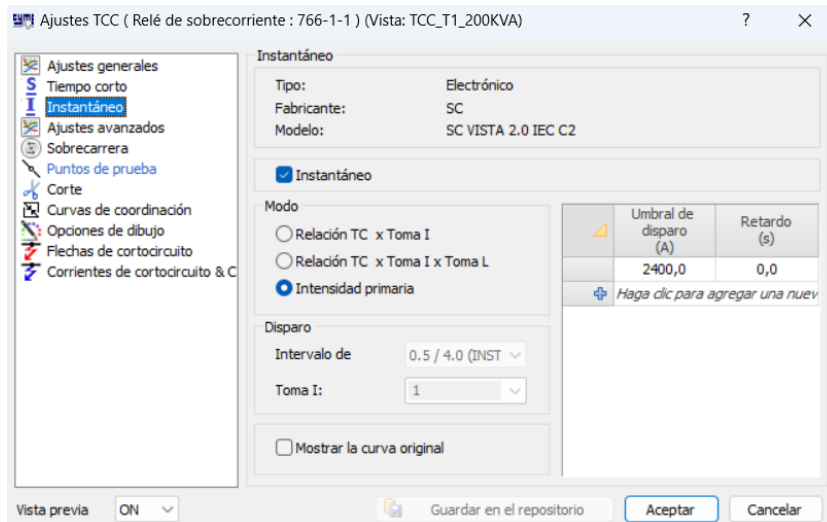


Figura 32. Configuración protección instantánea SyC cámaras de seccionamiento

Con las configuraciones indicadas y ayuda del módulo de protecciones del CYMDIST, se procede a realizar la coordinación de protecciones entre los equipos mencionados, con el propósito de verificar que no exista traslape entre las curvas de los equipos y ocasionar falsos disparos, lo que ocasionaría una desconexión y pérdida temporal del servicio de energía eléctrica en la zona.

La coordinación obtenida entre los distintos elementos se indica en la Figura 33

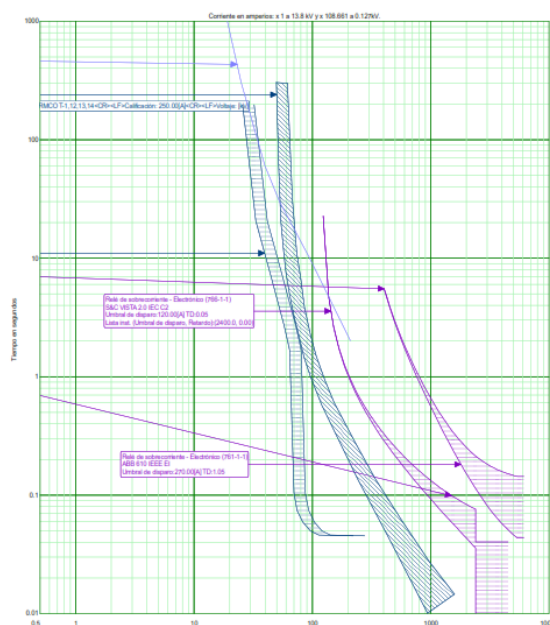


Figura 33: Coordinación de protecciones del sistema

En el Anexo 13 se puede encontrar con mayor detalle la coordinación de protecciones.

3.7. Presupuesto Referencial del Proyecto

Para la determinación del presupuesto del proyecto, se utilizó las plantillas de la EEASA, cuyos costos están actualizadas al mes de noviembre del El presupuesto de materiales se puede encontrar con mayor detalle en el Anexo 16; mientras que en el Anexo 17 se encuentra el costo de mano obra.

4. CONCLUSIONES

A través de simulaciones se determinó un correcto funcionamiento de la red cumpliendo con las Guías de Diseño de la EEASA parte III y IV, el Software CYMDIST permitió simular los flujos de potencia con cálculos precisos alcanzando un valor inferior al 3.5% en las caídas de voltaje, asimismo, presenta una ventaja al verificar los diagramas de coordinación de protecciones eléctricas en los tableros de distribución.

Para cumplir el nivel mínimo de caídas de tensión, CYMDIST, simuló diversas condiciones operativas, como cambios en la carga, variaciones en la generación y eventos de falla que permitieron evaluar el rendimiento del sistema bajo diversas circunstancias.

Los datos proporcionados por el centro de control de la energía de la EEASA, revelaron la demanda actual perteneciente al sector de Ingahurco estableciendo así una demanda de diseño convencional muy eficiente para la magnitud del proyecto.

El presupuesto del proyecto se calculó en función de varias planillas con información actualizada hasta el mes de noviembre, además, enlistan las obras de soterramiento. El monto de la inversión se presenta en el anexo 16 y 17. De esta manera se pudo proyectar de forma correcta el costo de la mano de obra, que es esencial para que las empresas comprendan y gestionen eficientemente sus gastos relacionados con el personal.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda tener un adecuado pronóstico de la demanda de la zona debido a que un excesivo sobredimensionamiento de la red puede traer consecuencias en las pérdidas de potencia para la empresa y también dimensionar los equipos adecuados para disminuir los costos en los transformadores ya que se comprarían para una estimación adecuada de los clientes a los que va a servir.

Se recomienda tener un equivalente Thévenin a la salida de la segunda cámara de seccionamiento debido a que de las cámaras de seccionamiento son aquellas que conectan al alimentador con el proyecto a nivel de medio voltaje, sin embargo, estas tienen salida a conectarse a algún punto de otro alimentador en el futuro, para nuestro caso se planea a futuro conectar con el alimentador La Victoria por lo que dicho equivalente serviría para tener una mejor coordinación de protecciones del proyecto.

6. TRABAJOS FUTUROS

Para el futuro se planea trabajar en la automatización de la red para que se pueda implementar en las cámaras de transformación un sistema de control remoto que permita a los operadores del control realizar maniobras desde ahí a través del sistema SCADA de la EEASA lo que reduciría los tiempos de reconexión en el caso de alguna falla que se pueda presentar en la red.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Diego Alejandro Duchi Otorongo, “NORMA PARA EL MANTENIMIENTO DE REDES Y EQUIPOS DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE EN REDES SOTERRADAS.” Quito, p. 203, 2022. [Online]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23013>
- [2] K. D. A. MAIGUA, “Diseño de la red eléctrica subterránea en medio y bajo voltaje del barrio Eloy Alfaro,” p. 172, 2022.
- [3] C. M. Quezada Velez, *Análisis Descriptivo Del Soterramiento De Las Redes De Distribución De Electricidad En La Regeneración Urbana Del Céntrico Histórico De La Ciudad De Loja*. 2020. [Online]. Available: http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS_WILSON_FERNANDO.pdf
- [4] C. De, P. López, and J. Enrique, “DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SOTERRAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL ÁREA URBANA SECTOR CENTRO DEL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI,” Latacunga, 2019. Accessed: Oct. 30, 2023. [Online]. Available: https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/22760/TESIS_CANDO_PINTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [5] V. C. De la Paz Mellardo, “Soterramiento de Redes. Experiencia Comparada.” [Online]. Available: <http://bcn.cl/49v5>
- [6] J. Viquiera Landa, *REDES ELÉCTRICAS*, Segunda. México, 2010.
- [7] L. E. Cevallos Salazar, “ESTUDIO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA DIVERSIFICADA EN EDIFICIOS RESIDENCIALES,” Quito, Feb. 2015. Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8058/6/UPS%20-%20KT01011.pdf>
- [8] E. R. Uchuari Plaza and L. C. Zhunaula Abad, “DISEÑO DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN FINANCIERA EN LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR (EERSSA),” Loja, May 2013. Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/2339/1/DISE%c3%91O%20DE%20UN%20MODELO%20DE%20PLANIFICACI%c3%93N%20FINANCIERA%20EN%20LA%20EMPRESA%20EL%c3%89CTRICA%20REGIONAL%20DEL%20SUR%20%28EERSSA%29.pdf>
- [9] J. D. Moreno Live, “DISEÑO DE LA NUEVA LÍNEA MACARÁ-ZAPOTILLO 69KV DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A.,” Quito, Oct. 2019. Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <file:///C:/Users/LENOVO/Documents/10%20mo%20semestre/Titulacion/Marco%20teorico/1/CD%2010000.pdf>
- [10] CENTROSUR, “Plan-Estrategico-2022-2025,” pp. 1–99, 2022.
- [11] EEASA, “INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS AÑO 2020,” 2020.
- [12] J. C. Gómez Cevallos, “Diagnóstico de la confiabilidad de servicio y su relación con el comportamiento eléctrico de los transformadores de distribución del alimentador Tambo, subestación Pelileo de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. (EEASA),” Latacunga , Nov. 2017. Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6387/1/MUTC-000607.pdf>
- [13] L. Guillén, “Universidad de Cuenca UNIVERSIDAD DE CUENCA "MODELO INTEGRAL PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS NO Tesis Previa a la Obtención del Título de Magister en Sistemas Eléctricos de Potencia CUENCA-ECUADOR ENERO-2015,” Cuenca, Jan. 2015. Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21438/1/TESIS.pdf>
- [14] CNEL EP, “Plan Estratégico 2021-2025,” 2021.
- [15] M. J. Mendoza Loayza, “Análisis del impacto económico y de la competencia actual debido al cambio de condición de los clientes regulados a clientes no regulados de la CNEL EP.,” Guayaquil, Mar.

2021. Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <http://biblioteca.uteg.edu.ec:8080/handle/123456789/1469>
- [16] S. R. Castaño, “Redes de Distribución de Energía,” 2004.
- [17] R. Rodríguez and D. H. Avilés, “Model for the Conversion to an Underground System of the Network of Electric Energy Air Distribution in the Sector of the Centenary Campus of the Salesian Polytechnic University,” Guayaquil, Jul. 2020. Accessed: Dec. 20, 2023. [Online]. Available: <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/406/683>
- [18] J. Dolores and J. Cervantes, “Sistemas de distribución de energía eléctrica / José Dolores Juárez Cervantes,,” México, 1995.
- [19] A. Ariza, “MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL PRONÓSTICO DE DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN,” *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA*, pp. 1–145, 2013.
- [20] J. Velásquez, J. Franco, and H. Alonso, “A non-linear model for forecast-ing the monthly demand for elec-tricity in Colombia,” Medellín, Jul. 2009.
- [21] O. León, A. Rivas, C. Pérez, and F. Marrero, “Procedimiento para el pronóstico de la demanda mediante redes neuronales artificiales / Procedure for forecasting demand by using artificial neural networks,” Holguín, Mar. 2017. [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181549596004>
- [22] J. Murillo, A. Trejos, and P. Carvajal, “ESTUDIO DEL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA, UTILIZANDO MODELOS DE SERIES DE TIEMPO,” *Universidad Tecnológica de Pereira*, pp. 1–6, Dec. 2003, Accessed: Nov. 13, 2023. [Online]. Available: [file:///C:/Users/LENOVO/Documents/10%20mo%20semestre/Titulacion/Marco%20teorico/2/ARI](file:///C:/Users/LENOVO/Documents/10%20mo%20semestre/Titulacion/Marco%20teorico/2/ARI%20MA%203.pdf)
- [23] E. Moreno, “Predicción con series de tiempo y regresión,” Bogotá, 2008. Accessed: Dec. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343929216005>
- [24] G. Andrés Méndez Giraldo, “Methodology to demand forecasting under multiproduct environments and high variability,” Bogota, Jul. 2014. Accessed: Dec. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257030546008.pdf>
- [25] V. Gil, “PRONÓSTICO DE LA DEMANDA MENSUAL DE ELECTRICIDAD CON SERIES DE TIEMPO,” Medellín, Dec. 2016. Accessed: Dec. 20, 2023. [Online]. Available: [file:///C:/Users/LENOVO/Documents/10%20mo%20semestre/Titulacion/Marco%20teorico/2/PRO](file:///C:/Users/LENOVO/Documents/10%20mo%20semestre/Titulacion/Marco%20teorico/2/PRO%20NOSTICO_DE_LA_DEMANDA_MENSUAL_DE_ELECTRICIDAD_C.pdf)
- [26] M. Ortiz, “PRONÓSTICO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA RESIDENCIAL BASADO EN EL MODELO DE REGRESIÓN ADAPTATIVA MULTIVARIANTE SPLINE (MARS),” *Universidad Politécnica Salesiana*, pp. 3–41, 2015, Accessed: Nov. 13, 2023. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11290/3/UPS-KT01191.pdf>
- [27] D. B. Cusi Queque and J. I. Gutierrez Ramos, “SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE,” Lima, 2020. Accessed: Nov. 17, 2023. [Online]. Available: [https://es.scribd.com/document/464283283/SUAVIZACION-EXPONENCIAL-SIMPLE-SES-](https://es.scribd.com/document/464283283/SUAVIZACION-EXPONENCIAL-SIMPLE-SES-TRABAJO-DE-INVESTIGACION)
- [28] M. Alarcón, “Calificación Del Método De Pronóstico De Torres,” pp. 1–27, Sep. 2009, Accessed: Nov. 17, 2023. [Online]. Available: [file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Dialnet-](file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Dialnet-CalificacionDelMetodoDePronosticoDeTorresSegundaPa-4784461.pdf)
- [29] J. Campozano and S. Tubón, “Manual de procedimientos para la construcción de las redes eléctricas subterráneas para la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.,” Cuenca, Oct. 2020. Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34878>

- [30] J. Tamayo and L. García, “SECCIÓN 1 SECCIÓN 1 SECCIÓN 2 MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS CONTENIDO,” 2019. Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.unidadespropiedad.com/pdf/2d/Subterraneas/Manual%20de%20construccion.pdf>
- [31] F. De Ingenierl, R. Eléctricas, and J. V. Landa, “UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE POTENCIA.”
- [32] Miembros de la Comisión de Distribución, “Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 13.8; 24.9 y 34.5 kV,” Jul. 2015. Accessed: Dec. 20, 2023. [Online]. Available: https://ciemicr.org/wp-content/uploads/2020/03/Manual_Redex_Distribucion_Electrica_Subterranea.pdf
- [33] M. López and C. Montaña, “MANUAL DE ESTRUCTURAS DE REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGIA ELECTRICA MT 10.5 KV – 14.4 / 24.9 KV BT 220 – 380 V,” Santa Cruz, Sep. 2010. Accessed: Dec. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.cre.com.bo/wp-content/uploads/2019/05/MANUAL-SUBTERRANEO-2015.pdf>
- [34] Comisión ICE-CNFL-CIEMI, “Manual para Redes de Distribución Eléctrica,” Apr. 2009. Accessed: Dec. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/2cc70bbd-a37e-490b-a9cf-c5386ec787eb/MANUAL+REDES+SUBTERRANEAS.pdf?MOD=AJPERES&CVID=11If.vO>
- [35] Á. Caiza and P. Diaz, “EVALUACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN DEL SISTEMA DE TRANSFORMACIÓN PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO DE LA ‘URBANIZACIÓN CONSORCIO HABITACIONAL COLINAS DEL SUR’ LOCALIZADO EN EL CANTÓN SALCEDO CONSORCIO HABITACIONAL COLINAS,” Latacunga, Mar. 2022. Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9315/1/PI-002149.pdf>
- [36] J. Bravo and Á. Ochoa, “DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS EN MEDIO VOLTAJE, BAJO VOLTAJE Y ALUMBRADO PÚBLICO PARA URBANIZACIONES,” Guayaquil, Mar. 2022. Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22510>

8. ANEXOS

Anexo 1: Plano de Medio Voltaje

Anexo 2: Conductor del Alimentador en medio voltaje

ELECTROCABLES C.A.	CARACTERISTICAS TECNICAS	CONTROL DE CALIDAD
--------------------	--------------------------	--------------------

1c, 15 kV, 175 mil TRXLPE (100%), TS, PVC

TIPO		CABLE MEDIA TENSION (MV - 90)
CALIBRE	kcmil	250
TEMPERATURA TRABAJO	[°C]	90
VOLTAJE SERVICIO	[kV]	15
CAPACIDAD DE CORRIENTE*	[A]	325
CAPACIDAD DE CORRIENTE**	[A]	445
NIVEL AISLAMIENTO	[%]	100
NORMAS REFERENCIA		ASTM B-3, B-8, ICEA S-93-639/NEMA WC74, UL 1072

CONDUCTOR

Material		COBRE
Resistencia maxima, a 20°C	Ω/km	0.139
Construcción		COMPRESIDO
Diámetro del conductor	[mm]	14.17
Area de la sección transversal	[mm²]	127

CAPA SEMICONDUCTORA - SOBRE EL CONDUCTOR (CONDUCTOR SHIELD)

Material		SEMICONDUCTOR
Espesor mínimo	[mm]	0.7

AISLAMIENTO

Material		TRXLPE
Espesor mínimo	[mm]	4.191
Espesor nominal	[mm]	4.445
Espesor máximo	[mm]	5.207

CAPA SEMICONDUCTORA - SOBRE EL AISLAMIENTO (INSULATIONS SHIELD)

Material		SEMICONDUCTOR
Espesor mínimo	[mm]	0.7

PANTALLA ELECTROSTATICA (COPPER TAPE SHIELD)

Material		CINTA DE COBRE
Colocacion		Helicoidalmente
Mínimo traslape		10% de Ancho de cinta
Espesor mínimo de cinta de cobre	[mm]	0.06

CHAQUETA

Material		PVC
Espesor mínimo Promedio	[mm]	2.03
Diámetro Exterior Aproximado	[mm]	30.2

*NEC Tabla 311.60 (C) (77)

**NEC Tabla 311.60 (C) (69) 1 C, al aire libre


Ing Angel Mite
Jefe de Control de Calidad

Anexo 3: Conductor de los Anillos de Medio Voltaje

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Producto:	CABLE DE ALUMINIO MV-90 #250 Kcmil 15 kV 100% ROJO	Código:	MVA151370250ROJO	CPT:	23-113
Normas Técnicas:	ASTM B230, ASTM B231, ASTM B400, UL 1072	Lote:	2321545	Muestras:	3
Cliente:		Cantidad del Pedido (m):	745	Fecha de Muestreo:	2023-03-19
				Fecha de Análisis:	2023-03-19

Ensayos dimensionales

Características	Unidad	Parámetros de Norma			Datos					
		Mínimo	Nominal	Máximo	Obtenidos					
Conductor / Cuerda										
Diámetro del conductor	mm	12.94	13.20		13.76	13.79	13.79	13.81	13.79	
Resistencia del conductor	Ω/km		0.2280	0.2326	0.2060					
Relación de cableado		8.0		16	14.2					
Dirección del cableado					Izquierda					
Espesores										
Espesor de la chaqueta (PVC)	mm	1.78	2.03		2.01	1.94	1.99	1.97	1.98	
Espesor de la 2da semiconductora (0693)	mm	0.61	1.10		1.08	1.05	1.02	1.09	1.06	
Espesor del XLPE-TR (4202)	mm	4.19	4.45	5.21	4.43	4.49	4.47	4.51	4.48	
Espesor de la 1ra semiconductora (0587)	mm	0.15	0.5		0.49	0.54	0.52	0.47	0.51	
Cable										
Diámetro exterior	mm	26.58	29.54		29.98	29.89	29.87	29.96	29.93	
Ensayos Eléctricos										
Voltaje de prueba	kV		35.0		35.0					
Resistencia de aislamiento	MΩ	1253			34000					
Descargas Parciales	pC			5.0	2.8					
Pesos										
Peso del Aluminio	g/m		348.0		348.6					

Evaluación: Cumple

Observaciones: La liberación del cable se hace en referencia de la evaluación del diámetro/área del conductor y espesores del mismo. Los pesos son de carácter interno.

Elaborado por: Rafael
Ing. Rafael Mendes, MBA
Ayudante de Laboratorio

Aprobado por: Gustavo Gil
Ing. Gustavo Gil
Jefe de Control de Calidad

CONELSA

CONELSA

Anexo 4: Conductor para Transformadores fuera de los Anillos en Medio Voltaje

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Producto:	CABLE DE ALUMINIO MV-90 #2 AWG 15 kV 100% ROJO	Código:	MVA1510702ROJO	CPT:	23-064
Normas Técnicas:	ASTM B230, ASTM B231, ASTM B400, UL 1072	Lote:	2317352	Muestras:	5
Cliente:		Cantidad del Pedido (m):	10600	Fecha de Muestreo:	2023-02-03
				Fecha de Análisis:	2023-02-03

Ensayos dimensionales						
Características	Unidad	Parámetros de Norma			Datos	
		Mínimo	Nominal	Máximo	Obtenidos	
Conductor / Cuerda						
Diámetro del conductor	mm	6.67	6.81		7.35 7.39 7.38 7.40	7.38
Resistencia del conductor	Ω/km		0.8570	0.8741	0.2060	
Relación de cableado		8.0		16	11.4	
Dirección del cableado					Izquierda	
Espesores						
Espesor de la chaqueta (PVC)	mm	1.78	2.03		1.91 1.95 1.93 1.98	1.94
Espesor de la 2da semiconductora (0693)	mm	0.61	0.80		0.78 0.84 0.82 0.84	0.82
Espesor del XLPE-TR (4202)	mm	4.19	4.45	5.21	4.53 4.59 4.57 4.58	4.57
Espesor de la 1ra semiconductora (0587)	mm	0.15	0.5		0.47 0.48 0.48 0.52	0.49
Cable						
Diámetro exterior	mm	20.31	22.55		23.04 23.01 23.02 22.98	23.01
Ensayos Eléctricos						
Voltaje de prueba	kV		35.0		35.0	
Resistencia de aislamiento	MΩ	1957			21000	
Descargas Parciales	pC			5.0	2.9	
Pesos						
Peso del Aluminio	g/m		92.6		96.8	

Evaluación: Cumple

Observaciones: La liberación del cable se hace en referencia de la evaluación del diámetro/área del conductor y espesores del mismo. Los pesos son de carácter interno.

Elaborado por: Rafael
Ing. Rafael Mendes, MBA
Ayudante de Laboratorio

Aprobado por: Gustavo Gil
Ing. Gustavo Gil
Jefe de Control de Calidad

CONELSA

CONELSA

Anexo 5: Reporte de Pérdidas de Potencia – Red Soterrada

Flujo de carga - Reporte sumario

Parámetros del estudio	
Nombre del estudio	Flujo ingahurco_editable.xst
Fecha	Mon Sep 11 2023
Tiempo	16h23m20s
Nombre del proyecto	Flujo ingahurco
Método de cálculo	Caída de tensión - Desequilibrada
Precisión	0,1 %
Factores de carga	Global (P=100,00%, Como definido
Q=100,00%) Factores de motor	Como definido
Factores de generador	Como definido
Condensadores shunt	On
Modelo de carga de sensibilidad	De la biblioteca

Alimentador: ALIM-0100050T09

Fuente: 0100050T09-S1

Tensión de fuente: 13,80 kVLL, -120,00 Grad.

Resumen total	kW	kvar	kVA	FP(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	744,54	214,57	774,84	96,09
Generadores	0,00	0,00	0,00	0,00
Producción total	744,54	214,57	774,84	96,09
Carga leída (no regulada)	734,84	245,00	774,61	94,87
Carga utilizada (regulada)	734,71	244,96	774,47	94,87
Condensadores shunt (regulados)	0,00	0,00	0,00	0,00
Reactancias shunt(reguladas)	0,00	0,00	0,00	0,00
Motores	0,00	0,00	0,00	0,00
Cargas totales	734,71	244,96	774,47	94,87
Capacitancia del cable	0,00	-37,77	37,77	0,00
Capacitancia de la línea	0,00	0,00	0,00	0,00
Capacitancia shunt total	0,00	-37,77	37,77	0,00
Pérdidas en las líneas	0,00	0,00	0,00	0,00
Pérdidas en los cables	0,71	1,75	1,89	37,76
Pérdidas de carga del transformador	1,41	5,63	5,80	24,26
Pérdidas en vacío del transformador	7,71	0,00	7,71	100,00
Pérdidas totales	9,83	7,38	12,29	79,98

Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	0	652	36,55 %
	B	0	652	36,55 %
	C	0	652	36,55 %
Subtensión	A	0	405	98,82 %
	B	0	405	98,82 %
	C	0	405	98,82 %
Sobretensión	A	0	108990_MTS	100,00 %
	B	0	108990_MTS	100,00 %
	C	0	108990_MTS	100,00 %

Costo anual de las pérdidas del sistem	kW	MW-h/año	k\$/año
Pérdidas en las líneas	0,00	0,00	0,00
Pérdidas en los cables	0,71	6,24	0,62
Pérdidas de carga del transformador	1,41	12,34	1,23
Pérdidas en vacío del transformador	7,71	67,54	6,75
Pérdidas totales	9,83	86,11	8,61

Anexo 6: Reporte de Pérdidas de Potencia - Red Aérea

Flujo de carga - Reporte sumario

Parámetros del estudio	
Nombre del estudio	Ingahurco_aereo_dc.xst
Fecha	Mon Sep 11 2023
Tiempo	15h48m41s
Nombre del proyecto	Ingahurco_aereo_dc
Método de cálculo	Caída de tensión - Desequilibrada
Precisión	0,1 %
Factores de carga	Global (P=100,00%,
Q=100,00%) Factores de motor	Como definido
Factores de generador	Como definido
Condensadores shunt	On
Modelo de carga de sensibilidad	De la biblioteca

Alimentador: ALIM-0100050T09

Fuente: 0100050T09-S1

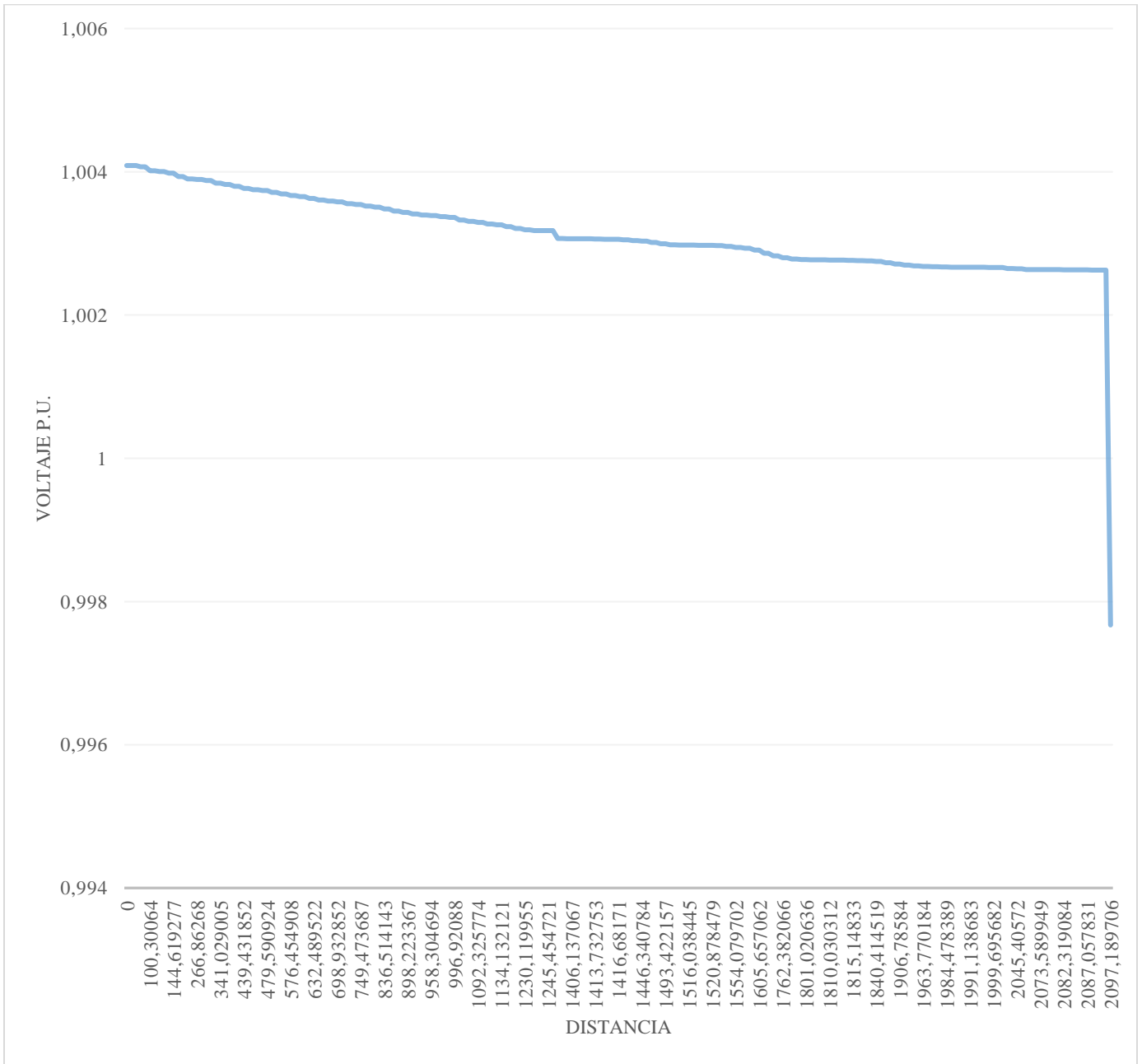
Tensión de fuente: 13,80 kVLL, -120,00 Grad.

Resumen total	kW	kvar	kVA	FP(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	742,92	64,12	745,68	99,63
Generadores	0,00	0,00	0,00	0,00
Producción total	742,92	64,12	745,68	99,63
Carga leída (no regulada)	730,99	80,53	735,41	99,40
Carga utilizada (regulada)	730,79	80,51	735,22	99,40
Condensadores shunt (regulados)	0,00	0,00	0,00	0,00
Reactancias shunt(reguladas)	0,00	0,00	0,00	0,00
Motores	0,00	0,00	0,00	0,00
Cargas totales	730,79	80,51	735,22	99,40
Capacitancia del cable	0,00	-25,26	25,26	0,00
Capacitancia de la línea	0,00	-2,60	2,60	0,00
Capacitancia shunt total	0,00	-27,86	27,86	0,00
Pérdidas en las líneas	0,39	0,36	0,53	73,33
Pérdidas en los cables	0,54	0,53	0,75	71,17
Pérdidas de carga del transformador	2,65	10,58	10,91	24,26
Pérdidas en vacío del transformador	8,55	0,00	8,55	100,00
Pérdidas totales	12,12	11,48	16,69	72,63

Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor	Valor
Sobrecarga	A	0	I717470_MTA	100,00 %
	B	0	I717470_MTA	100,00 %
	C	0	I717470_MTA	100,00 %
Subtensión	A	0	714002_MTA	99,79 %
	B	0	717114_MTA	99,91 %
	C	0	717114_MTA	99,85 %
Sobretensión	A	0	IMTA_L_717470	102,22 %
	B	0	IMTA_L_717470	102,23 %
	C	0	IMTA_L_717470	102,23 %

Costo anual de las pérdidas del sistem	kW	MW-h/año	k\$/año
Pérdidas en las líneas	0,39	3,43	0,34
Pérdidas en los cables	0,54	4,71	0,47
Pérdidas de carga del transformador	2,65	23,18	2,32
Pérdidas en vacío del transformador	8,55	74,89	7,49
Pérdidas totales	12,12	106,20	10,62

Anexo 7: Caídas de Voltaje – Medio Voltaje



Anexo 8: Caídas de Voltaje – Bajo Voltaje



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: C DDMp: 82,48
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 140
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 2,12

TRANSFORMADOR: TRIFASICO

POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200

MAT. DEL CONDUCTOR:

MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

DATOS			CLIENTES	DMUp (kVA)	CIRCUITO		CONDUCTOR				COMPUTO		
TRAMO		LONG. (m)			N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV	kVA-m	%V			
REF.	LONG.												
1	2												
3	4	5	6	7	8	9	10						
C1	0	1	14,43	73	42,83	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	618	0,37	0,37
	1	2	40,81	46	28,54	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1165	0,69	1,06
	2	3	33,66	30	20,05	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	675	0,40	1,46
	3	4	59,80	24	16,85	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1008	0,60	2,06
	4	5	22,41	4	4,82	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	108	0,06	2,12
	2	8	90,51	6	6,62	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	599	0,36	1,41
C2	1	9	17,87	67	39,66	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	709	0,42	0,79
	9	10	5,88	35	22,71	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	134	0,08	0,87
	10	11	29,42	16	12,54	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	369	0,22	1,09
	11	12	32,89	10	9,16	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	301	0,18	1,27
	12	13	15,00	1	2,41	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	36	0,02	1,29
	10	14	14,64	13	10,88	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	159	0,09	0,96



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: B
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 153
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 2,2

DDMp: 148,654

TRANSFORMADOR: TRIFASICO

POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200

MAT. DEL CONDUCTOR:

MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

	DATOS		CLIENTES	DMUp (kVA)	CIRCUITO	CONDUCTOR				COMPUTO			
	TRAMO					N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV	kVA-m	%V		
	LONG.										9	10	
	REF.	LONG. (m)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
C1	0	1	16,25	60	57,12	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	928,24875	0,55	0,55
	1	2	8,37	22	25,08	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	209,88612	0,12	0,68
	2	3	39,77	13	17,29	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	687,6233	0,41	0,41
	3	4	38,47	11	15,49	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	595,78489	0,35	0,76
	2	5	19,17	10	14,56	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	279,15354	0,17	0,84
	5	6	38,07	8	12,63	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	480,93831	0,29	1,13
	6	7	36,56	3	6,55	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	239,57768	0,14	1,95
	5	8	19,44	3	6,55	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	127,39032	0,08	0,92
	8	9	21,77	3	6,55	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	142,65881	0,08	1,00
	9	10	38,39	3	6,55	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	251,56967	0,15	1,15
C2	0	1	3,6	51	49,55	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	178,3908	0,11	0,11
	1	2	18,82	48	47,03	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	885,08578	0,53	0,63
	2	3	33,83	22	25,08	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	848,32108	0,50	1,14
	3	6	95,23	15	19,05	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1814,41719	1,08	2,21
	2	7	16,4	7	11,61	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	190,3876	0,11	0,74
	7	8	13,3	3	6,55	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	87,1549	0,05	0,80
	8	9	19,41	2	4,98	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	96,70062	0,06	0,85
9	10	19,83	1	3,83	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	75,98856	0,05	0,90	
C3	0	1	3,6	42	41,98	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	151,1208	0,09	0,09
	1	2	34,3	32	33,55	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1150,6964	0,68	0,77
	2	3	18,23	24	26,78	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	488,14471	0,29	1,06
	3	4	38,38	17	20,79	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	797,9202	0,47	1,54
	4	5	38,54	13	17,29	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	666,3566	0,40	1,93
	5	6	38,37	2	4,98	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	191,15934	0,11	2,05



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEJO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: A DDMp: 149,095
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 87
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 2,8

TRANSFORMADOR: TRIFASICO
 POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200
 MAT. DEL CONDUCTOR:
 MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

DATOS		CLIENTES	DMUp (kVA)	CIRCUITO		CONDUCTOR				COMPUTO			
TRAMO				N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV	kVA-m	%V				
REF.	LONG. (m)								6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
C1	0	1	19,06	24	46,196	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	880,49576	0,52	0,52
	1	2	43,53	15	32,869	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1430,78757	0,85	1,37
	2	3	32,96	10	25,121	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	827,98816	0,49	1,86
	3	4	59,8	5	16,127	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	964,3946	0,57	2,44
	1	5	29,7	11	26,718	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	793,5246	0,47	0,99
	5	6	29,85	4	13,222	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	394,6767	0,23	1,23
C2	0	1	6,97	63	102,899	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	717,20603	0,43	0,43
	1	2	39,33	32	57,877	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	2276,30241	1,35	1,78
	2	3	29,02	10	25,121	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	729,01142	0,43	2,21
	3	4	27,61	5	16,127	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	445,26647	0,26	2,47
	4	7	55,71	1	6,611	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	368,29881	0,22	2,69
	4	8	14,74	3	11,305	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	166,6357	0,10	2,57
	8	9	29,5	2	8,594	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	253,523	0,15	2,84
	9	10	30,12	2	8,594	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	258,85128	0,15	2,73
	1	11	38,78	11	26,718	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1036,12404	0,62	1,14
	11	12	38,92	11	26,718	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1039,86456	0,62	1,76
	12	13	8,9	2	8,594	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	76,4866	0,05	1,80
	12	14	21,24	3	11,305	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	240,1182	0,14	1,90



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: B
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 161
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 2,8

DDMp: 148,716

TRANSFORMADOR: TRIFASICO
 POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200
 MAT. DEL CONDUCTOR:
 AT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

DATOS			CLIENTES	DMUp (kVA)	CIRCUITO	CONDUCTOR				kVA-m	COMPUTO	
TRAMO		LONG. (m)				N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV		%V	%V
REF.	LONG. (m)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
0	1	10,85	80	73,938	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	802,2273	0,48	0,48
1	2	24,11	56	53,759	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1296,12949	0,77	1,25
2	3	20,33	36	36,923	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	750,64459	0,45	1,69
3	4	22,79	24	26,777	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	610,24783	0,36	2,05
4	5	42,28	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	805,56084	0,48	2,53
5	6	42,24	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	490,36416	0,29	2,82
1	7	28,27	11	15,487	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	437,81749	0,26	0,74
0	9	39,17	22	25,076	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	982,22692	0,58	0,58
0	1	13,86	81	74,778	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1036,42308	0,62	0,62
1	2	24,43	59	56,282	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1374,96926	0,82	1,43
2	3	24,13	25	27,626	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	666,61538	0,40	1,83
3	4	11,71	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	223,11063	0,13	1,96
1	5	16,22	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	309,03966	0,18	0,80
5	6	22,29	12	16,395	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	365,44455	0,22	1,65
6	7	23,81	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	300,79173	0,18	2,01



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: B DDMp: 110,64
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 108
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 2,4

TRANSFORMADOR: TRIFASICO

POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200

MAT. DEL CONDUCTOR:

MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

DATOS			CLIENTES	DMUp (kVA)	CIRCUITO		CONDUCTOR			kVA-m	COMPUTO		
TRAMO		REF.			LONG. (m)	N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV		%V	9	10
LONG.													
1	2												
C1	0	1	29,19	46	45,346	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1323,64974	0,79	0,79
	1	2	28,6	33	34,393	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	983,6398	0,58	1,37
	2	3	30,36	27	29,321	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	890,18556	0,53	1,90
	3	4	12,38	18	21,653	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	268,06414	0,16	2,06
	4	5	24,1	9	13,613	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	328,0733	0,19	2,25
	5	6	26,03	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	170,57459	0,10	2,35
	1	7	30,55	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	385,93815	0,23	2,13
	7	8	27,73	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	212,52272	0,13	2,25
	4	9	29,56	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	276,32688	0,16	2,22
	9	10	28,53	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	266,69844	0,16	2,38
C2	0	1	15,89	45	44,504	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	707,16856	0,42	0,42
	1	2	11,93	26	28,474	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	339,69482	0,20	0,62
	2	3	36,16	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	526,56192	0,31	0,93
	3	4	34,42	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	321,75816	0,19	1,13
	4	5	31,36	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	205,50208	0,12	1,25
	1	6	26,92	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	251,64816	0,15	0,57
	6	7	26,72	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	175,09616	0,10	0,67
	2	9	29,62	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	564,34986	0,34	0,96
	9	10	11,45	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	144,64785	0,09	1,04
	10	11	24,09	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	184,62576	0,11	1,07
	11	12	22,87	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	175,27568	0,10	1,17
C3	0	1	18,5	17	20,79	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	384,615	0,23	0,23
	1	2	34,38	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	655,04214	0,39	0,62
	2	3	34,41	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	399,46569	0,24	0,85
	3	4	34,8	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	173,3736	0,10	0,96
	1	7	34,49	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	362,93827	0,22	0,44



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: B DDMp: 170,528
 NUMERO TOTAL DE CUENTES: 179
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 2,3

TRANSFORMADOR: TRIFASICO
 POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200
 MAT. DEL CONDUCTOR:
 MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

DATOS		CLIENTES	DMUp (kVA)	CIRCUITO		CONDUCTOR				COMPUTO		
TRAMO				N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV	kVA-m	%V			
REF.	LONG. (m)								9	10		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
0	1	21,18	61	57,964	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1227,67752	0,73	0,73
1	2	23,97	28	30,168	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	723,12696	0,43	1,16
2	3	20,2	24	26,777	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	540,8954	0,32	1,48
3	4	19,36	24	26,777	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	518,40272	0,31	1,79
4	5	23,65	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	154,97845	0,09	1,88
5	6	33,44	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	219,13232	0,13	2,01
6	7	31,45	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	206,09185	0,12	2,13
7	8	27,8	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	138,4996	0,08	2,21
8	9	23,01	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	114,63582	0,07	2,28
0	1	7,65	59	56,282	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	430,5573	0,26	0,26
1	2	5,31	32	33,548	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	178,13988	0,11	0,36
2	3	19,37	25	27,626	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	535,11562	0,32	0,68
3	4	19,9	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	289,7838	0,17	0,85
4	5	35,26	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	329,61048	0,20	1,05
5	6	34,89	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	173,82198	0,10	1,15
1	9	23,95	12	16,395	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	392,66025	0,23	0,49
9	10	24,55	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	357,4971	0,21	0,70
10	11	6,98	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	81,03082	0,05	0,75
11	12	6,9	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	45,2157	0,03	0,78
0	1	11,65	59	56,282	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	655,6853	0,39	0,39
1	2	20,55	48	47,029	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	966,44595	0,57	0,96
2	3	8,53	32	33,548	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	286,16444	0,17	1,13
3	4	32,47	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	618,65091	0,37	1,50
4	5	14,53	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	211,58586	0,13	1,63
5	6	25,01	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	191,67664	0,11	1,74
6	7	25,12	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	192,51968	0,11	1,85
3	8	19,26	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	95,95332	0,06	1,19



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: B DDMp: 134,332
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 136
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 2,3

TRANSFORMADOR: TRIFASICO
 POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200
 MAT. DEL CONDUCTOR:
 MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

	DATOS			DMUp (kVA)	CIRCUITO		CONDUCTOR				COMPUTO		
	TRAMO		CLIENTES		N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV	kVA-m	%V			
	LONG.												
	REF.	LONG. (m)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
C1	0	1	5,42	46	45,346	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	245,77532	0,15	0,15
	1	2	22,75	35	36,08	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	820,232	0,49	0,63
	2	3	24,1	26	28,474	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	686,2234	0,41	1,04
	3	4	11,7	11	15,487	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	181,1979	0,11	1,15
	4	5	38,63	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	488,01279	0,29	1,44
	5	6	37,23	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	391,77129	0,23	1,67
	3	7	37,29	13	17,29	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	644,7441	0,38	1,42
	7	8	38,84	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	408,71332	0,24	1,67
	4	9	23,51	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	117,12682	0,07	1,22
C2	0	1	17,76	59	56,282	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	999,56832	0,59	0,59
	1	2	9,37	30	31,859	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	298,51883	0,18	0,77
	2	3	26,75	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	509,66775	0,30	1,07
	3	4	28,37	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	358,39821	0,21	1,29
	4	5	34,38	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	321,38424	0,19	1,48
	5	6	32,04	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	209,95812	0,12	1,60
	6	7	33,5	1	3,832	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	128,372	0,08	1,68
	1	8	23,46	34	35,236	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	826,63656	0,49	1,08
	8	9	23,78	34	35,236	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	837,91208	0,50	1,58
	9	10	13,69	16	19,924	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	272,75956	0,16	1,74
	10	11	33,58	13	17,29	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	580,5982	0,34	2,09
	11	12	33,92	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	393,77728	0,23	2,32
	9	13	26,69	9	13,613	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	363,33097	0,22	1,80
	13	14	25,37	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	294,52033	0,17	1,97
	1	15	35,7	23	25,927	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	925,5939	0,55	1,14
	15	16	34,16	12	16,395	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	560,0532	0,33	1,48
2	17	36,92	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	703,43676	0,42	1,19	
17	18	34,77	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	506,32074	0,30	1,49	
10	19	22,12	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	110,20184	0,07	1,81	
4	20	13,41	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	66,80862	0,04	1,33	
C3	0	1	31,5	31	32,704	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1030,176	0,61	0,61
	1	2	33,31	24	26,777	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	891,94187	0,53	1,14
	2	3	35,26	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	513,45612	0,30	1,45
	3	4	11,45	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	166,7349	0,10	1,55
	4	5	40,56	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	590,63472	0,35	1,90
	5	6	39,29	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	456,11761	0,27	2,17



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: B DDMp: 90,341
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 84
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 2,2

TRANSFORMADOR: TRIFASICO
 POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200
 MAT. DEL CONDUCTOR:
 MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

DATOS		CLIENTES	DMUp (kVA)	CIRCUITO	CONDUCTOR				COMPUTO			
TRAMO					N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV		kVA-m	%V	
REF.	LONG. (m)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
0	1	5,34	44	43,662	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	233,15508	0,14	0,14
1	2	14,17	44	43,662	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	618,69054	0,37	0,51
2	3	26,78	40	40,294	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1079,07332	0,64	1,15
3	4	11,85	19	22,512	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	266,7672	0,16	1,31
4	5	37,77	19	22,512	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	850,27824	0,50	1,81
5	6	38,14	12	16,395	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	625,3053	0,37	2,18
2	9	46,58	20	23,369	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1088,52802	0,65	1,15
9	10	32,27	11	15,487	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	499,76549	0,30	1,45
10	11	32,03	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	245,47792	0,15	1,59
3	7	37,83	18	21,653	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	819,13299	0,49	1,63
7	8	36,7	16	19,924	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	731,2108	0,43	2,07
2	12	39,2	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	412,5016	0,24	0,75
12	13	37,21	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	185,38022	0,11	0,86
9	14	42,03	9	13,613	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	572,15439	0,34	1,49
0	1	5,34	25	27,626	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	147,52284	0,09	0,09
1	2	33,03	39	39,451	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1303,06653	0,77	0,86
2	3	13,57	18	21,653	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	293,83121	0,17	1,04
3	4	35,45	17	20,79	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	737,0055	0,44	1,47
4	5	33,73	11	15,487	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	522,37651	0,31	1,78
5	6	22,63	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	211,54524	0,13	1,91
1	7	11,69	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	170,22978	0,10	0,19
7	8	34,15	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	261,7256	0,16	0,34
8	9	33,44	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	256,28416	0,15	0,50
7	13	42,05	13	17,29	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	727,0445	0,43	0,62
2	10	29,99	19	22,512	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	675,13488	0,40	1,26
10	11	30	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	229,92	0,14	1,40
0	1	32,7	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	623,0331	0,37	0,37



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: A
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 78
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 3,3

DDMp: 124,655

TRANSFORMADOR: TRIFASICO

POTENCIA NOMINAL [kVA]: 112,5

MAT. DEL CONDUCTOR:

MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

	DATOS				DMUp (kVA)	CIRCUITO				CONDUCTOR				COMPUTO	
	TRAMO		CLIENTES	Nº DE CONDUCTORES		TIPO	TAMAÑO	FCV	kVA-m	%V					
	LONG.									9	10				
	REF.	LONG. (m)										7	8		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
C1	0	1	21,16	24	46,196	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	977,50736	0,58	0,58		
	1	2	28,32	13	29,828	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	844,72896	0,50	1,08		
	2	3	28,6	13	29,828	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	853,0808	0,51	1,59		
	3	4	10,18	11	26,718	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	271,98924	0,16	1,75		
	4	5	22,58	10	25,121	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	567,23218	0,34	2,09		
	5	6	21,12	7	20,028	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	422,99136	0,25	2,34		
	6	7	6,97	6	18,154	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	126,53338	0,08	2,41		
	7	8	25,04	2	8,594	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	215,19376	0,13	2,54		
C2	0	1	4,49	32	57,877	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	259,86773	0,15	0,15		
	1	2	21,23	30	54,962	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1166,84326	0,69	0,85		
	2	3	18,61	29	53,504	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	995,70944	0,59	1,44		
	3	4	6,41	18	37,355	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	239,44555	0,14	1,58		
	4	5	30,57	13	29,828	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	911,84196	0,54	2,12		
	5	6	28,92	12	28,284	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	817,97328	0,49	2,61		
	6	7	28,96	8	21,794	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	631,15424	0,37	2,98		
	7	8	29,46	6	18,154	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	534,81684	0,32	3,30		
	8	9	37,28	7	20,028	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	746,64384	0,44	1,88		
	9	10	33,73	4	13,222	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	445,97806	0,26	2,15		
	10	11	34,05	1	6,611	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	225,10455	0,13	2,28		
	11	12	13,12	1	6,611	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	86,73632	0,05	1,63		
	12	13	11,8	1	6,611	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	78,0098	0,05	1,68		
C3	0	1	4,48	22	43,261	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	193,80928	0,12	0,12		
	1	2	27,67	12	28,284	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	782,61828	0,46	0,58		
	2	3	24,22	7	20,028	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	485,07816	0,29	0,87		
	3	4	10,91	4	13,222	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	144,25202	0,09	0,95		
	4	5	30,76	4	13,222	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	406,70872	0,24	1,20		
	5	6	24,33	1	6,611	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	160,84563	0,10	1,29		



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: B DDMp: 143,671
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 155
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 3,0

TRANSFORMADOR: TRIFASICO

POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200

MAT. DEL CONDUCTOR:

MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

DATOS			CLIENTES	DMUp (kVA)	CIRCUITO		CONDUCTOR				COMPUTO	
TRAMO		REF.			LONG. (m)	N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV	kVA-m	%V	
1	2										3	4
0	1	21,94	90	82,343	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1806,60542	1,07	1,07
1	2	18,17	45	44,504	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	808,63768	0,48	1,55
2	3	23,67	30	31,859	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	754,10253	0,45	2,00
3	4	22,88	25	27,626	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	632,08288	0,38	2,38
4	5	12,04	20	23,369	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	281,36276	0,17	2,54
5	6	29,69	20	23,369	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	693,82561	0,41	2,96
1	7	9,72	17	20,79	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	202,0788	0,12	1,19
7	8	37,73	17	20,79	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	784,4067	0,47	1,66
8	9	8,28	11	15,487	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	128,23236	0,08	1,73
9	10	27,67	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	258,65916	0,15	1,89
2	11	13,39	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	140,90297	0,08	1,64
11	12	21,29	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	199,01892	0,12	1,75
1	13	9,63	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	140,23206	0,08	1,16
13	14	24,97	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	363,61314	0,22	1,37
14	15	22,62	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	173,35968	0,10	1,47
0	1	35,2	65	61,328	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	2158,7456	1,28	1,28
1	2	36,45	20	23,369	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	851,80005	0,51	1,79
2	3	22,82	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	434,78946	0,26	2,05
3	4	26,55	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	386,6211	0,23	2,28
4	5	8,39	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	41,79898	0,02	2,30
5	6	25,79	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	128,48578	0,08	2,38
0	7	9,89	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	188,43417	0,11	0,11
7	8	35,59	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	678,09627	0,40	0,51
8	9	34,29	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	499,33098	0,30	0,81
9	10	24,15	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	351,6723	0,21	1,02
10	11	19,86	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	250,89138	0,15	1,17
11	12	36,36	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	339,89328	0,20	1,37
12	13	34,34	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	433,81722	0,26	1,63
4	14	37,28	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	244,29584	0,15	2,42
14	15	33,53	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	389,24977	0,23	2,65
5	16	36,25	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	180,5975	0,11	2,41
16	17	33,84	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	259,34976	0,15	2,56



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: 8
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 118
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 2,5

DDMp: 141,085

TRANSFORMADOR: TRIFASICO

POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200

MAT. DEL CONDUCTOR:

MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

REF.	DATOS		CLIENTES	DMUp (kVA)	CIRCUITO		CONDUCTOR			kVA-m	COMPUTO	
	TRAMO				N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV	%		%	
	LONG.	LONG. (m)										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
0	1	12,65	54	52,077	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	658,77405	0,39	0,39
1	2	35,96	26	28,474	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1023,92504	0,61	1,00
2	3	33,76	18	21,653	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	731,00528	0,43	1,43
3	4	33,19	13	17,29	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	573,8551	0,34	1,77
4	5	7,45	13	17,29	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	128,8105	0,08	1,85
5	6	33,61	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	424,59513	0,25	2,10
6	7	29	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	366,357	0,22	2,32
7	8	39,92	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	261,59576	0,16	2,48
1	10	17,83	30	31,859	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	568,04597	0,34	0,73
10	11	22,58	28	30,168	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	681,19344	0,40	1,13
11	12	23,61	24	26,777	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	632,20497	0,38	1,51
12	13	3,45	24	26,777	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	92,38065	0,05	1,56
13	14	34,61	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	659,42433	0,39	1,95
14	15	33,08	11	15,487	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	512,30996	0,30	2,26
15	16	35,01	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	229,42053	0,14	2,40
16	17	16	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	79,712	0,05	2,44
0	1	12,65	43	42,82	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	541,673	0,32	0,32
1	2	8,24	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	156,99672	0,09	0,41
2	3	26,03	14	18,175	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	473,09525	0,28	0,70
3	4	25,39	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	126,49298	0,08	0,77
4	5	28,17	11	15,487	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	436,26879	0,26	1,03
5	6	10,12	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	147,36744	0,09	1,12
6	7	10,52	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	153,19224	0,09	1,21
7	8	10,32	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	150,27984	0,09	1,30
8	9	18,28	14	18,175	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	332,239	0,20	1,50
9	10	25,31	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	165,85643	0,10	1,59
1	11	9,07	33	34,393	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	311,94451	0,19	0,51
11	12	8,76	33	34,393	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	301,28268	0,18	0,69
12	13	22,73	31	32,704	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	743,36192	0,44	1,13
13	14	9,84	12	16,395	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	161,3268	0,10	1,22
14	15	36,8	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	387,2464	0,23	1,45
15	16	35,87	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	235,05611	0,14	1,59
16	17	34,94	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	174,07108	0,10	1,70
17	18	25,41	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	126,59262	0,08	1,77
18	19	32,32	14	18,175	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	587,416	0,35	1,48
19	20	37,99	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	553,21038	0,33	1,80
20	21	15,28	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	222,50736	0,13	1,94
21	22	10,68	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	123,98412	0,07	2,01
0	1	25,39	47	46,188	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1172,71332	0,70	0,70
1	2	35,93	22	25,076	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	900,98068	0,54	1,23
2	3	34,91	14	18,175	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	634,48925	0,38	1,61
3	4	33,53	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	352,83619	0,21	1,82
4	5	24,72	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	189,45408	0,11	1,93
1	6	10,16	19	22,512	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	228,72192	0,14	0,83
6	7	10,44	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	121,19796	0,07	0,90
7	8	32,62	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	213,75886	0,13	1,03
6	10	36,04	12	16,395	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	590,8758	0,35	1,18
10	11	34,1	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	430,7853	0,26	1,44
1	12	8,14	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	118,53468	0,07	0,77
12	13	22,95	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	150,39135	0,09	0,86
12	14	28,51	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	330,97259	0,20	0,96
14	15	59,8	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	458,3072	0,27	1,24



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: B DDMp: 147,875
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 160
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 3,1

TRANSFORMADOR: TRIFASICO
 POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200
 MAT. DEL CONDUCTOR:
 MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

DATOS		CLIENTES	DMUp (kVA)	CIRCUITO		CONDUCTOR				COMPUTO		
TRAMO				N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV	kVA-m	%V			
REF.	LONG. (m)								9	10		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
0	1	29,66	88	80,662	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	2392,43492	1,42	1,42
1	2	9,95	57	54,6	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	543,27	0,32	1,74
2	3	22,71	30	31,859	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	723,51789	0,43	2,17
3	4	25,64	23	25,927	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	664,76828	0,39	2,57
4	5	36,13	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	526,12506	0,31	2,88
5	6	33,79	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	355,57217	0,21	3,09
4	7	6,97	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	73,34531	0,04	2,61
7	8	39,33	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	367,65684	0,22	2,83
8	9	29,02	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	305,37746	0,18	3,01
8	10	19,73	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	151,21072	0,09	2,92
0	1	9,45	72	67,213	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	635,16285	0,38	0,38
1	2	30,21	49	47,871	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1446,18291	0,86	1,24
2	3	35,72	43	42,82	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1529,5304	0,91	2,14
3	4	21,91	17	20,79	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	455,5089	0,27	2,41
4	5	23,65	13	17,29	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	408,9085	0,24	2,66
5	6	10	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	298,77045	0,18	2,83
6	7	18,43	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	232,82619	0,14	2,97
7	8	34,2	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	170,3844	0,10	3,07
3	9	9,98	20	23,369	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	233,22262	0,14	2,28
9	10	31,89	17	20,79	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	662,9931	0,39	2,68
10	11	20,46	12	16,395	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	335,4417	0,20	2,88
11	12	25,35	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	166,11855	0,10	2,97
0	13	32,48	11	15,487	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	503,01776	0,30	0,30
13	14	30,13	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	317,05799	0,19	0,49



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: B
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 102
 DDMp: 125,628
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 2,8

TRANSFORMADOR: TRIFASICO
 POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200
 MAT. DEL CONDUCTOR:
 MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

	DATOS		CLIENTES	DMUp (kVA)	CIRCUITO		CONDUCTOR			COMPUTO			
	TRAMO				N° DE CONDUCTORES	TIPO	TAMAÑO	FCV	kVA-m	%V			
	REF.	LONG.								LONG. (m)	8	9	10
C1	0	1	9,02	24	26,777	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	241,52854	0,14	0,14
	1	2	37,09	21	24,223	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	898,43107	0,53	0,68
	2	3	31,17	17	20,79	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	648,0243	0,38	1,06
	3	4	31,18	13	17,29	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	539,1022	0,32	1,38
	4	5	32,66	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	379,14994	0,23	1,61
	5	6	24,43	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	187,23152	0,11	1,72
	6	7	21,28	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	163,08992	0,10	1,82
	0	8	33,33	22	25,076	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	835,78308	0,50	0,50
	8	9	32,09	16	19,924	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	639,36116	0,38	0,88
	9	10	34,29	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	499,33098	0,30	1,17
	10	11	19,12	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	125,29336	0,07	1,25
C2	0	1	14,61	48	47,029	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	687,09369	0,41	0,41
	1	2	22,03	47	46,188	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1017,52164	0,60	1,01
	2	3	23	41	41,136	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	946,128	0,56	1,57
	3	4	32,9	25	27,626	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	908,8954	0,54	2,11
	4	5	31,03	17	20,79	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	645,1137	0,38	2,50
	5	6	30,92	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	154,04344	0,09	2,59
	6	7	31,09	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	360,92381	0,21	2,80
C3	3	8	8,58	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	80,20584	0,05	1,62
	8	13	160,76	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1502,78448	0,89	2,51
	0	1	17,76	30	51,822	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	920,35872	0,55	0,55
	1	2	9,37	30	20,05	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	187,8685	0,11	0,66
	2	3	26,75	15	11,991	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	320,75925	0,19	0,85
	3	4	28,37	11	7,951	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	225,56987	0,13	0,98
	4	5	34,38	11	5,883	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	202,25754	0,12	1,10
	5	6	32,04	9	4,124	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	132,13296	0,08	1,18
	6	7	33,5	1	2,412	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	80,802	0,05	1,23
	1	8	23,46	34	22,176	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	520,24896	0,31	0,86
	8	9	23,78	34	22,176	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	527,34528	0,31	1,17
	9	10	13,69	16	12,539	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	171,65891	0,10	1,27
	10	11	33,58	13	10,881	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	365,38398	0,22	1,49
	11	12	33,92	7	7,306	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	247,81952	0,15	1,63
	9	13	26,69	9	8,567	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	228,65323	0,14	1,30
	13	14	25,37	7	7,306	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	185,35322	0,11	1,41
	1	15	35,7	23	16,317	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	582,5169	0,35	0,89
	15	16	34,16	12	10,318	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	352,46288	0,21	1,10
	2	17	36,92	15	11,991	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	442,70772	0,26	0,92
	17	18	34,77	10	9,164	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	318,63228	0,19	1,11
10	19	22,12	2	3,135	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	69,3462	0,04	1,31	
4	20	13,41	2	3,135	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	42,04035	0,02	1,01	



COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

ANEXO HOJA DE

PROYECTO:

CATEGORIA CLIENTE: 8
 NUMERO TOTAL DE CLIENTES: 64
 LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE [%]: 3,5
 CAIDA VOLTAJE MAX CALCULADA [%] 2,4
 DDMp: 60,487

TRANSFORMADOR: TRIFASICO
 POTENCIA NOMINAL [kVA]: 200
 MAT. DEL CONDUCTOR:
 MAT. DEL CONDUCTOR SEC:

ESQUEMA:

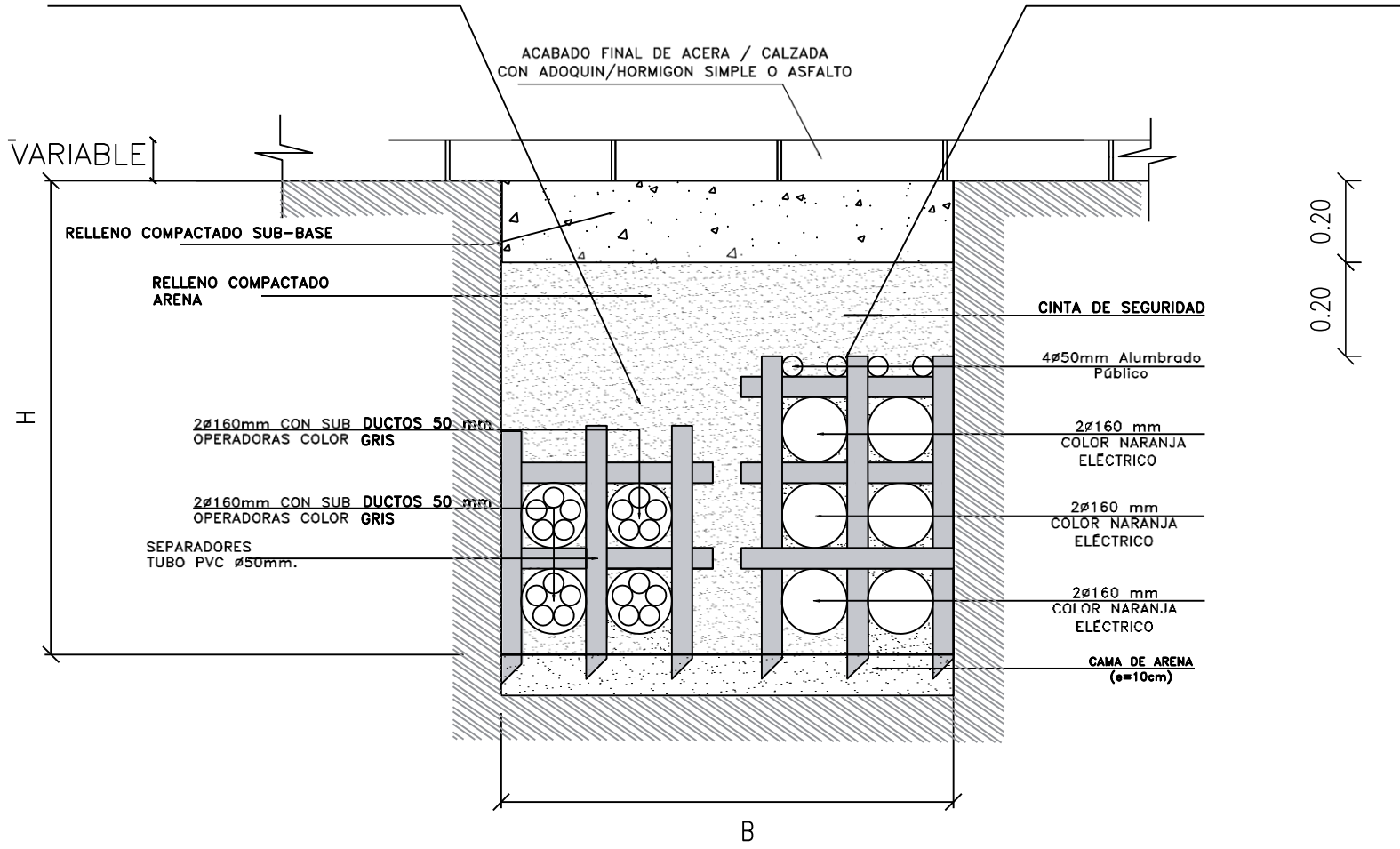
DATOS				DMUp (kVA)	CIRCUITO		CONDUCTOR				kVA-m	COMPUTO	
TRAMO		CLIENTES	N° DE CONDUCTORES		TIPO	TAMAÑO	FCV	%V	9	10			
REF.	LONG. (m)												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
C1	0	1	8,67	27	29,321	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	254,21307	0,15	0,15
	1	2	34,61	25	27,626	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	956,13586	0,57	0,72
	2	3	33,5	25	27,626	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	925,471	0,55	1,27
	3	4	40,26	20	23,369	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	940,83594	0,56	1,83
	4	5	38,49	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	733,34997	0,44	2,26
	5	6	39,51	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	258,90903	0,15	2,42
	3	7	5	10	14,562	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	72,81	0,04	1,31
	7	8	20,4	9	13,613	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	277,7052	0,16	1,48
	8	9	19,51	9	13,613	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	265,58963	0,16	1,63
	9	10	3,78	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	43,88202	0,03	1,66
	10	11	39,44	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	415,02712	0,25	1,91
	11	12	35,56	8	12,633	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	449,22948	0,27	2,17
	11	13	10,26	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	78,63264	0,05	1,95
	13	14	10,38	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	79,55232	0,05	2,00
	14	15	30,74	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	235,59136	0,14	2,14
	15	16	29,17	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	223,55888	0,13	2,27
	7	17	19,76	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	98,44432	0,06	1,33
	17	18	30,95	3	6,553	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	202,81535	0,12	1,45
	18	19	16,61	9	13,613	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	226,11193	0,13	1,58
	19	20	23,13	2	4,982	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	115,23366	0,07	1,65
C2	0	1	8,67	20	23,369	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	202,60923	0,12	0,12
	1	2	6,4	23	25,927	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	165,9328	0,10	0,22
	2	3	7,07	23	25,927	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	183,30389	0,11	0,33
	3	4	33,14	20	23,369	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	774,44866	0,46	0,79
	4	5	32,93	16	19,924	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	656,09732	0,39	1,18
	5	6	13,43	15	19,053	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	255,88179	0,15	1,33
	6	7	19,48	7	11,609	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	226,14332	0,13	1,46
	7	8	34,8	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	266,7072	0,16	1,62
	8	9	21,68	1	3,832	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	83,07776	0,05	1,67
	3	12	159,35	6	10,523	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	1676,84005	1,00	1,32
	6	10	26,43	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	247,06764	0,15	1,48
C3	0	1	13,26	17	20,79	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	275,6754	0,16	0,16
	1	2	24,7	12	16,395	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	404,9565	0,24	0,40
	2	3	28,47	1	3,832	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	109,09704	0,06	0,47
	0	4	35,92	11	15,487	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	556,29304	0,33	0,33
	4	5	39,66	5	9,348	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	370,74168	0,22	0,55
	5	6	22,53	4	7,664	3F4H	TTU_ALUMINIO	250	220V 4 hilos	1684	172,66992	0,10	0,65

Anexo 9: Plano - Bajo Voltaje

Anexo 10: Planos Canalización

CANALIZACIÓN TELECOMUNICACIONES

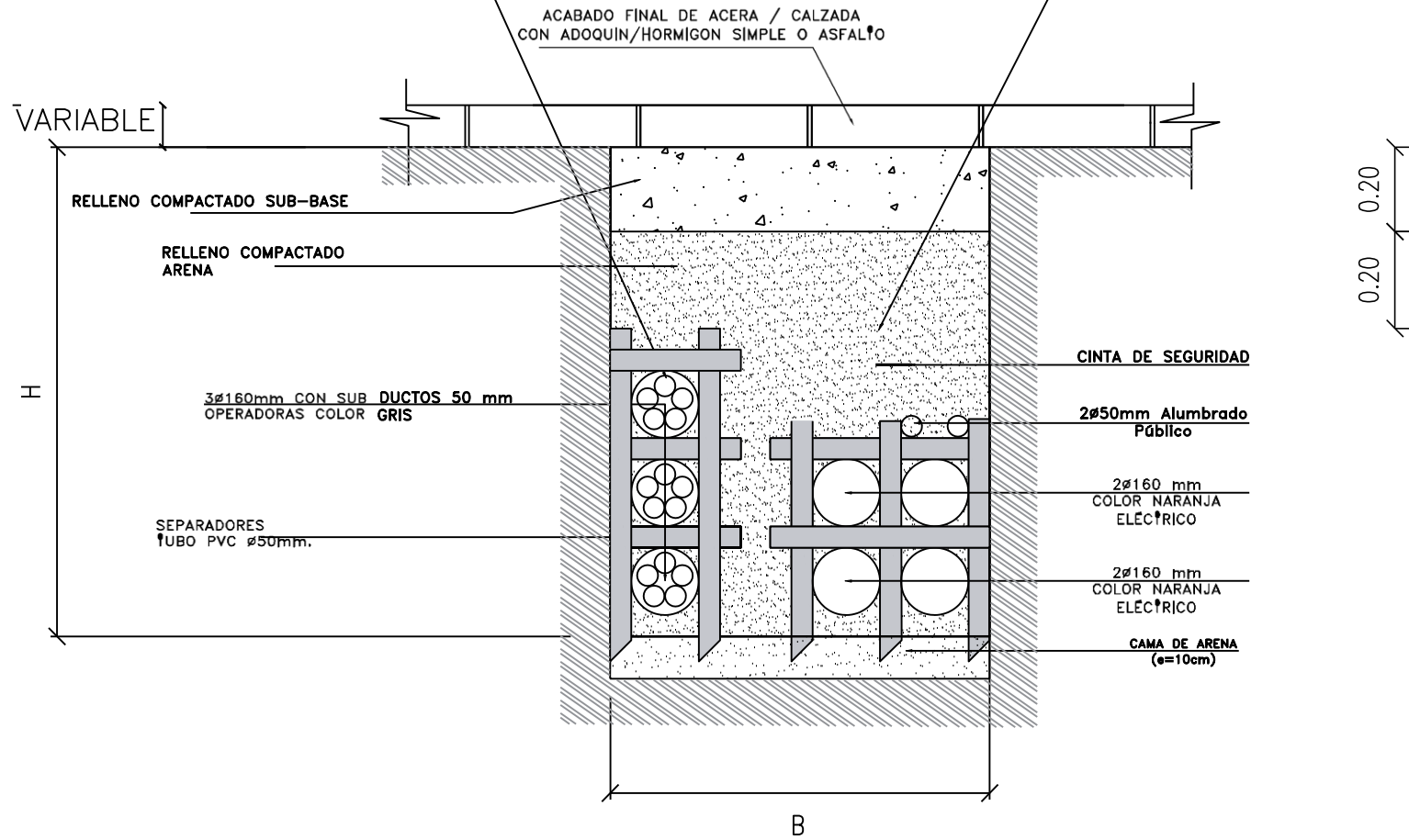
CANALIZACIÓN EEASA



NIVEL 1

CANALIZACIÓN OPERADORAS

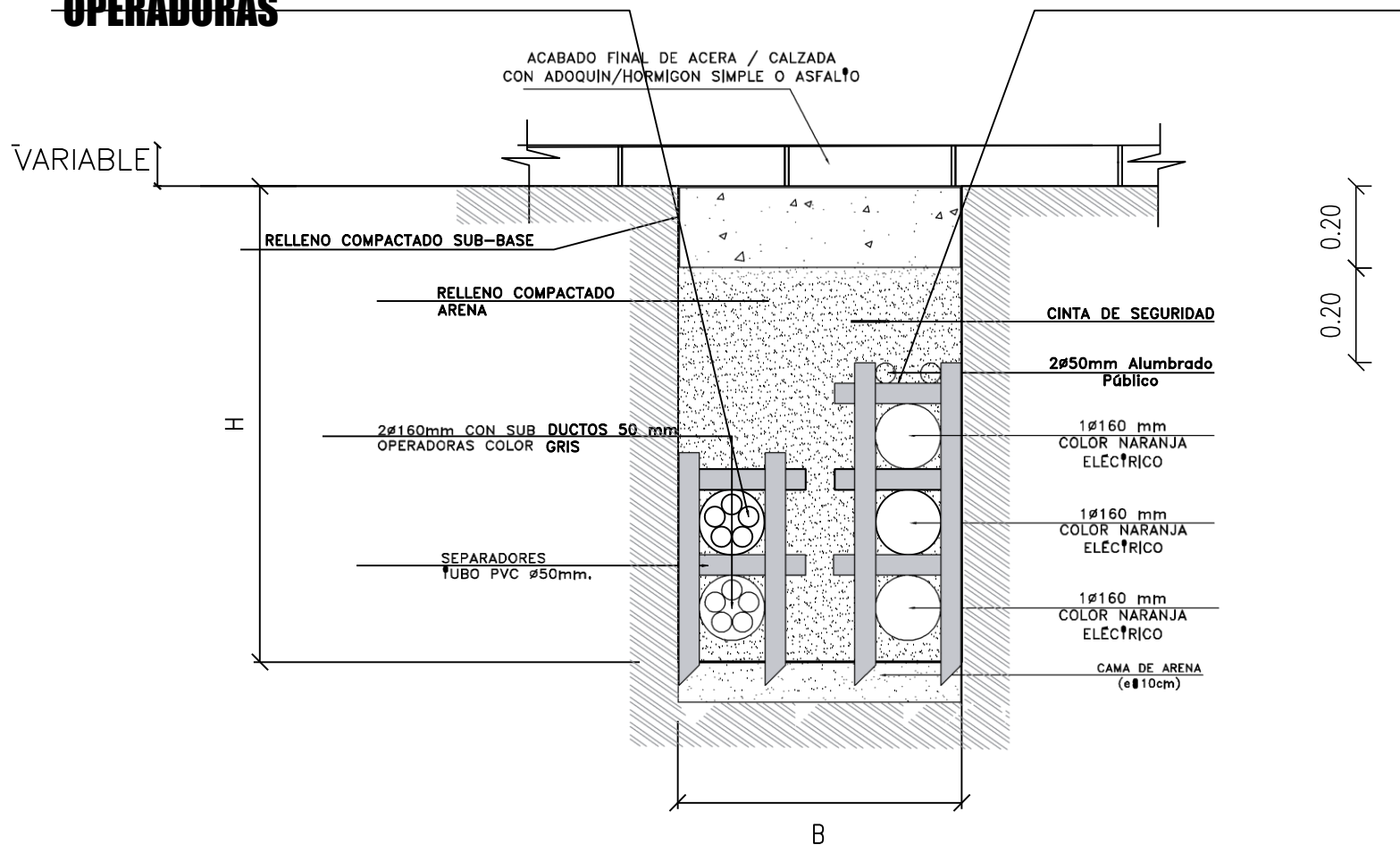
CANALIZACIÓN EEASA



NIVEL 2

CANALIZACIÓN OPERADORAS

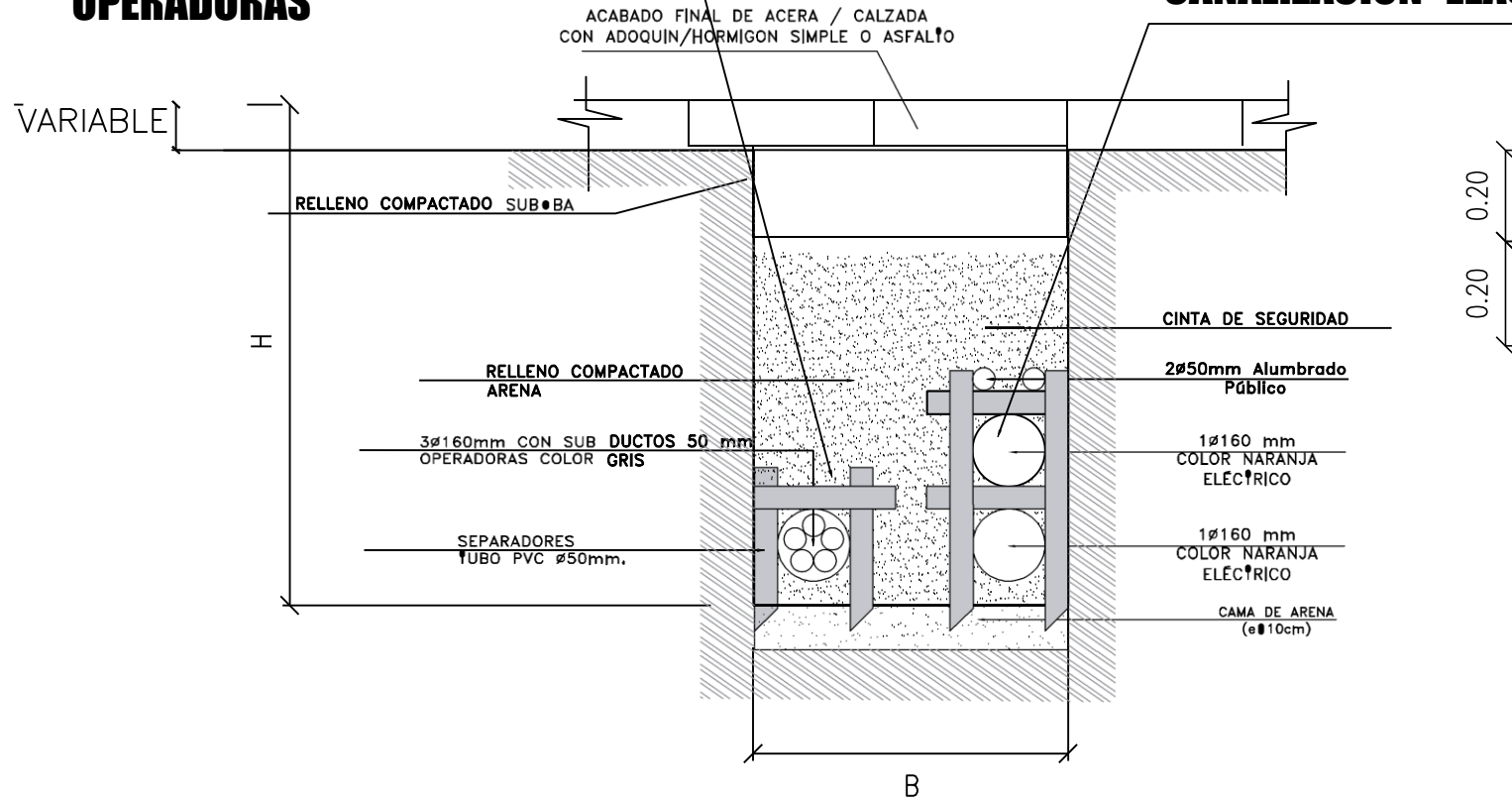
CANALIZACIÓN EEASA



NIVEL 3

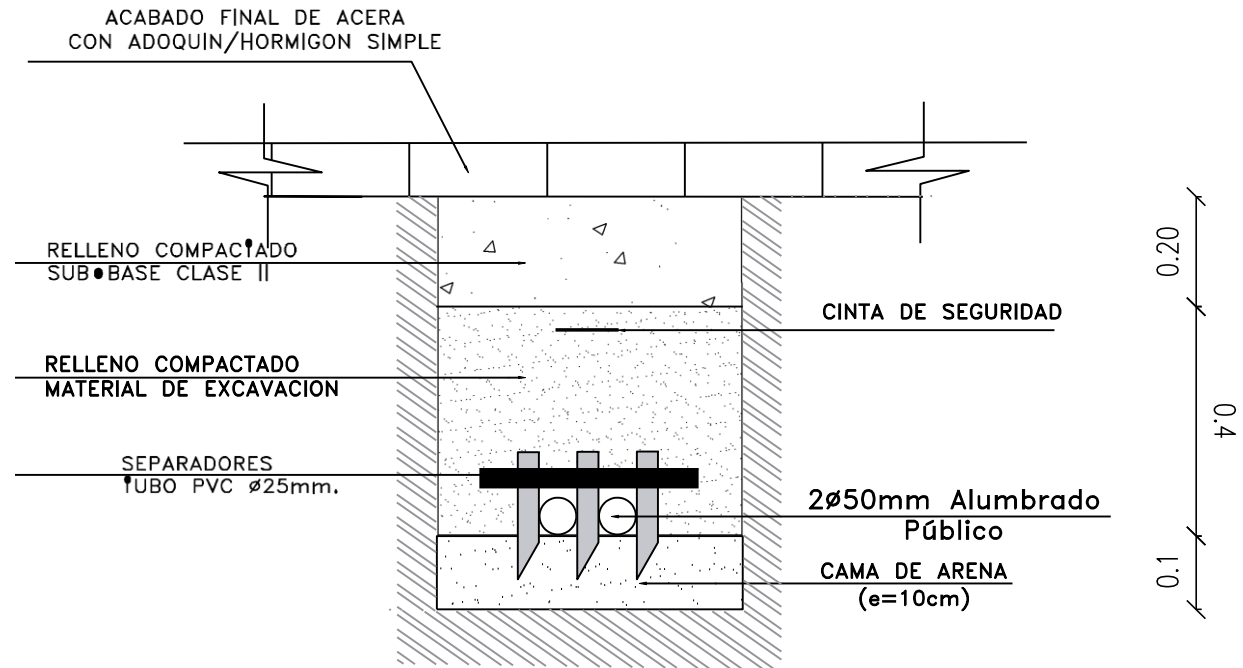
CANALIZACIÓN OPERADORAS

CANALIZACIÓN EESA

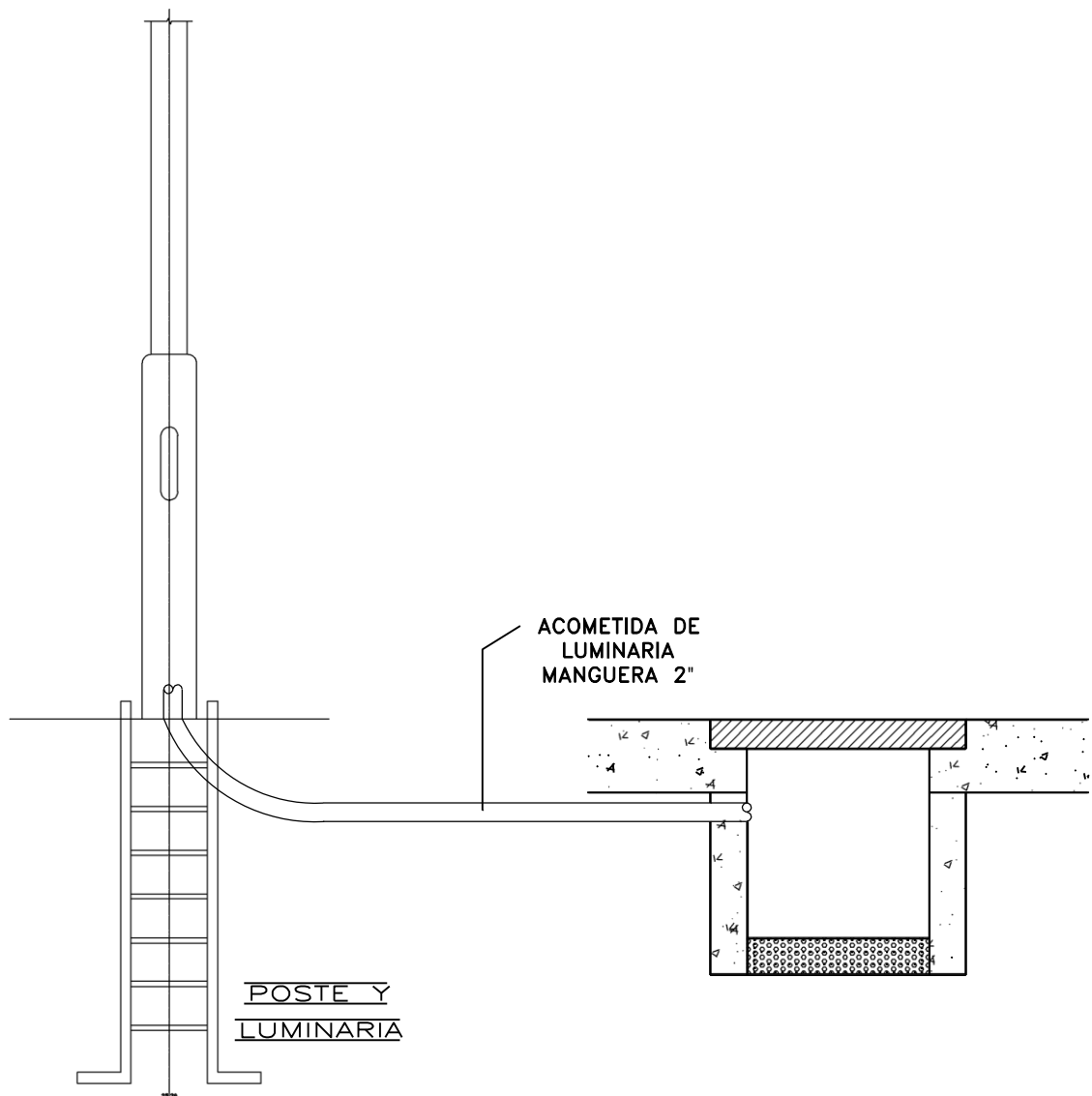


NIVEL 3C

CANALIZACIÓN ACERA

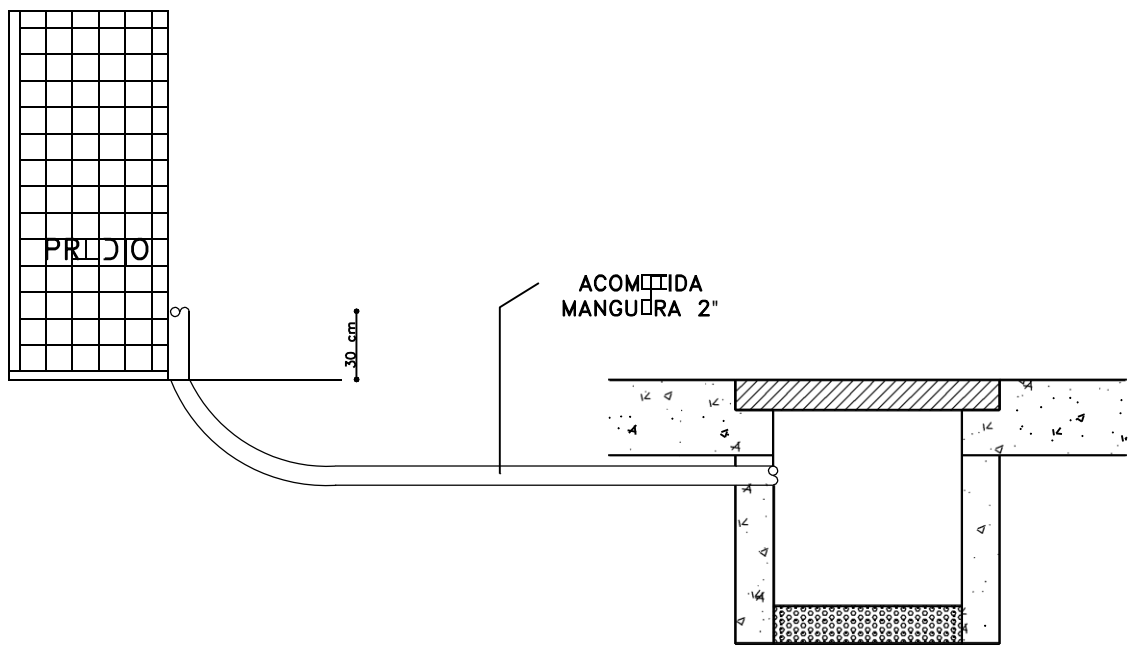


NIVEL ALUMBRADO PÚBLICO



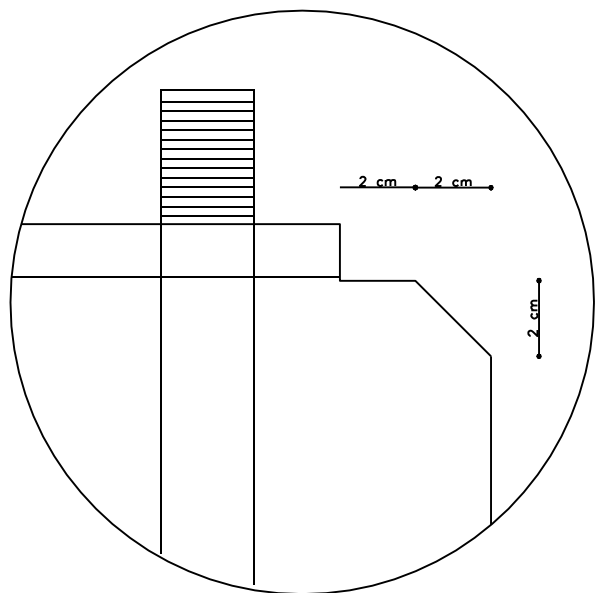
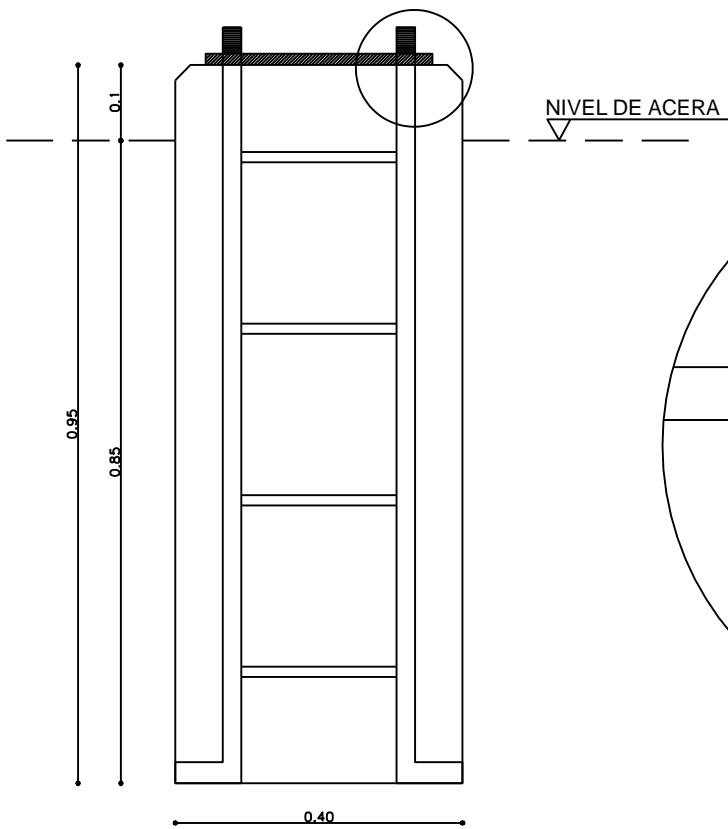
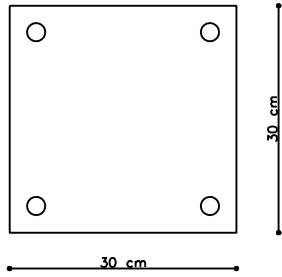
DETALLE DE ACOMETIDA DE ALUMBRADO

ESCALA: 1:10



DETALLE DE ACOMETIDA DOMICILIARIA

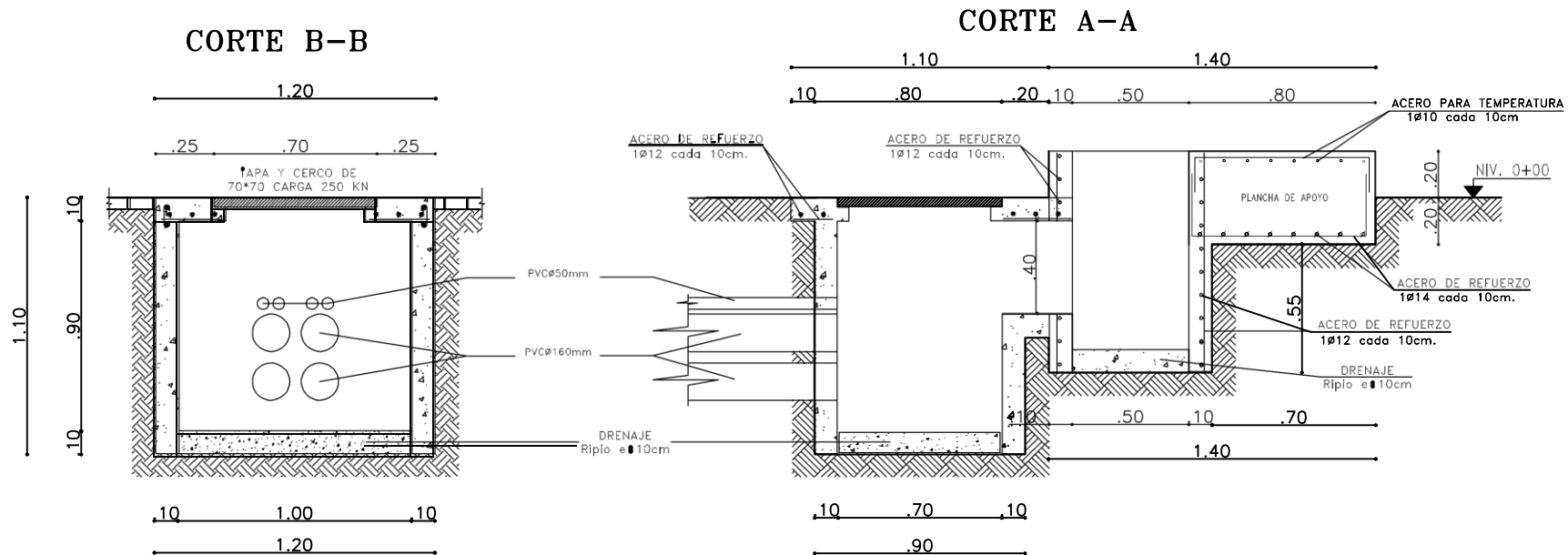
ESCALA: 1:10



DETALLE DE CHAFLAN

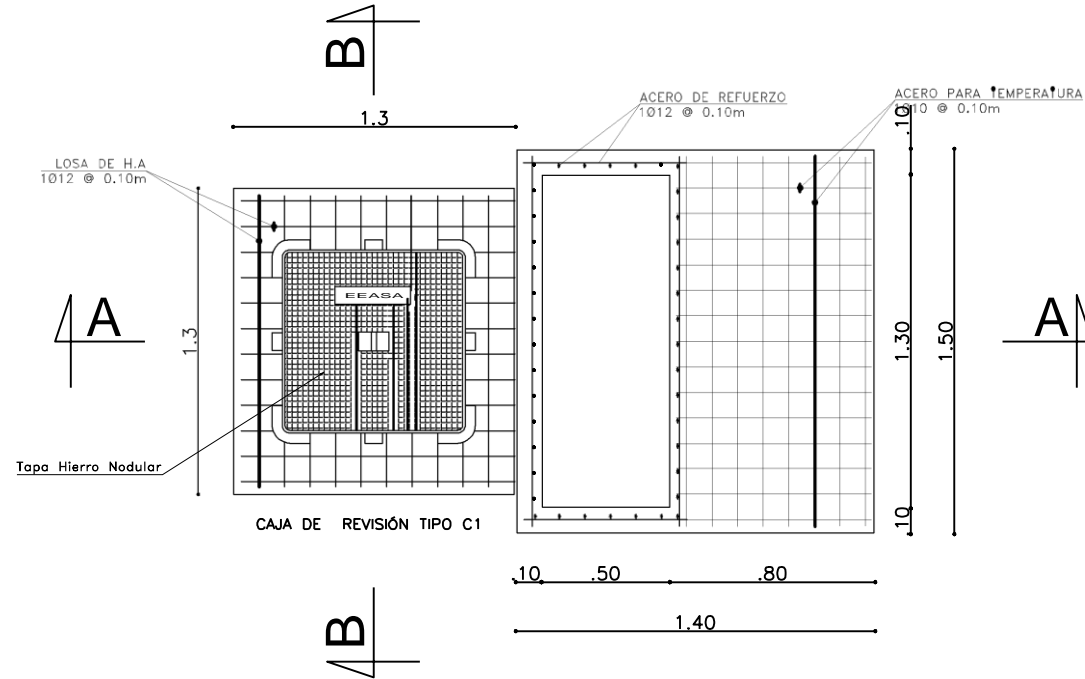
DETALLE BASE DE HORMIGON

ESCALA: 1:10



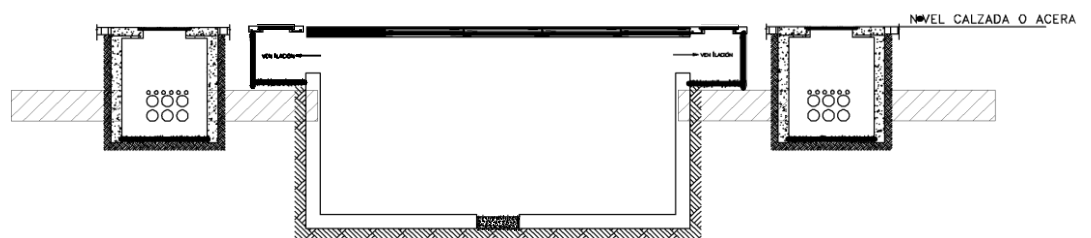
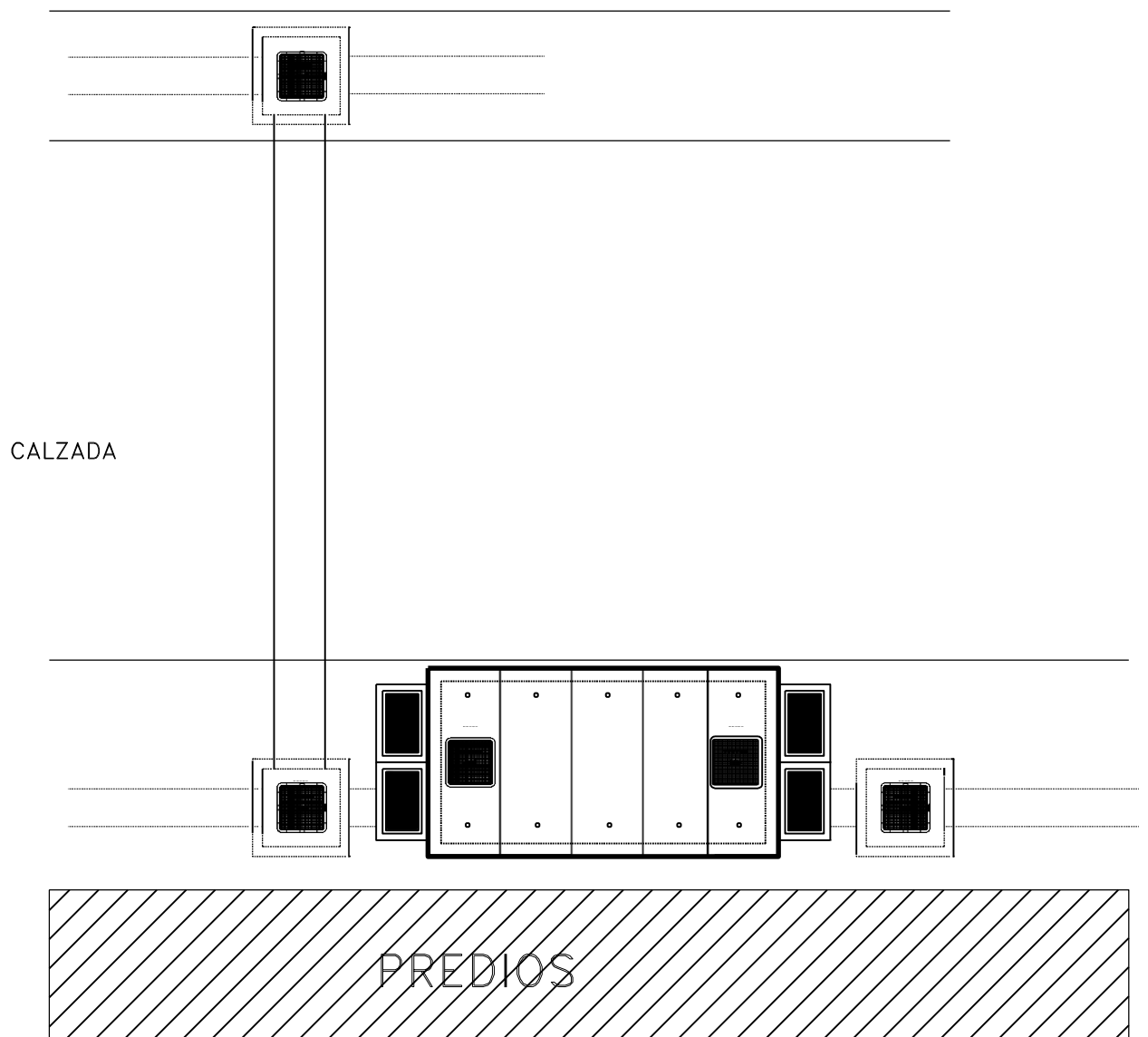
**BASE PARA TRANSFORMADOR
PADMOUNTED 300KVA**

VISTA EN PLANTA

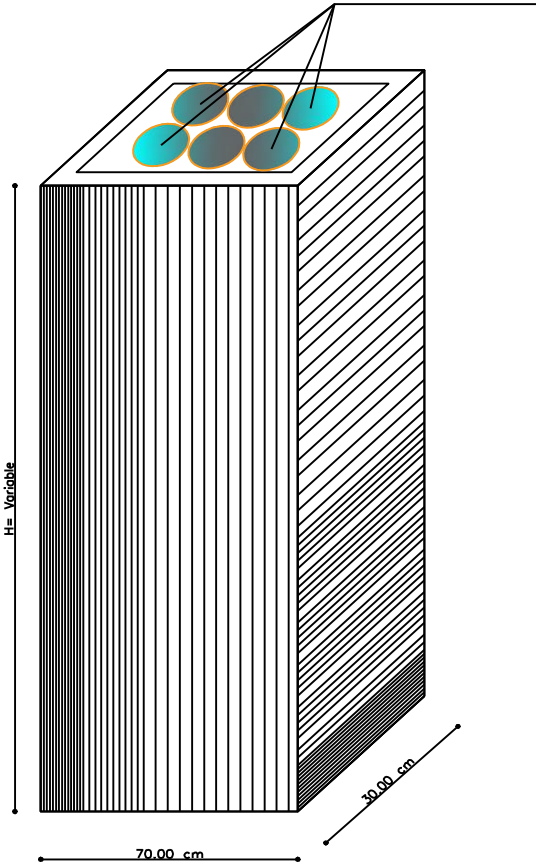


BASE PARA TRANSFORMADOR
PADMOUNTED 300KVA

DETALLE DE UBICACION DE CAMARAS

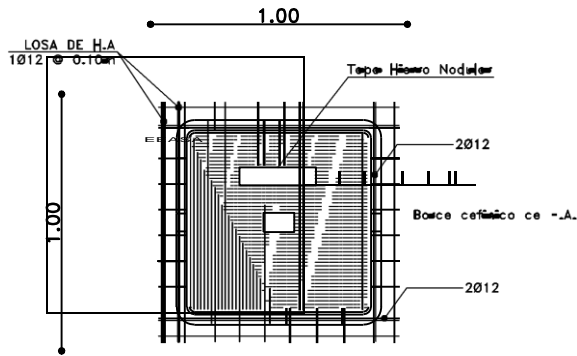


CANALIZACIÓN EEASA

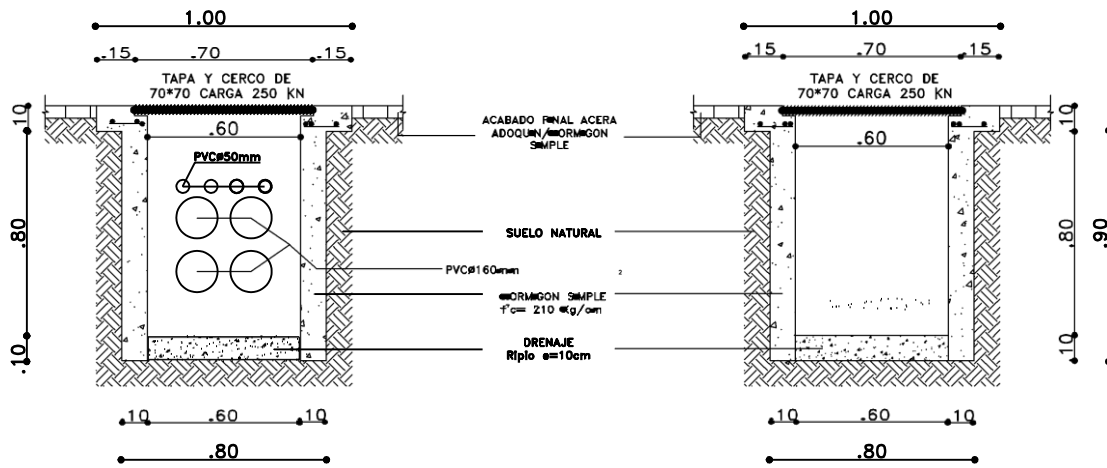


DETALLE CANAL PARA DUCTO TIPO CHIMENEA

Anexo 11: Pozos



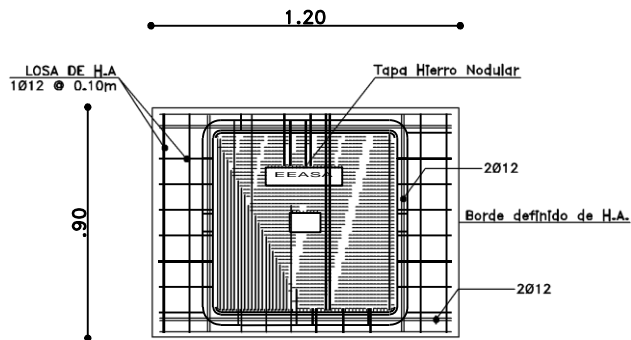
VISTA PLANTA



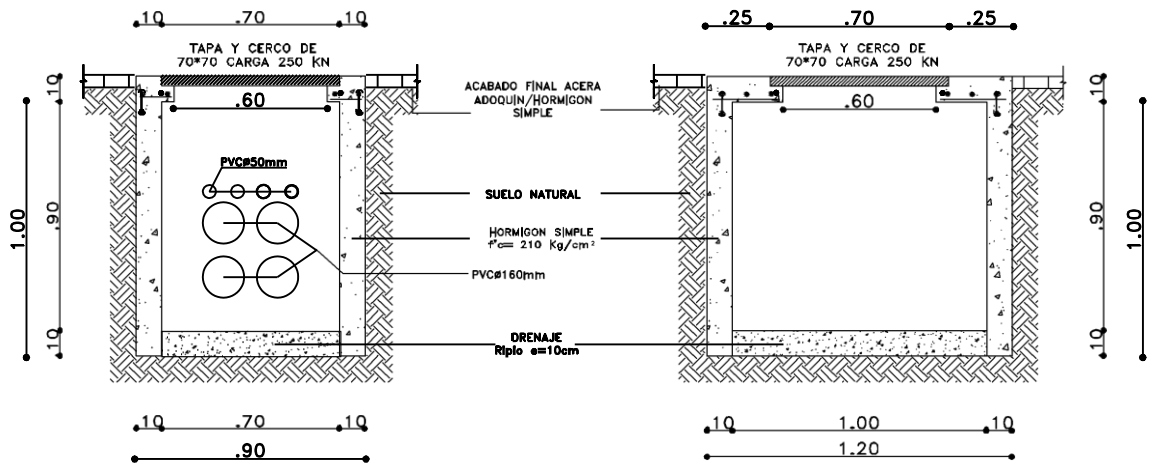
VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

CAJA DE REVISIÓN TIPO A
60x60x90mm



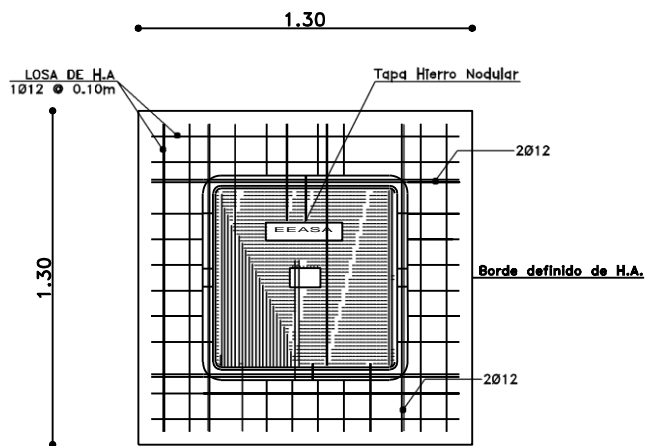
VISTA PLANTA



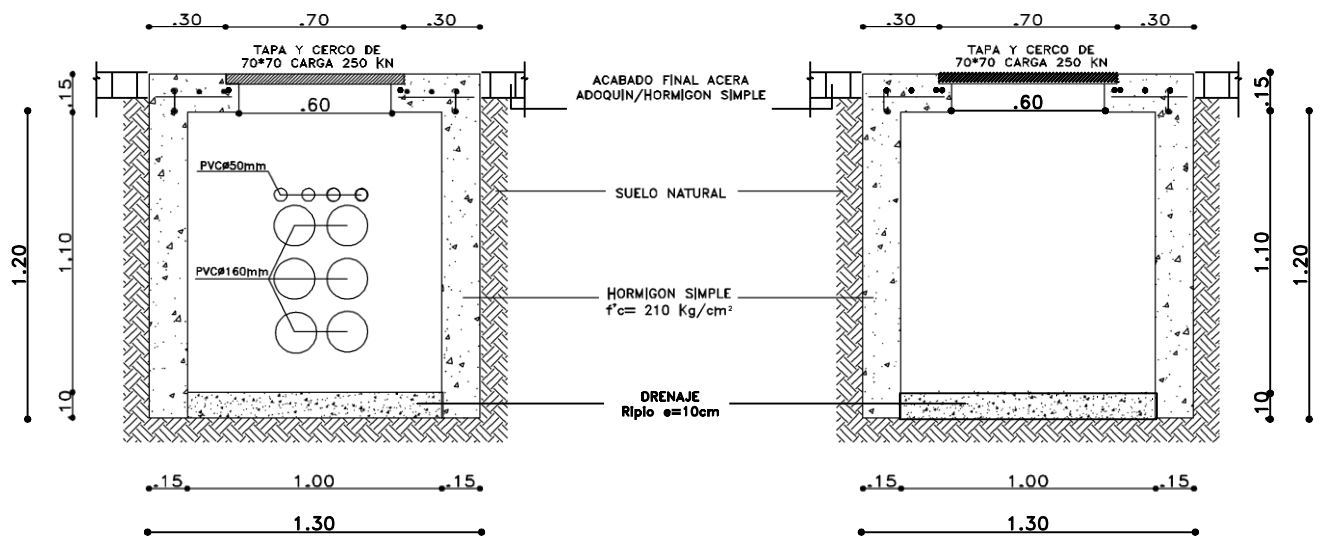
VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

CAJA DE REVISIÓN TIPO B
70x100x100mm



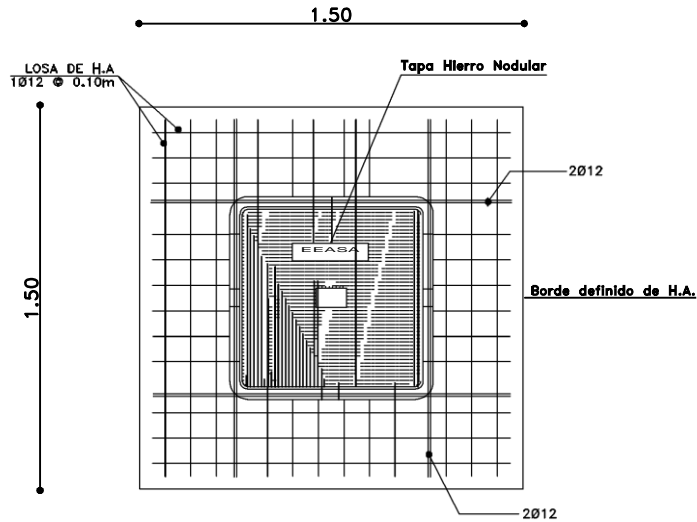
VISTA PLANTA



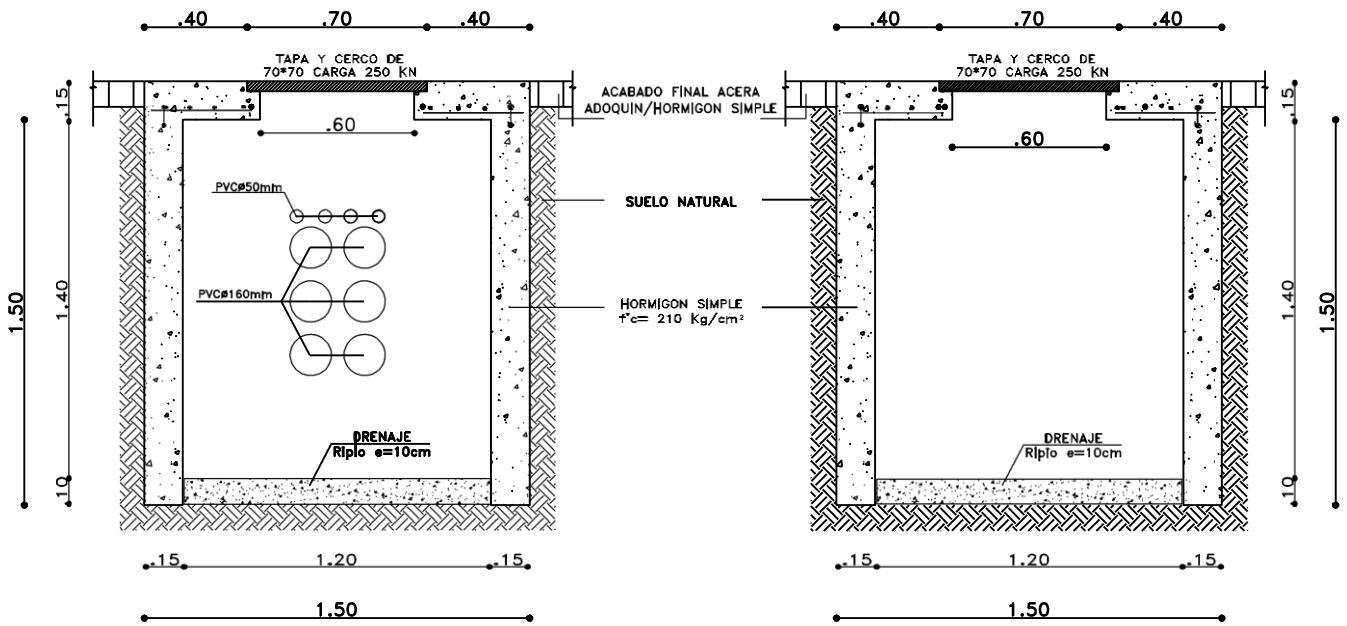
VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

CAJA DE REVISIÓN TIPO C1
100x100x120mm



VISTA PLANTA

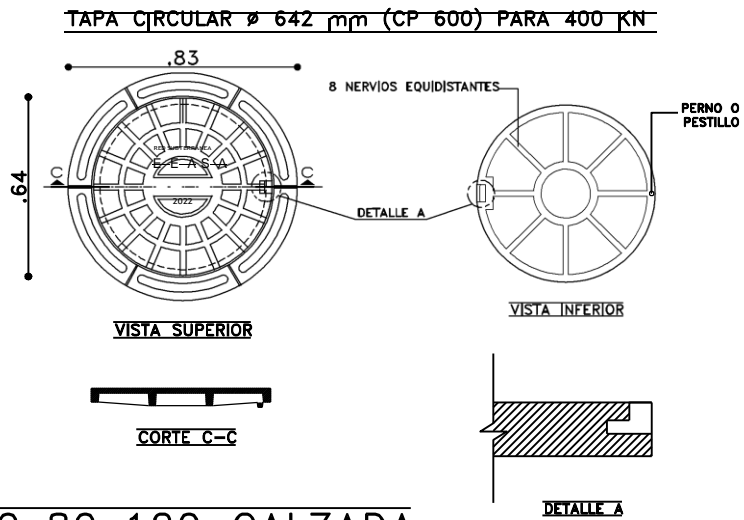
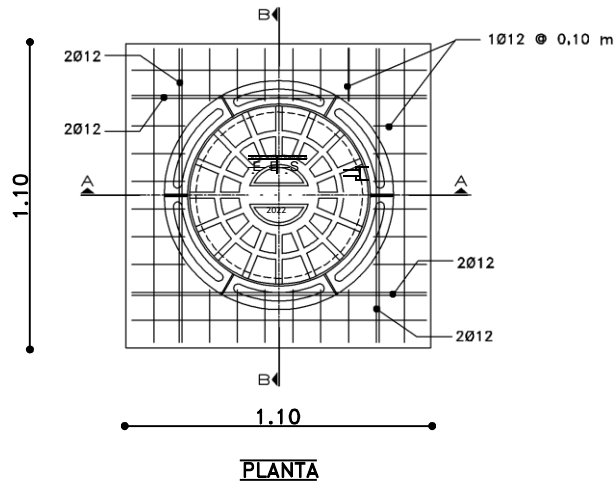
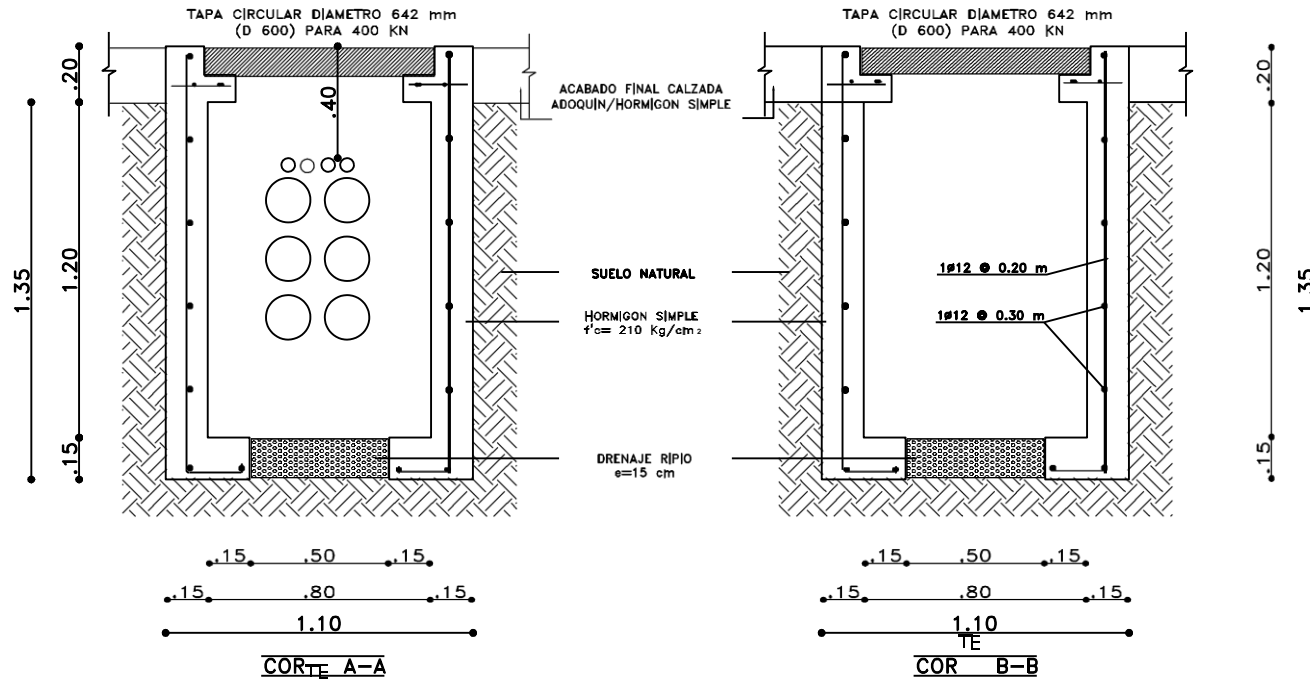


VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

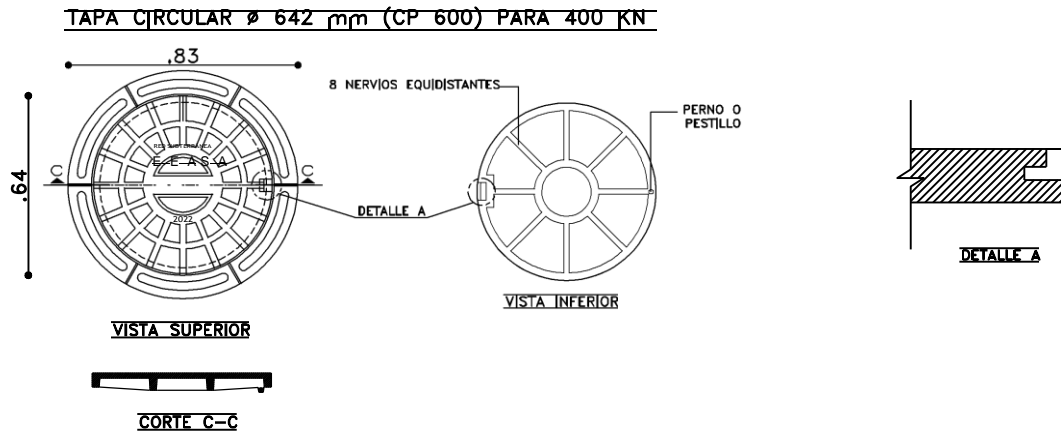
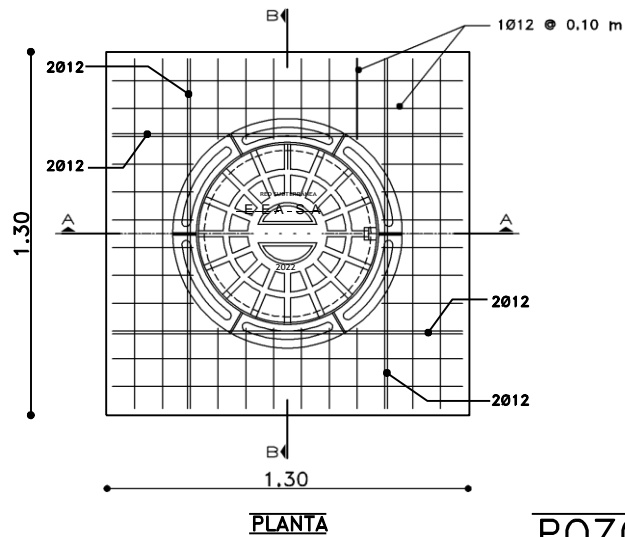
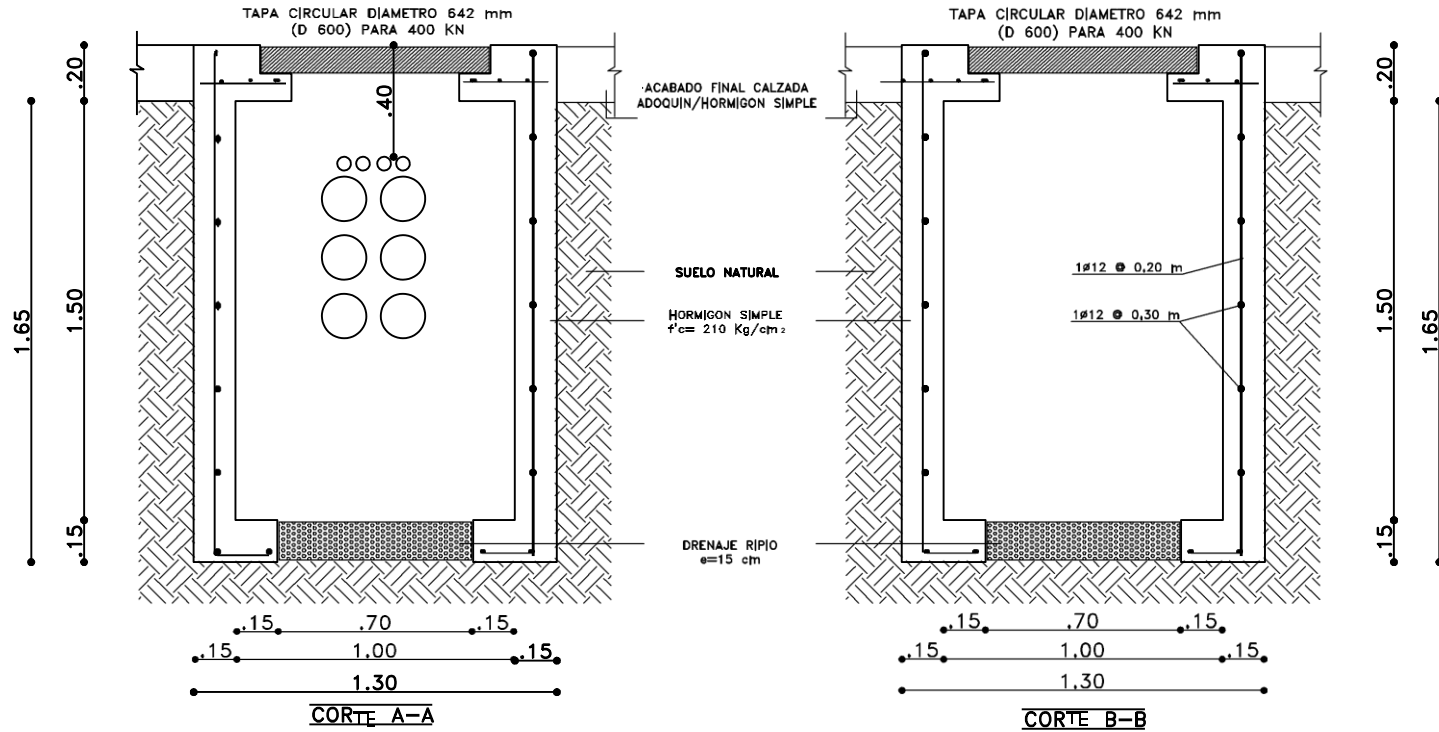
CAJA DE REVISIÓN TIPO C2
120x120x150mm

CAJA DE REVISION 0.80x0.80x1.20 m TAPA H.N. TIPO T1



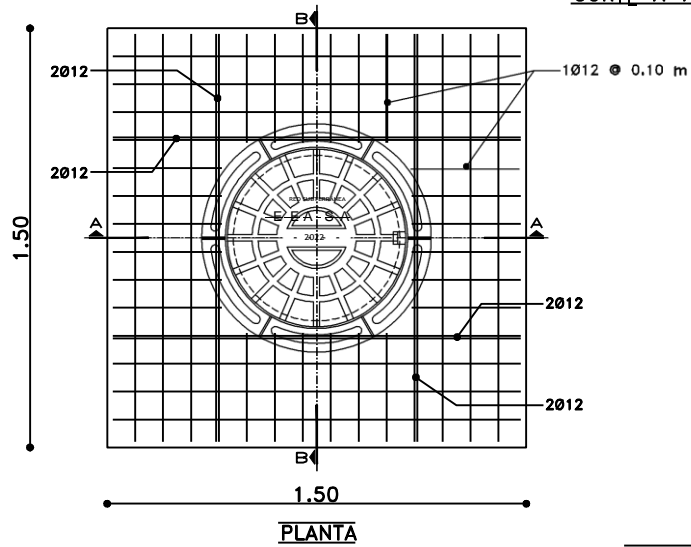
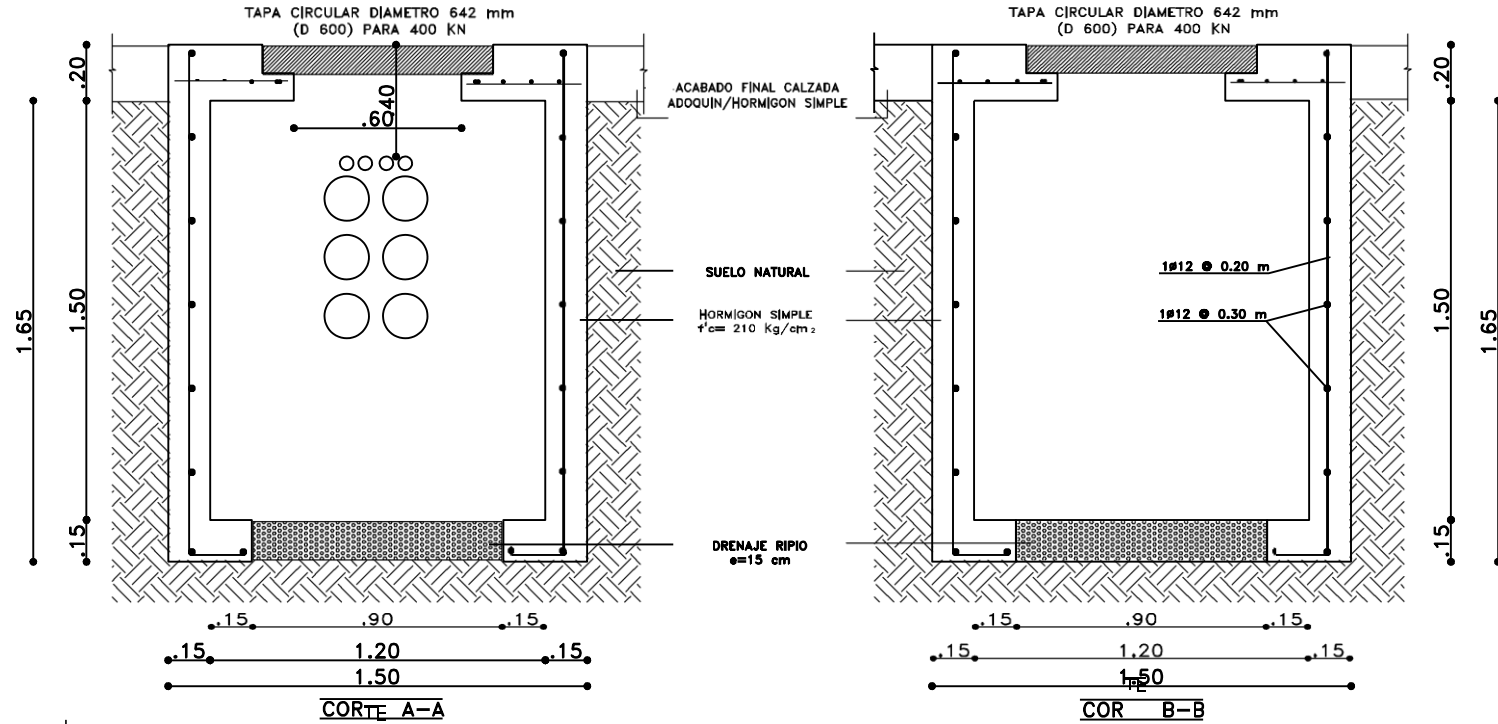
POZOS DE 80x80x120 CALZADA

CAJA DE REVISION 1.00x1.00x1.50 m TAPA H.N. TIPO T2

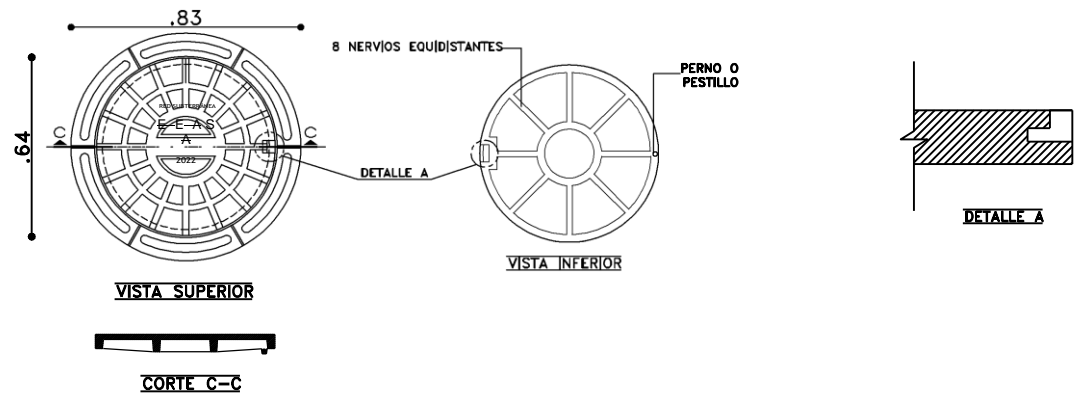


POZOS DE 100x100x150 CALZADA

CAJA DE REVISION 1.20x1.20x1.50 m TAPA H.N. TIPO T3

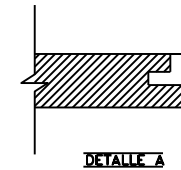
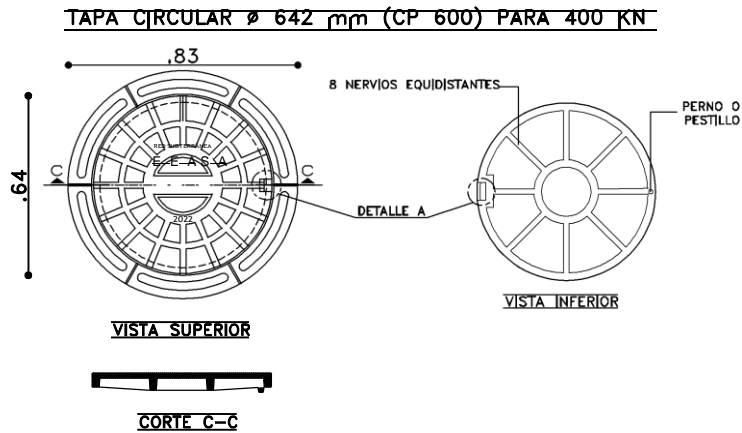
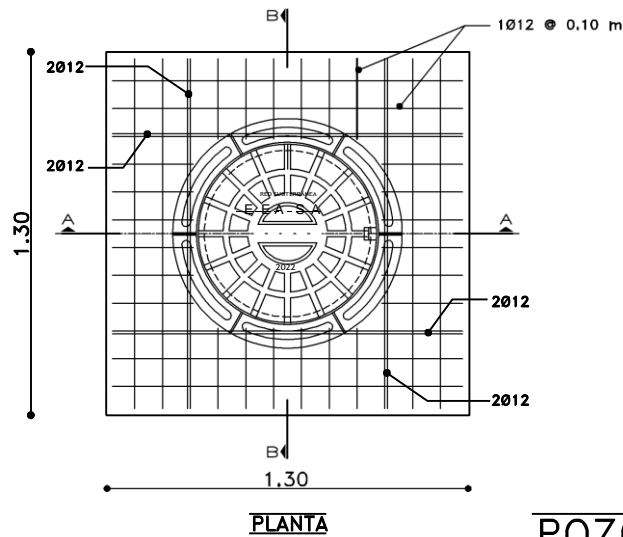
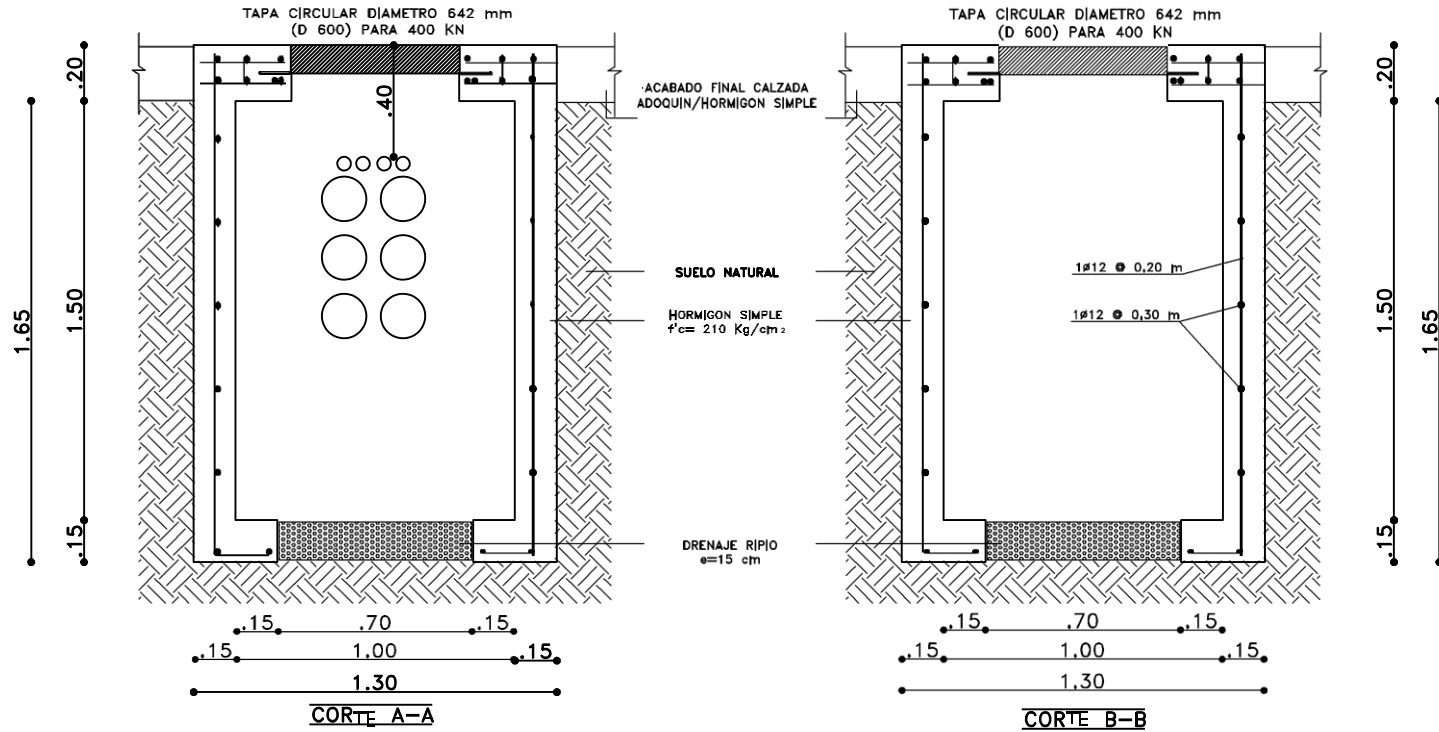


TAPA CIRCULAR $\phi 642 \text{ mm}$ (CP 600) PARA 400 KN



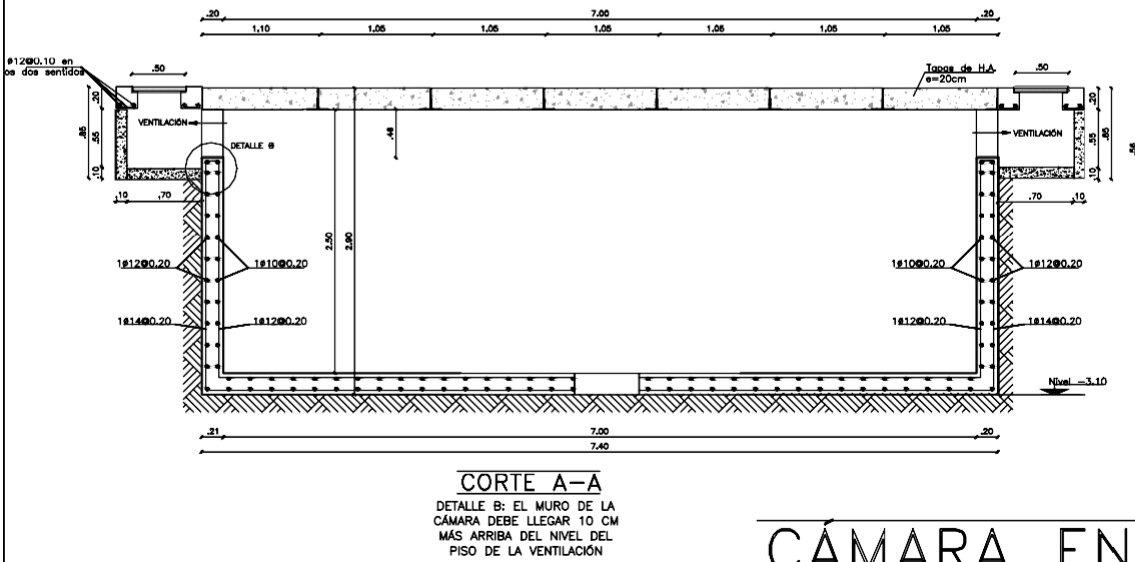
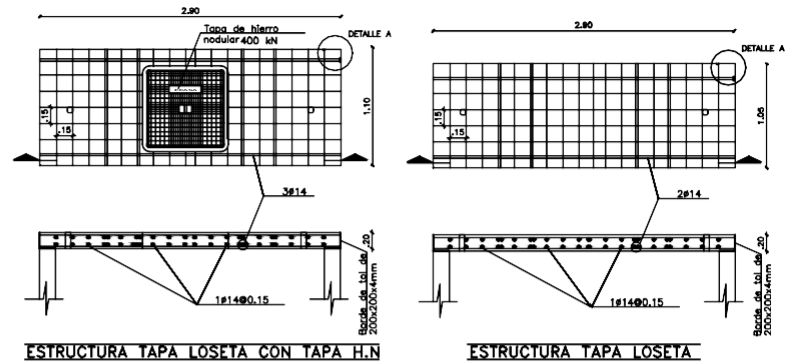
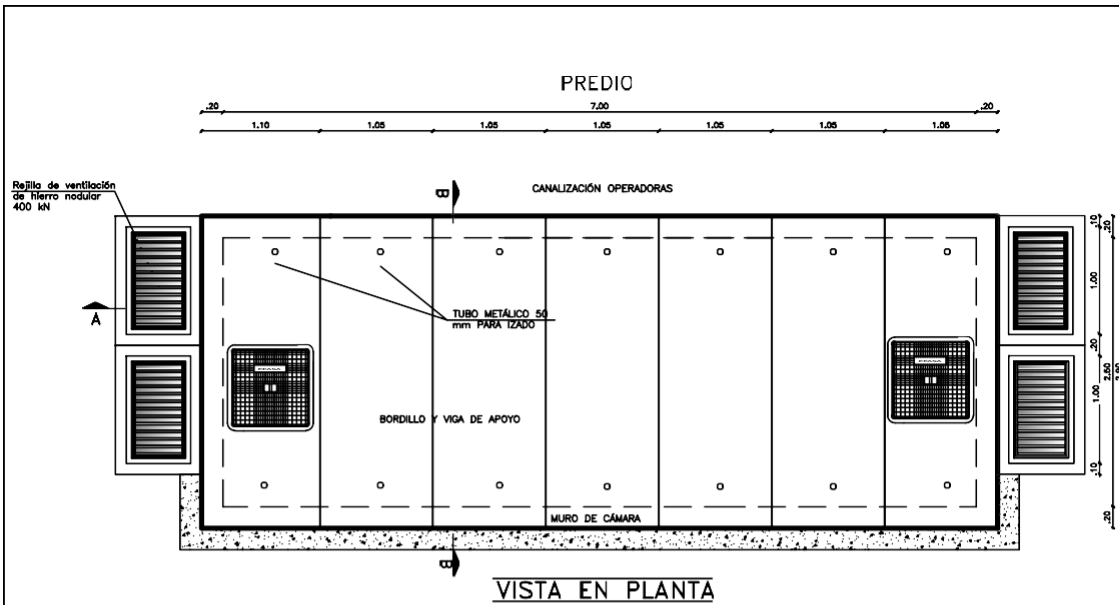
POZOS DE 120x120x150 CALZADA

CAJA DE REVISION ESPECIAL 1.00x1.00x1.50 m TAPA H.N.

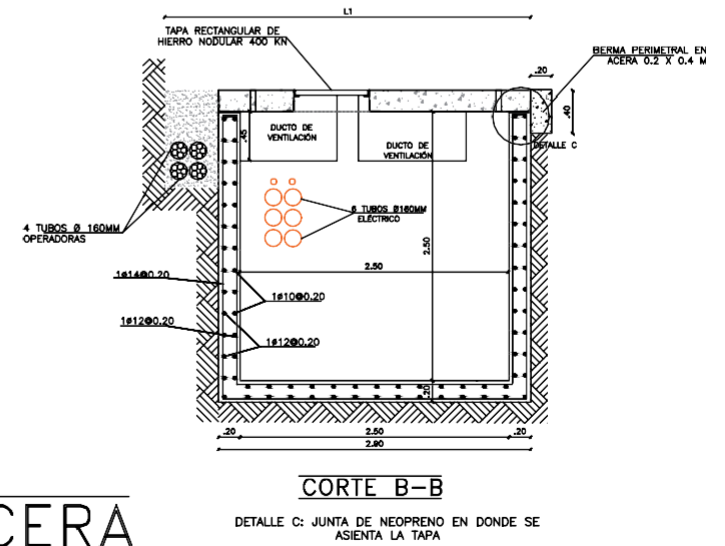


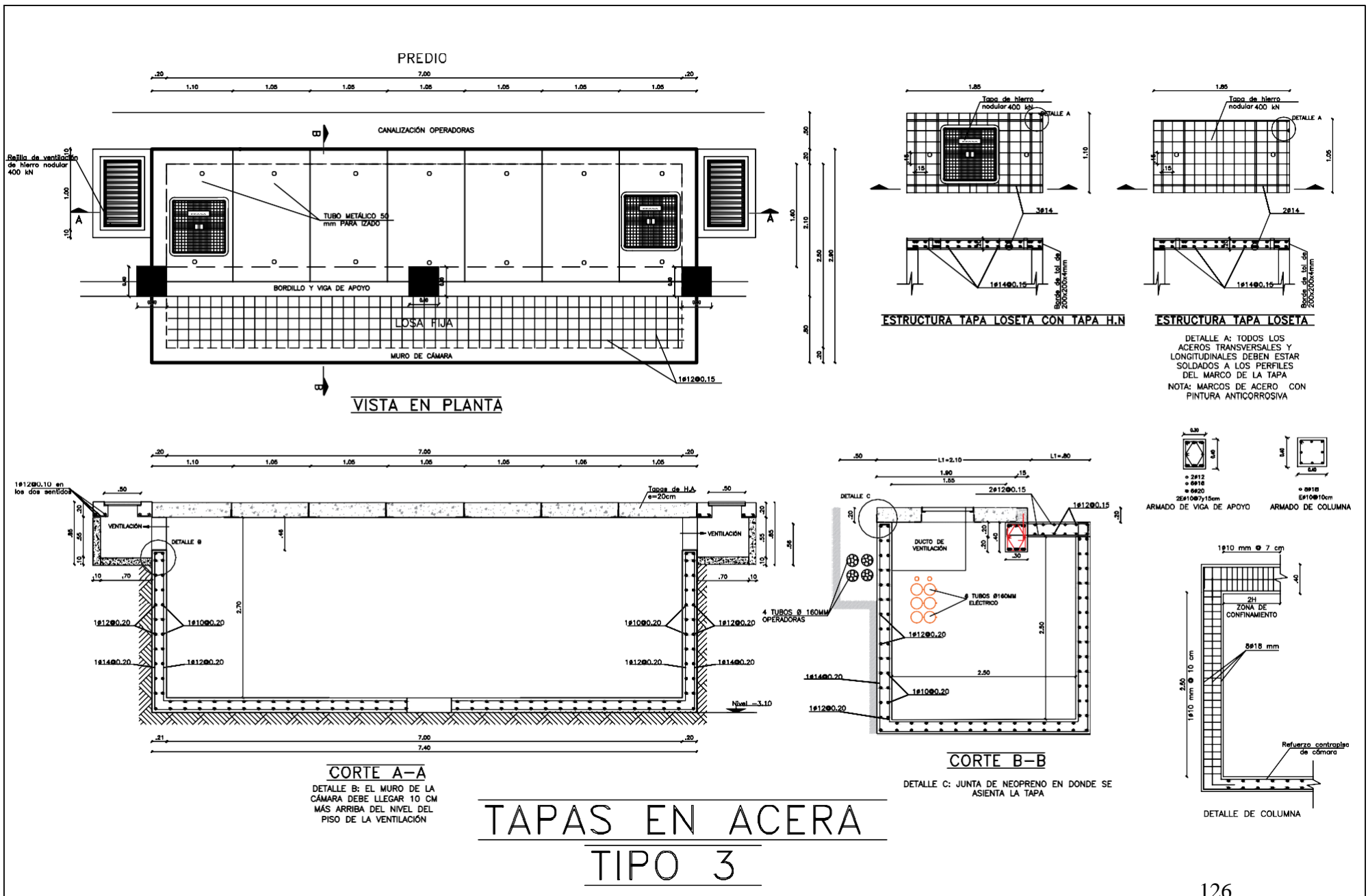
POZOS DE 100x100x150 CALZADA

Anexo 12: Cámaras de Transformación, Seccionamiento y Barras



CÁMARA EN ACERA TIPO 2





TAPAS EN ACERA TIPO 3

CORTE A-A
 DETALLE B: EL MURO DE LA CÁMARA DEBE LLEGAR 10 CM MÁS ARRIBA DEL NIVEL DEL PISO DE LA VENTILACIÓN

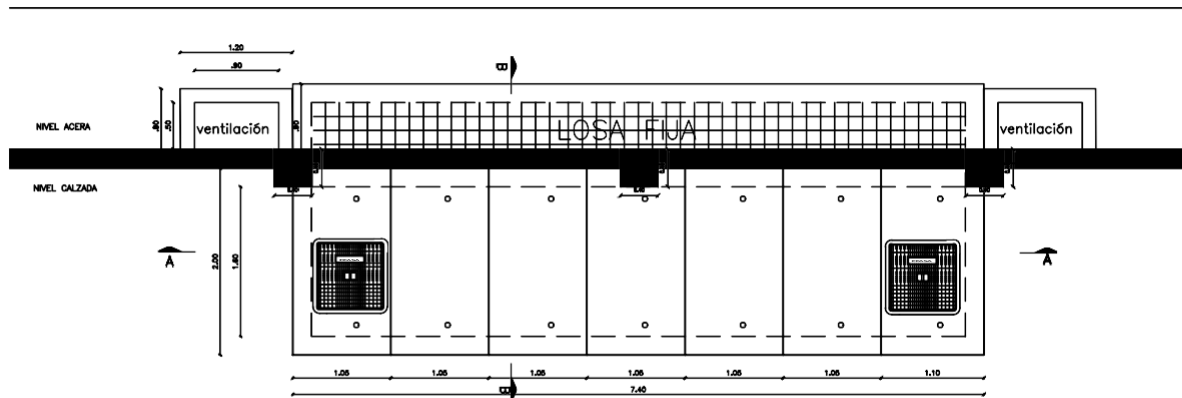
CORTE B-B
 DETALLE C: JUNTA DE NEOPRENO EN DONDE SE ASIENTA LA TAPA

ESTRUCTURA TAPA LOSETA CON TAPA H.N.
ESTRUCTURA TAPA LOSETA
 DETALLE A: TODOS LOS ACEROS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES DEBEN ESTAR SOLDADOS A LOS PERFILES DEL MARCO DE LA TAPA
 NOTA: MARCOS DE ACERO CON PINTURA ANTICORROSIVA

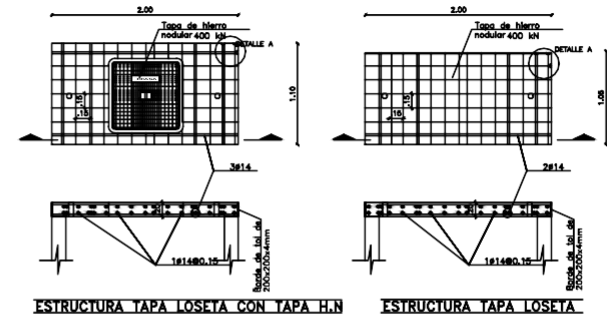
ARMADO DE VIGA DE APOYO
 2E#10Ø7.5cm
 2E#12Ø10cm

ARMADO DE COLUMNA
 4E#18
 2E#10Ø10cm

DETALLE DE COLUMNA
 1Ø10 mm Ø 7 cm
 2H
 ZONA DE CONFINAMIENTO
 Ø#18 mm
 Refuerzo controlado de cámara



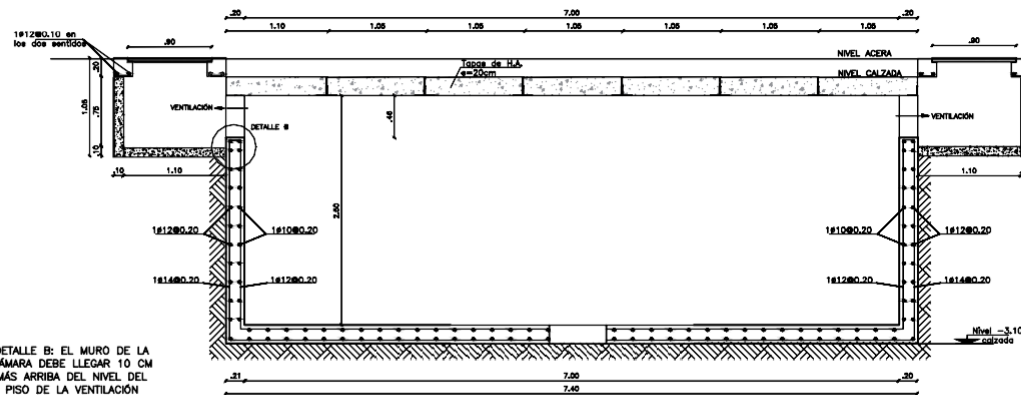
VISTA EN PLANTA



ESTRUCTURA TAPA LOSETA CON TAPA H.H.

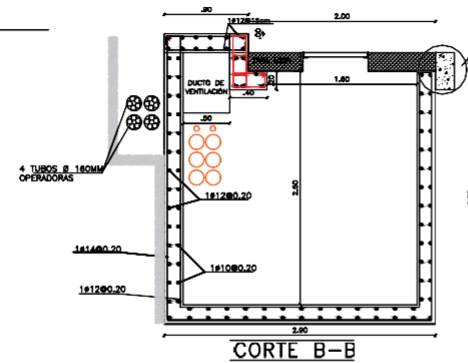
ESTRUCTURA TAPA LOSETA

DETALLE A: TODOS LOS ACEROS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES DEBEN ESTAR SOLDADOS A LOS PERFILES DEL MARCO DE LA TAPA
NOTA: MARCO DE ACERO CON PINTURA ANTICORROSIVA

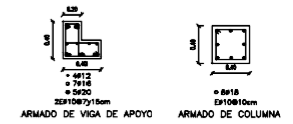


CORTE A-A

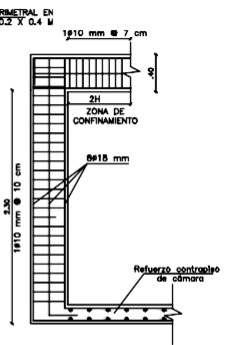
DETALLE B: EL MURO DE LA CÁMARA DEBE LLEGAR 10 CM MÁS ARRIBA DEL NIVEL DEL PISO DE LA VENTILACIÓN



CORTE B-B

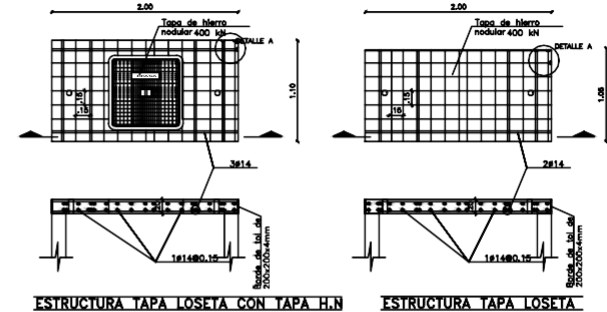
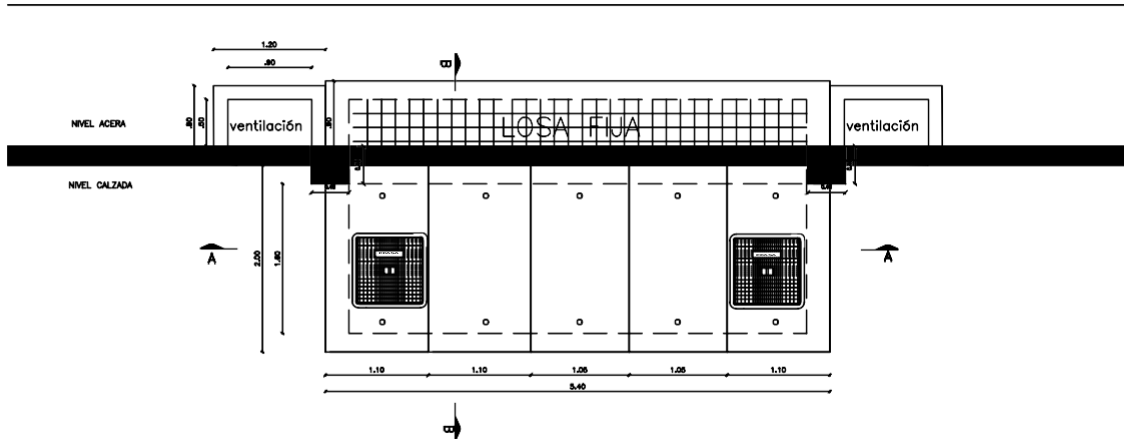


ARMADO DE VIGA DE APOYO ARMADO DE COLUMNA

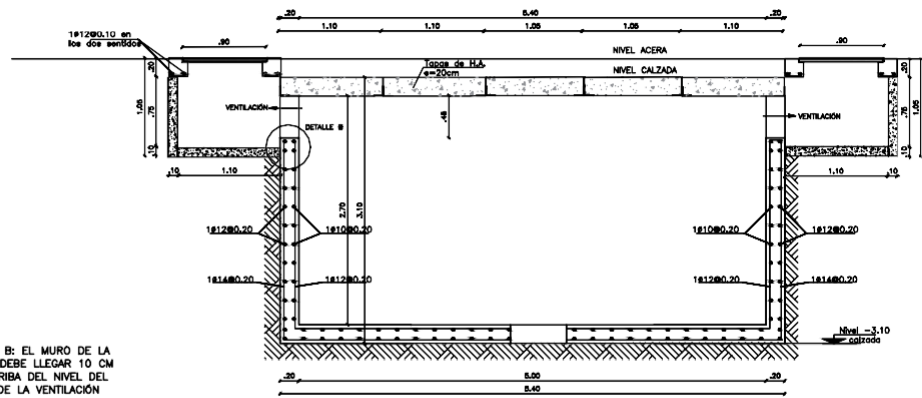


DETALLE DE COLUMNA

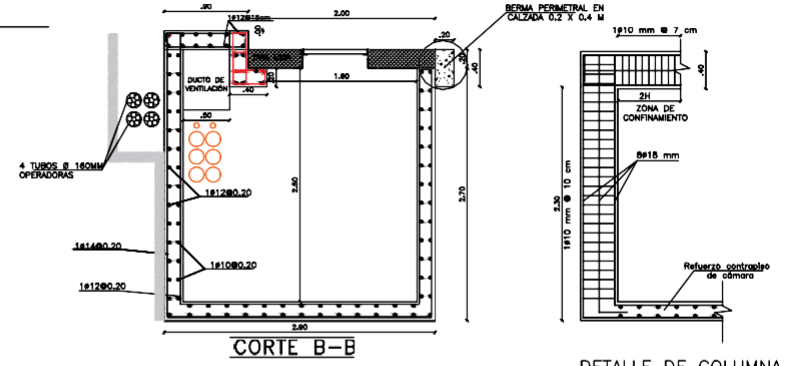
TAPAS EN CALZADA TIPO 4



DETALLE A: TODOS LOS ACEROS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES DEBEN ESTAR SOLDADOS A LOS PERFILES DEL MARCO DE LA TAPA
 NOTA: MARCO DE ACERO CON PINTURA ANTICORROSIVA

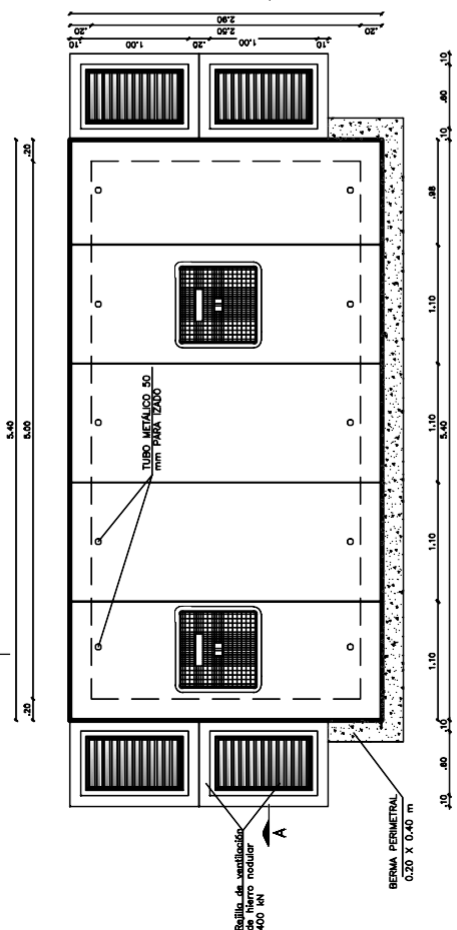


DETALLE B: EL MURO DE LA CÁMARA DEBE LLEGAR 10 CM MÁS ARRIBA DEL NIVEL DEL PISO DE LA VENTILACIÓN

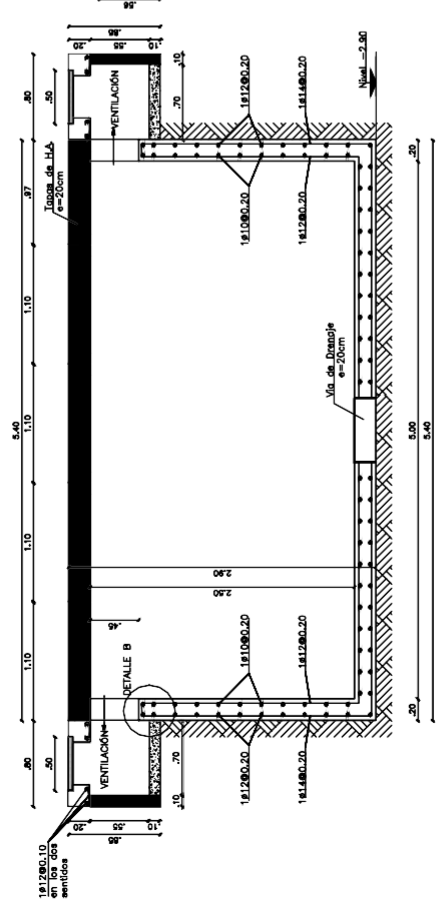


TAPAS EN CALZADA 5m TIPO 4

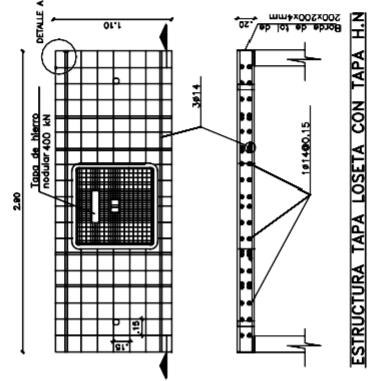
PREDIO



VISTA EN PLANTA

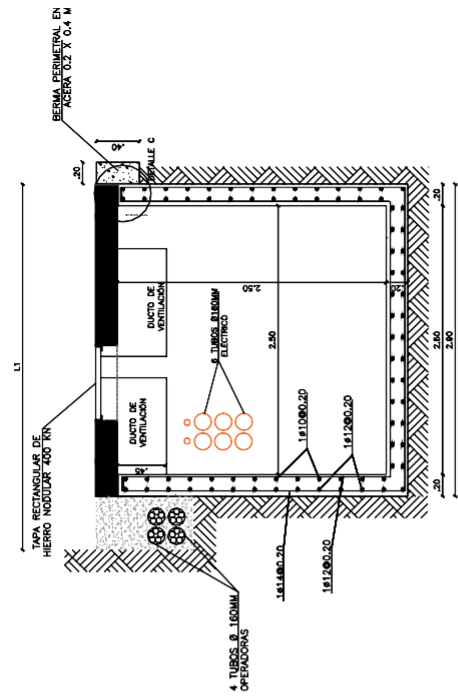


CORTE A-A
 DETALLE B: EL MURO DE LA CÁMARA DEBE LLEVAR 10 CM MÁS ARRIBA DEL NIVEL DEL PISO DE LA VENTILACIÓN



ESTRUCTURA TAPA LOSETA

DETALLE A: TODOS LOS ACEROS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES DEBEN ESTAR SOLDADOS A LOS PERFILES DEL MARCO DE LA TAPA.
 NOTA: MARCOS DE ACERO CON PINTURA ANTICORROSIVA

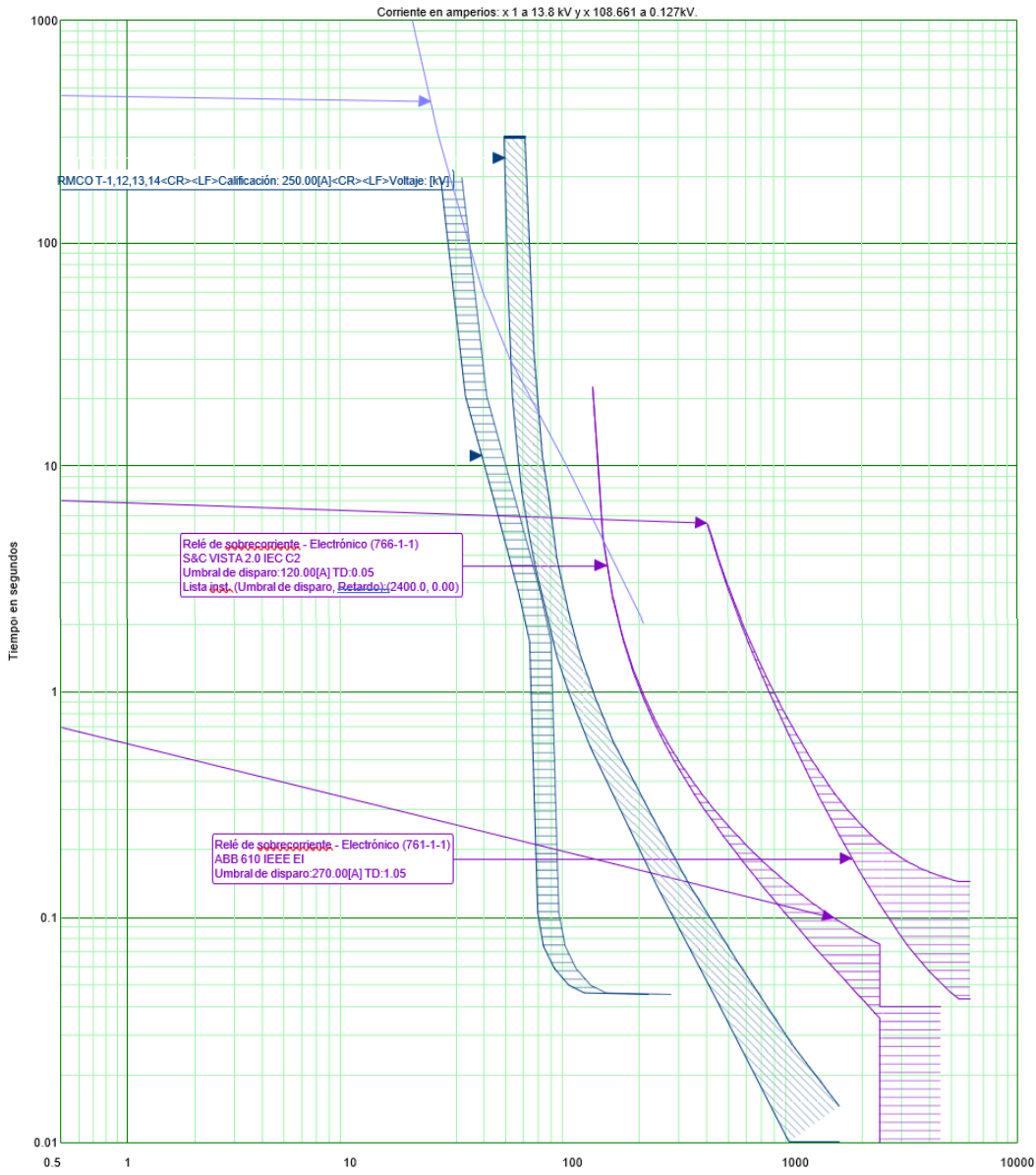


CORTE B-B
 DETALLE C: JUNTA DE NEOPRENO EN DONDE SE ASIENTA LA TAPA

CÁMARA EN ACERA 5m

TIPO 2

Anexo 13: Coordinación de Protecciones



CURVAS CARACTERISTICAS TIEMPO-CORRIENTE	
CURVAS TRAZADAS A	13.8 kV
NRO	
FECHA	10/11/2016

Anexo 14: Clientes con Consumos Atípicos

N° USUARIOS	CONSUMO PROMEDIO USUARIOS	Coord X	Coord Y	FACTOR A	FACTOR B	DEMANDA COIN Kw	
1	1623,08	765661,414875	9863441,864750			199881	RESIDENCIAL
1	1571,67	765345,031625	9863445,922250			124085	RESIDENCIAL
2	5018,42	765554,379125	9863461,844375			16212	RESIDENCIAL
2	1856,17	765764,490625	9863305,599625			11536	RESIDENCIAL
1	1271	765313,722750	9863160,537750			16574	RESIDENCIAL
1	17887,5	765254,104750	9863255,957875			222941	RESIDENCIAL
1	5358,25	765462,083750	9863015,374000			16092	RESIDENCIAL
1	2546,25	765684,879000	9863448,042125			237394	RESIDENCIAL
1	3428,42	765269,711625	9863344,260125			107336	RESIDENCIAL
1	1330	765536,000000	9863419,000000			276073	RESIDENCIAL
1	2552,5	765038,566500	9863228,153625			16056	RESIDENCIAL
1	12250	765332,639500	9863312,967875			16837	RESIDENCIAL
1	1105,5	765702,322375	9863118,209625			16125	RESIDENCIAL
1	3121,17	765477,895750	9863416,960750			96970	RESIDENCIAL
1	1509,17	765358,607875	9863211,959750			107861	RESIDENCIAL
1	1640,42	765382,299750	9863062,705250			95875	RESIDENCIAL
1	1360,17	765088,644625	9863586,528750			16804	RESIDENCIAL
2	2526,33	765281,725250	9863204,599625			201724	RESIDENCIAL
1	12388,83	765207,258250	9863512,183250			16842	RESIDENCIAL
1	3375,67	765540,323375	9863020,428875			16111	RESIDENCIAL
1	5313,33	765256,318875	9863285,556500			79867	RESIDENCIAL
1	5915	765226,680250	9863523,013375			11140	RESIDENCIAL
2	1502,67	765402,300625	9863703,650625			16268	RESIDENCIAL
1	1495,25	764783,367375	9863640,137750			221204	RESIDENCIAL
1	1610,67	765068,374125	9863676,713000			134428	RESIDENCIAL
1	3921,5	765398,000000	9863717,000000			248139	RESIDENCIAL

Anexo 15: Cargas con Consumo Nulo

N° USUARIOS	CONSUMO PROMEDIO USUARIOS	Coord X	Coord Y	FACTOR A	FACTOR B	DEMANDA COIN Kw	
1	0	765572,11025	9863670,789250			208627	RESIDENCIAL
1	0	764820,225875	9863616,537250			206850	OFICIAL BT
1	0	765674,327875	9863281,049375			234176	COMERCIAL BT
1	0	765265,34100	9863109,545000			243756	COMERCIAL BT
1	0	765450,70325	9863616,044625			16448	RESIDENCIAL
1	0	765356,00000	9863536,000000			249490	RESIDENCIAL
1	0	765661,00000	9863507,000000			252502	RESIDENCIAL
1	0	765570,53750	9863384,429625			16201	RESIDENCIAL
1	0	765267,39263	9863136,607500			15210	RESIDENCIAL
1	0	765609,56575	9862992,612875			245319	COMERCIAL BT
1	0	765613,53563	9863183,849500			16677	RESIDENCIAL
1	0	765470,19000	9863029,140000			236084	RESIDENCIAL
1	0	765530,55938	9863152,430250			16664	RESIDENCIAL
1	0	765126,18188	9863477,127875			146900	INDUSTRIAL BT
1	0	765609,89425	9863492,749125			193651	RESIDENCIAL
1	0	765519,68913	9863387,523500			216743	RESIDENCIAL
1	0	764915,35775	9863630,170750			91816	RESIDENCIAL
1	0	765435,62088	9863162,884750			229624	RESIDENCIAL
1	0	765632,00000	9863185,000000			266641	INDUSTRIAL BT
1	0	765678,89863	9863355,004000			16190	RESIDENCIAL
1	0	765536,87800	9863358,548500			16403	RESIDENCIAL
1	0	765622,36263	9863078,599750			83220	RESIDENCIAL
6	0	765483,00000	9863441,000000			266809	RESIDENCIAL
1	0	765391,00000	9863579,000000			247089	RESIDENCIAL
1	0	765390,00000	9863578,000000			247090	RESIDENCIAL
1	0	765541,00000	9863601,000000			254359	OFICIAL BT
1	0	765605,00000	9863484,000000			267965	RESIDENCIAL
1	0	765213,33000	9863141,530000			233452	COMERCIAL BT
1	0	765597,00000	9863606,000000			246655	RESIDENCIAL
3	0	765258,05675	9863608,200125			190332	RESIDENCIAL
1	0	765629,78775	9863544,099500			131248	RESIDENCIAL
1	0	765494,80638	9863200,917000			16947	RESIDENCIAL
1	0	765500,00000	9863480,000000			250277	RESIDENCIAL
1	0	765278,23500	9863101,983125			252817	COMERCIAL BT

Anexo 16: Costo de Materiales

MATERIALES PROYECTO INGAHURCO				
TRANSFORMADORES				
ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TRIFASICO 200 KVA CON ACCESORIOS TIPO FRENTA MUERTO, 13,8 kV, 220-127 V, TIPO MALLA, INMERSO EN ACEITE VEGETAL	C/U	15,00	15.245,00	228.675,00
CODO CONECTOR DESCONECTABLE, 200A, 15KV, CON CONECTOR BIMETALICO PARA CONDUCTOR DE ALUMINIO Y COBRE 4/0 AWG, 250 MCM, XLEP 100%	C/U	45,00	38,68	1.740,60
TAPON AISLADO 15KV,200A	C/U	42,00	33,10	1.390,20
DESCARGADOR DE MEDIA TENSIÓN, CLASE DISTRIBUCIÓN 15 kV, 10 kA, 60 Hz, TIPO ELBOW ARRESTER, CON VARISTOR DE ÓXIDO METÁLICO Y MATERIAL ENVOLVENTE TIPO ELASTOMÉRICO.	C/U	53,00	111,10	5.888,30
SUBTOTAL (1)				237.694,10
EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO				
SECCIONADOR SUMERGIBLE 6 VÍAS (2 VÍAS CON INTERRUPTORES Y 4 VÍAS CON SECCIONADORES) BAJO CARGA TRIPOLAR DE MEDIA TENSIÓN TIPO SUMERGIBLE 15KV CON AISLAMIENTO SÓLIDO DIELECTRICO	C/U	2,00	149.000,00	298.000,00
CONECTOR TIPO ELBOW (CODO) 600A, 15/25kV, PARA CABLE DE COBRE O ALUMINIO 250 MCM, 15 kV, XLPE, 100% (ACCESORIOS ELASTOMÉRICOS SEPARADOS)	C/U	12,00	300,00	3.600,00
TAPÓN PROTECTOR AISLADO 15/25kV, 600A, PARA AISLAR BOQUILLAS DE CONEXIÓN NO UTILIZADAS	C/U	6,00	80,00	480,00
SUBTOTAL (2)				302.080,00

CABLE UNIPOLAR DE COBRE (CU.) XLPE AISLADO PARA MEDIO VOLTAJE 15 KV, 100%, PANTALLA TIPO CINTA DE 250 MCM	MT	13.466,00	6,61	89.010,26
CABLE UNIPOLAR DE ALUMINIO (AL.) XLPE AISLADO PARA MEDIO VOLTAJE 15 KV, 100%, PANTALLA TIPO CINTA DE 250 MCM	MT	24.758,00	25,86	640.241,88
CABLE UNIPOLAR DE ALUMINIO (AL.) XLPE AISLADO PARA MEDIO VOLTAJE 15 KV, 100%, PANTALLA TIPO CINTA # 2 AWG	MT	1.560,00	4,02	6.271,20
CABLE UNIPOLAR DE ALUMINIO (AL.) TTU AISLADO PARA 2 KV 250 AWG CHAQUETA NEGRA	MT	55.121,00	4,50	248.044,50
CABLE UNIPOLAR DE ALUMINIO (AL.) TTU AISLADO PARA 2 KV 250 MCM CHAQUETA VERDE	MT	78.978,00	0,86	67.921,08
CABLE DE COBRE (Cu.) DESNUDIO # 2 AWG	MT	1.959,00	9,20	18.022,80
CABLE CU.# 14 F.P.AWG.	MT	4.200,00	0,33	1.386,00
SUBTOTAL (3)				1.070.897,72
ACCESORIOS MEDIO Y BAJO VOLTAJE				
BARRAS PREMOLDEADAS DE MEDIO VOLTAJE 6 VIAS (200 A) (INCLUYE 6 BUSHING INSERT 15 kv)	C/U	51,00	1.200,00	61.200,00
CONECTORES TIPO CODO 15kv, 200A PARA CABLE 250 MCM	C/U	204,00	55,00	11.220,00
CONECTORES TIPO CODO 15kv, 200A PARA CABLE #2 AWG	C/U	153,00	50,00	7.650,00
KIT DE EMPALME MT DE 250 MCM	C/U	51,00	375,00	19.125,00
KIT DE EMPALME MT DE 2 AWG	C/U	15,00	360,00	5.400,00
BUSHING DE PARQUEO	C/U	136,00	65,00	8.840,00
CONECTOR TIPO OJAL PARA CABLE 250 MCM	C/U	255,00	6,00	1.530,00
CONECTOR TIPO OJAL PARA CABLE 2 AWG	C/U	102,00	9,00	918,00
CONECTOR FUSIBLE TIPO ELBOW (CODO) PARA 200A, SISTEMA DE VOLTAJE CLASE 15kv, RATING NOMINAL VOLTAGE 8.93 kv, PARA CABLE DE ALUMINIO DE MV CALIBRE #2 250 MCM	C/U	30,00	400,00	12.000,00

CONECTOR FUSIBLE TIPO ELBOW (CODO) PARA 200A, SISTEMA DE VOLTAJE CLASE 15kV, RATING NOMINAL VOLTAGE 8.93 kV, PARA CABLE DE ALUMINIO DE MV CALIBRE #2 250 MCM	C/U	30,00	400,00	12.000,00
CONECTOR FUSIBLE TIPO ELBOW (CODO) PARA 200A, SISTEMA DE VOLTAJE CLASE 15kV, RATING NOMINAL VOLTAGE 8.93 kV, PARA CABLE DE ALUMINIO DE MV CALIBRE #2 AWG.	C/U	30,00	400,00	12.000,00
PUNTAS TERMINALES UNIPOLAR 15 kV EXTERIOR GOMA MOLDEADA 2 AWG	C/U	14,00	50,00	700,00
PUNTAS TERMINALES UNIPOLAR 15 kV INTERIOR GOMA MOLDEADA 250 MCM	C/U	180,00	50,00	9.000,00
PUNTAS TERMINALES UNIPOLAR 15 kV INTERIOR GOMA MOLDEADA 2AWG	C/U	14,00	50,00	700,00
CONECTOR DE COMPRESIÓN TIPO H AL-CU PARA SECUNDARIO FASES DE 250 MCM - 250 MCM	C/U	1.066,00	2,00	2.132,00
CONECTOR DE COMPRESIÓN TIPO H AL-CU PARA ACOMETIDAS FASES DE 250 MCM -2 AWG	C/U	1.600,00	2,00	3.200,00
KIT DE EMPALMES TIPO GEL PARA BV DERIVACIÓN (250 A 250 MCM) Y ACOMETIDAS (4/0 A 4 AWG)	C/U	2.666,00	25,00	66.650,00
CONECTOR DE COMPRESIÓN TIPO C CU 2 AWG - 5/8" PARA VARILLA	C/U	653,00	7,00	4.571,00
VARILLA COPPERWELD	C/U	653,00	10,00	6.530,00
TAPONES DE PROTECCIÓN AISLADOS 15kV, 200A	C/U	102,00	30,00	3.060,00
BARRAS DE DERIVACIÓN 6 VÍAS DE BV	C/U	2.600,00	25,00	65.000,00
SUBTOTAL (4)				301.426,00

ACCESORIOS EMT				
TUBO EMT 1 1/2" X 3 METROS	C/U	700,00	12,00	8.400,00
CONECTOR EMT 1 1/2"	C/U	1.100,00	1,00	1.100,00
UNION EMT 1 1/2"	C/U	700,00	0,90	630,00
ABRAZADERA EMT 1 1/2" REFORZADA, DOBLE ALETA, INCLUYE DOS TORNILLOS Y 2 TACOS	C/U	2.200,00	0,50	1.100,00
CODO EMT 1 1/2"	C/U	50,00	2,00	100,00
CODO REVERSIBLE EMT 4"	C/U	4,00	25,00	100,00
CODO EMT 4"	C/U	4,00	21,00	84,00
TUBO EMT 4" X 3 METROS	C/U	8,00	42,00	336,00
UNIÓN EMT 4"	C/U	8,00	5,25	42,00
SUBTOTAL (7)				11.892,00

SISTEMA DE MEDICIÓN				
SISTEMAS DE MEDICIÓN BIFASICOS CON CAJAS DE SEGURIDAD	C/U	1.800,00	32,00	57.600,00
SISTEMAS DE MEDICIÓN TRIFASICOS CON CAJAS DE SEGURIDAD	C/U	52,00	37,00	1.924,00
CAJA DE DISTRIBUCIÓN PARA MEDIDOR	C/U	1.852,00	25,00	46.300,00
SUBTOTAL (8)				105.824,00
ACCESORIOS MENORES Y CINTAS				
CINTA 23 AUTOFUNDENTE	C/U	200,00	13,11	2.622,00
CINTA 33 TAPE	C/U	395,00	6,90	2.725,50
RODELA PLANA 1/2	C/U	8.000,00	0,15	1.200,00
TORNILLO HIERRO TRIPLE PATO 2X14	C/U	8.000,00	0,11	880,00
ABRAZADERA SIMPLE 3 PERNOS DIAMETRO MINIMO 160MM	C/U	30,00	4,70	141,00
ABRAZADERA U FE. 5/8 REDONDO	C/U	30,00	0,37	11,10
PERNO MAQUINA 12X51MM	C/U	90,00	0,52	46,80
PERNO DE EXPANSIÓN 1/2 POR 4 PULGADAS	C/U	270,00	0,80	216,00
FLEJE ACERO INOXIDABLE 0.70MM.X3/4 F1	C/U	70,00	2,50	175,00
HEBILLA ACERO INOXIDABLE HE19	C/U	30,00	7,00	210,00
SUBTOTAL (9)				8.227,40
TOTAL				1.914.708,01

Anexo 17: Costo de Mano de Obra

MANO DE OBRA PROYECTO INGAHURCO					
CAPITULO 1. PRESUPUESTO MANO DE OBRA INSTALACIÓN RED SUBTERRÁNEA					
ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	RECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	RECONOCIMIENTO, REPLANTEO E INVENTARIO POR KM DE RED (PROYECTO)	KM	27,00	52,96	1.429,92
2	TENDIDO CABLE XLPE, CIRCUITO TRIFASICO CON NEUTRO, RED DE MEDIO VOLTAJE	M	8.253,00	1,85	15.268,05
3	TENDIDO CABLE TTU, 3X250 AWG , RED DE BAJO VOLTAJE INCLUYE NEUTRO	M	18.374,00	1,59	29.214,66
4	INSTALACIÓN EMPALME EN RED DE BAJO VOLTAJE	C/U	600,00	6,08	3.648,00
6	TENDIDO CABLE TTU, 3x2 AWG, ACOMETIDA DE BAJO VOLTAJE INCLUYE NEUTRO A CAJA DE CONEXIÓN MEDIDORES	M	6.233,33	1,01	6.295,66
9	ELABORACIÓN DE; PUNTAS TERMINALES, CONECTORES CODOS, EN MV INCLUYE CONEXIONADO	C/U	208,00	54,74	11.385,92
10	ELABORACIÓN DE EMPALME RECTO UNIPOLAR PARA MEDIA TENSIÓN	C/U	66,00	62,85	4.148,10
11	MONTAJE DE BARRA DESCONECTABLE 4 ó 6 VÍAS PARA 15 KV., 200 A - 600A.	JGO.	17,00	67,41	1.145,97
12	IMPLEMENTACIÓN Y MONTAJE DE BARRA DE NEUTRO O PUESTA A TIERRA EN CÁMARA	C/U	17,00	42,58	723,86
13	MONTAJE DE BARRAS DE DERIVACIÓN DE 4 O 6 VÍAS DE BAJO VOLTAJE	C/U	2.600,00	30,40	79.040,00
17	INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA (INCLUYE EXCAVACIÓN)	C/U	650,00	10,39	6.753,50
18	UBICACIÓN DE TRANSFORMADOR EN LA BASE O EN CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	C/U	15,00	216,17	3.242,55
19	UBICACIÓN DE EQUIPO DE SECCIONAMIENTO EN CÁMARA	C/U	2,00	475,20	950,40
22	INSTALACIÓN DE SALIDA TRIFÁSICA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEO A RED AÉREA POR POSTE EN DUCTO METÁLICO	C/U	12,00	67,41	808,92
23	INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN SISTEMAS TRIFÁSICOS, SECCIONADORES, PARARRAYOS	C/U	2,00	25,44	50,88
24	SEÑALIZACION, PLANOS, SOPORTES Y ETIQUETADO COMPLETO DE CABLES, EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO, TRANSFORMADORES Y BARRAS DE DERIVACIÓN EN MV Y BV EN POZOS O CAMARAS	C/U	1,00	810,96	810,96
SUBTOTAL (1)					164.917,35

CAPITULO 2. REDES AEREAS					
ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	RECIO UNITAR	PRECIO TOTAL
1	INSTALACIÓN ESTRUCTURA MONOFASICA DE MEDIO VOLTAJE	C/U	2,00	11,48	22,96
2	INSTALACIÓN ESTRUCTURA TRIFASICA DE MEDIO VOLTAJE	C/U	4,00	14,54	58,16
3	INSTALACIÓN ESTRUCTURA PARA BV, DE SUSPENSIÓN, TERMINAL Y RETENCIÓN	C/U	20,00	6,52	130,40
4	TENDIDO Y REGULADO CONDUCTOR # 266 MCM A 2 AWG	KM	1,00	70,96	70,96
5	TENDIDO Y REGULADO CONDUCTOR DUPLEX, TRIPLEX, CUADRUPLEX O YODIRAL	KM	1,00	120,98	120,98
6	INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN EN SISTEMAS MONOFÁSICOS	C/U	2,00	10,29	20,58
7	INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN EN SISTEMAS TRIFÁSICOS	C/U	4,00	18,35	73,40
8	INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MONOFÁSICO - HASTA 37.5 KVA	C/U	2,00	48,22	96,44
9	INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TRIFÁSICO - HASTA 50 KVA	C/U	4,00	63,59	254,36
10	BAJANTE AL TRANSFORMADOR TOTAL MONOFASICO O TRIFASICO	C/U	6,00	6,49	38,94
11	TENDIDO-ADECUACIÓN E INSTALACION DE CABLE PREENSAMBLADO -TIPO MURAL-	M	1.000,00	0,51	510,00
12	CAJA DE CONEXION Y/O EMPALME, EXTERIOR C/TAPA SEGURIDAD, 30X30X10, CAJA Y MONTAJE	C/U	20,00	7,43	148,60
13	ENSAMBLAJE DE ACCESORIOS DE TENSORES.	C/U	20,00	14,25	285,00
14	PUENTE AEREO	C/U	5,00	7,71	38,55
SUBTOTAL (2)					1.869,33

CAPITULO 3. INGRESO AL SISTEMA					
ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	RECIO UNITAR	PRECIO TOTAL
1	LEVANTAMIENTO E INGRESO DE POZO AL ARCGIS (INCLUYE CAMARAS, REDES Y NUMERACIÒN DE POZO)	C/U	653,00	2,56	1.671,68
2	LEVANTAMIENTO E INGRESO DE MEDIDOR AL ARCGIS (INCLUYE ACOMETIDA Y NUMERACIÒN DE MEDIDOR)	C/U	1.852,00	1,40	2.592,80
5	INGRESO DE MEDIDORES AL SAP	C/U	1.852,00	2,00	3.704,00
SUBTOTAL (3)					7.968,48
CAPITULO 5. RECTIFICACION DE MEDIDORES					
ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	RECIO UNITAR	PRECIO TOTAL
1	INSTALACIÒN DE ACOMETIDA EN BV, INCLUYE BARRAS DE BAJO VOLTAJE, TUBERIA, CABLEADO, CONEXION, 1F, 2F O 3F, MURAL O SUBTERRANEA	C/U	618,00	22,58	13.954,44
2	INSTALACION Y MONTAJE DE MEDIDOR TOTALIZADOR, INCLUYE CAJA EXTERIOR DE PROTECCION	GLOB	15,00	70,56	1.058,40
3	DESMONTAJE DE MEDIDOR MONOFASICO, BIFASICO O TRIFÁSICO, INCLUYE TABLERO DE MADERA O CAJA	C/U	1.852,00	5,04	9.334,08
4	INSTALACION DE CAJA DE SEGURIDAD PARA MEDIDOR, CAJA DE DISTRIBUCION O CAJA VERTICAL/HORIZONTAL	C/U	1.852,00	7,56	14.001,12
5	MONTAJE Y CONEXION DE MEDIDOR BIFASICO	C/U	1.800,00	9,96	17.928,00
6	MONTAJE Y CONEXION DE MEDIDOR TRIFASICO	C/U	52,00	10,94	568,88
7	RECONEXION, INSTALACION Y MONTAJE DE RETORNO POR MEDIDOR	C/U	1.852,00	5,87	10.871,24
SUBTOTAL (5)					67.716,16
TOTAL (1)+2)+(3)+(4)+(5)+(6)					285.240,64

Anexo 18: Conductor Red de Bajo Voltaje

ELECTROCABLES C.A.	CARACTERISTICAS TECNICAS	LABORATORIO DE ENSAYOS CONTROL DE CALIDAD
---------------------------	---------------------------------	--

TIPO		TTU
CALIBRE	kcmil	250
CONSTRUCCION	[#]	37 Hilos
TEMPERATURA TRABAJO	[°C]	75
VOLTAJE DE SERVICIO	[V]	2000
CAPACIDAD DE CORRIENTE *	[A]	205
NORMAS REFERENCIA	ANSI/NEMA WC-70 (ICEA S-95-658)	

DESCRIPCION	UNIDADES	ESPECIFICACION
--------------------	-----------------	-----------------------

CABLE		
Material	-----	Aluminio
Diámetro del cable	mm	13.77
Construcción del Cable	#	37 Hilos
Resistencia c.c. a 20°C del cable	Ω/km.	0.228
Area de la seccion transversal	mm ²	126.7

 AISLAMIENTO 		
Material	-----	PE
Espesor Aislamiento	mm	1.905

CHAQUETA		
Material	-----	PVC
Espesor de Chaqueta	mm	1.14
Diámetro Exterior Aprox	mm	19.86

* Capacidad de corriente permitida, para no mas de 3 conductores en tensión en ducto, cable o tierra (directamente enterrados), para temperatura ambiente de 30°C. Ref NEC (Tabla 310.16)


Ing. Angel Mite
Jefe de Control de Calidad

Anexo 19: Voltajes en Nodos de la Red Soterrada

G

Nombre nodo	Tensión de base (kVLL)	V (kVLL)	V (p.u.)
NODOFUENTE-0100050T09	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184244	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184245	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184246	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184247	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184248	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184249	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184250	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184251	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184252	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184253	13,800	13,8	1,000
MTS_S_186828	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184255	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184256	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184561	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184562	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184563	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184564	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184565	13,800	13,8	1,000
MTS_S_186826	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184567	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184568	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184569	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184570	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184572	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184571	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184573	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184574	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184575	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184576	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184577	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184578	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190322	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190323	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190324	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190325	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190326	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190327	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190328	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190329	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190330	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190331	13,800	13,8	0,999

MTS_S_190332	13,800	13,8	0,999
MTS_S_191921	13,800	13,8	0,999
434	13,800	13,8	0,999
287	13,800	13,8	0,999
288	13,800	13,8	0,999
286	13,800	13,8	0,999
283	13,800	13,8	0,999
282	13,800	13,8	0,999
281	13,800	13,8	0,999
280	13,800	13,8	0,999
279	13,800	13,8	0,999
278	13,800	13,8	0,999
277	13,800	13,8	0,999
276	13,800	13,8	0,999
275	13,800	13,8	0,999
273	13,800	13,8	0,999
272	13,800	13,8	0,999
271	13,800	13,8	0,999
270	13,800	13,8	0,999
269	13,800	13,8	0,999
268	13,800	13,8	0,999
267	13,800	13,8	0,999
266	13,800	13,8	0,999
265	13,800	13,8	0,999
264	13,800	13,8	0,999
263	13,800	13,8	0,999
503	13,800	13,8	0,999
502	13,800	13,8	0,999
501	13,800	13,8	0,999
500	13,800	13,8	0,999
499	13,800	13,8	0,999
498	13,800	13,8	0,999
497	13,800	13,8	0,999
496	13,800	13,8	0,999
495	13,800	13,8	0,999
494	13,800	13,8	0,999
388	13,800	13,8	0,999
389	0,220	0,2	0,993
493	13,800	13,8	0,999
492	13,800	13,8	0,999
491	13,800	13,8	0,999
490	13,800	13,8	0,999
489	13,800	13,8	0,999
488	13,800	13,8	0,999
413	13,800	13,8	0,999
414	13,800	13,8	0,999

415	0,220	0,2	0,992
487	13,800	13,8	0,999
485	13,800	13,8	0,999
484	13,800	13,8	0,999
481	13,800	13,8	0,999
480	13,800	13,8	0,999
479	13,800	13,8	0,999
478	13,800	13,8	0,999
477	13,800	13,8	0,999
476	13,800	13,8	0,999
474	13,800	13,8	0,999
473	13,800	13,8	0,999
472	13,800	13,8	0,999
471	13,800	13,8	0,999
470	13,800	13,8	0,999
469	13,800	13,8	0,999
468	13,800	13,8	0,999
467	13,800	13,8	0,999
390	13,800	13,8	0,999
391	0,220	0,2	0,994
466	13,800	13,8	0,999
464	13,800	13,8	0,999
463	13,800	13,8	0,999
462	13,800	13,8	0,999
461	13,800	13,8	0,999
460	13,800	13,8	0,999
459	13,800	13,8	0,999
458	13,800	13,8	0,998
457	13,800	13,8	0,998
456	13,800	13,8	0,998
455	13,800	13,8	0,998
453	13,800	13,8	0,998
452	13,800	13,8	0,998
451	13,800	13,8	0,998
450	13,800	13,8	0,998
370	13,800	13,8	0,998
369	13,800	13,8	0,998
449	13,800	13,8	0,998
448	13,800	13,8	0,998
447	13,800	13,8	0,998
446	13,800	13,8	0,998
445	13,800	13,8	0,998
444	13,800	13,8	0,998
443	13,800	13,8	0,998
442	13,800	13,8	0,998
441	13,800	13,8	0,998

440	13,800	13,8	0,998
439	13,800	13,8	0,998
438	13,800	13,8	0,998
437	13,800	13,8	0,998
436	13,800	13,8	0,998
435	13,800	13,8	0,998
384	13,800	13,8	0,998
385	13,800	13,8	0,998
393	0,220	0,2	0,993
433	13,800	13,8	0,998
432	13,800	13,8	0,998
430	13,800	13,8	0,998
419	13,800	13,8	0,998
407	13,800	13,8	0,998
396	13,800	13,8	0,998
386	13,800	13,8	0,998
379	13,800	13,8	0,998
371	13,800	13,8	0,998
372	13,800	13,8	0,998
373	13,800	13,8	0,998
374	13,800	13,8	0,998
375	13,800	13,8	0,998
376	13,800	13,8	0,998
377	13,800	13,8	0,998
378	13,800	13,8	0,998
380	13,800	13,8	0,998
381	13,800	13,8	0,998
382	13,800	13,8	0,998
383	13,800	13,8	0,998
392	0,220	0,2	0,993
482	13,800	13,8	0,999
483	13,800	13,8	0,999
387	0,220	0,2	0,994
336	13,800	13,8	0,999
347	13,800	13,8	0,999
358	13,800	13,8	0,999
367	13,800	13,8	0,999
454	13,800	13,8	0,999
465	13,800	13,8	0,999
475	13,800	13,8	0,999
486	13,800	13,8	0,999
261	13,800	13,8	0,999
262	13,800	13,8	0,999
274	13,800	13,8	0,999
289	13,800	13,8	0,999
284	13,800	13,8	0,999

285	13,800	13,8	0,999
294	13,800	13,8	0,999
305	13,800	13,8	0,999
290	13,800	13,8	0,999
291	13,800	13,8	0,999
292	13,800	13,8	0,999
394	13,800	13,8	0,998
395	13,800	13,8	0,998
397	13,800	13,8	0,998
398	13,800	13,8	0,998
399	13,800	13,8	0,998
400	13,800	13,8	0,998
401	13,800	13,8	0,998
402	13,800	13,8	0,998
403	0,220	0,2	0,993
357	13,800	13,8	0,999
356	13,800	13,8	0,999
355	13,800	13,8	0,999
354	13,800	13,8	0,999
353	13,800	13,8	0,999
352	13,800	13,8	0,999
351	13,800	13,8	0,999
350	13,800	13,8	0,999
349	13,800	13,8	0,999
348	13,800	13,8	0,998
346	13,800	13,8	0,998
345	13,800	13,8	0,998
344	13,800	13,8	0,998
343	13,800	13,8	0,998
342	13,800	13,8	0,998
341	13,800	13,8	0,998
340	13,800	13,8	0,998
339	13,800	13,8	0,998
337	13,800	13,8	0,998
335	13,800	13,8	0,998
334	13,800	13,8	0,998
333	13,800	13,8	0,998
332	13,800	13,8	0,998
331	13,800	13,8	0,998
328	13,800	13,8	0,998
327	13,800	13,8	0,998
326	13,800	13,8	0,998
325	13,800	13,8	0,998
324	13,800	13,8	0,998
323	13,800	13,8	0,998
322	13,800	13,8	0,998

321	13,800	13,8	0,998
320	13,800	13,8	0,998
318	13,800	13,8	0,998
317	13,800	13,8	0,998
316	13,800	13,8	0,998
315	13,800	13,8	0,998
314	13,800	13,8	0,998
313	13,800	13,8	0,998
312	13,800	13,8	0,998
311	13,800	13,8	0,998
310	13,800	13,8	0,998
309	13,800	13,8	0,998
308	13,800	13,8	0,998
307	13,800	13,8	0,998
306	13,800	13,8	0,998
304	13,800	13,8	0,998
303	13,800	13,8	0,998
302	13,800	13,8	0,998
301	13,800	13,8	0,998
300	13,800	13,8	0,998
299	13,800	13,8	0,998
298	13,800	13,8	0,998
297	13,800	13,8	0,998
296	13,800	13,8	0,998
295	13,800	13,8	0,998
293	13,800	13,8	0,998
359	13,800	13,8	0,998
360	13,800	13,8	0,998
361	13,800	13,8	0,998
362	13,800	13,8	0,998
404	0,220	0,2	0,993
405	0,240	0,2	0,988
319	13,800	13,8	0,998
406	0,220	0,2	0,993
363	13,800	13,8	0,998
364	13,800	13,8	0,998
365	13,800	13,8	0,998
366	13,800	13,8	0,998
368	13,800	13,8	0,998
408	0,220	0,2	0,993
338	13,800	13,8	0,998
409	0,220	0,2	0,994
410	13,800	13,8	0,998
411	0,220	0,2	0,993
412	0,220	0,2	0,993
750	13,800	13,8	0,999

751	13,800	13,8	0,999
752	13,800	13,8	0,999
753	13,800	13,8	0,999
754	13,800	13,8	0,999
755	13,800	13,8	0,999
756	13,800	13,8	0,999
757	13,800	13,8	0,999
758	0,240	0,2	0,995

Anexo 20: Voltajes en la Red Aérea

Nombre nodo	Tensión de base (kVLL)	V (kVLL)	V (p.u.)
NODOFUENTE-0100050T09	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184244	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184245	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184246	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184247	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184248	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184249	13,800	13,8	1,000
MTS_S_383716	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184251	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184252	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184253	13,800	13,8	1,000
MTS_S_186828	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184255	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184256	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184561	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184562	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184563	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184564	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184565	13,800	13,8	1,000
MTS_S_186826	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184567	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184568	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184569	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184570	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184572	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184571	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184573	13,800	13,8	1,000
MTS_S_184574	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184575	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184576	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184577	13,800	13,8	0,999
MTS_S_184578	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190322	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190323	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190324	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190325	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190326	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190327	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190328	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190329	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190330	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190331	13,800	13,8	0,999
MTS_S_190332	13,800	13,8	0,999
MTS_S_191921	13,800	13,8	0,999

MTA_L_527025	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360819	13,800	13,8	0,999
MTA_S_105334	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360830	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360828	13,800	13,8	0,999
MTA_L_10512	13,800	13,8	0,999
MTA_S_10512	13,800	13,8	0,999
MTA_L_100362	13,800	13,8	0,999
MTA_S_716964	13,800	13,8	0,999
MTA_L_716964	0,220	0,2	1,020
IMTA_L_716964	0,220	0,2	1,020
MTA_S_610738	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100360	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717469	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717470	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717470	0,220	0,2	1,022
IMTA_L_717470	0,220	0,2	1,022
MTA_L_360819	13,800	13,8	0,999
MTA_S_527025	13,800	13,8	0,999
MTA_S_527024	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360821	13,800	13,8	0,999
MTA_S_356277	13,800	13,8	0,999
MTA_S_356276	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717660	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717660	0,220	0,2	1,018
IMTA_L_717660	0,220	0,2	1,018
MTA_L_844742	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100272	13,800	13,8	0,999
MTA_S_99760	13,800	13,8	0,999
MTA_S_1402018	13,800	13,8	0,999
MTA_S_1394338	13,800		0,998
MTA_L_1394338	0,416		1,019
IMTA_L_1394338	0,416		1,019
MTA_S_60723	13,800	13,8	0,999
MTA_S_361064	13,800	13,8	0,999
MTA_S_361063	13,800	13,8	0,999
MTA_S_361061	13,800	13,8	0,999
MTA_S_361054	13,800	13,8	0,999
MTA_S_361055	13,800	13,8	0,999
MTA_S_712363	13,800	13,8	0,999
MTA_S_293842	13,800	13,8	0,999
MTA_L_31887	13,800	13,8	0,999
MTA_S_31887	13,800	13,8	0,999
MTA_S_31893	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360778	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360779	13,800	13,8	0,999

MTA_S_31874	13,800	13,8	0,999
MTA_S_185655	13,800	13,8	0,999
MTA_S_185656	13,800	13,8	0,999
MTA_L_77781	13,800	13,8	0,999
MTA_S_77781	13,800	13,8	0,999
MTA_S_77780	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717038	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717038	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_717038	0,220	0,2	1,019
MTA_S_370392	13,800	13,8	0,999
MTA_S_370106	13,800	13,8	0,999
MTA_S_370395	13,800		0,998
MTA_S_360785	13,800		0,998
MTA_S_361035	13,800		0,998
MTA_S_370397	13,800		0,998
MTA_S_360791	13,800		0,998
MTA_S_709855	13,800		0,998
MTA_S_709856	13,800		0,998
MTA_L_709856	0,416		1,018
IMTA_L_709856	0,416		1,018
MTA_S_717298	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717298	0,220	0,2	1,017
IMTA_L_717298	0,220	0,2	1,017
MTA_L_77858	13,800	13,8	0,999
MTA_S_716512	13,800	13,8	0,999
MTA_L_716512	0,220	0,2	1,018
IMTA_L_716512	0,220	0,2	1,018
MTA_S_716752	13,800	13,8	0,999
MTA_L_716752	0,220	0,2	1,018
IMTA_L_716752	0,220	0,2	1,018
MTS_S_65138	13,800	13,8	0,999
MTS_S_158839	13,800	13,8	0,999
MTS_S_158415	13,800	13,8	0,999
MTS_S_158416	13,800	13,8	0,999
MTS_L_158416	0,220	0,2	1,018
IMTS_L_158416	0,220	0,2	1,018
MTA_S_712364	13,800		0,998
MTA_L_712364	0,416		1,019
IMTA_L_712364	0,416		1,019
MTA_S_361052	13,800	13,8	0,999
MTA_S_361034	13,800	13,8	0,999
MTA_S_61490	13,800	13,8	0,999
MTA_S_448544	13,800	13,8	0,999
MTA_L_448544	0,220	0,2	1,017
IMTA_L_448544	0,220	0,2	1,017
MTA_S_360766	13,800	13,8	0,999

MTA_S_360767	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360768	13,800	13,8	0,999
MTA_L_360768	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_360768	0,220	0,2	1,019
MTA_L_370259	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360754	13,800	13,8	0,999
MTA_S_611060	13,800	13,8	0,999
MTA_S_611059	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360760	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360762	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360764	13,800	13,8	0,999
MTA_S_716490	13,800	13,8	0,999
MTA_L_716490	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_716490	0,220	0,2	1,019
MTA_S_712664	13,800		0,999
MTA_L_712664	0,416		1,020
IMTA_L_712664	0,416		1,020
MTA_S_715060	13,800		0,998
MTA_L_715060	0,416		1,019
IMTA_L_715060	0,416		1,019
MTA_S_716642	13,800	13,8	0,999
MTA_L_716642	0,220	0,2	1,018
IMTA_L_716642	0,220	0,2	1,018
MTA_S_370259	13,800	13,8	0,999
MTA_S_370258	13,800	13,8	0,999
MTA_S_716936	13,800	13,8	0,999
MTA_L_716936	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_716936	0,220	0,2	1,019
MTA_S_717482	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717482	0,220	0,2	1,015
IMTA_L_717482	0,220	0,2	1,015
MTA_S_99759	13,800	13,8	0,999
MTA_S_27208	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100258	13,800	13,8	0,999
MTA_S_77927	13,800	13,8	0,999
MTA_S_185639	13,800	13,8	0,999
MTA_S_185638	13,800	13,8	0,999
MTA_S_31793	13,800	13,8	0,999
MTA_S_31796	13,800	13,8	0,999
MTA_S_31795	13,800	13,8	0,999
MTA_S_31969	13,800	13,8	0,999
MTA_S_185637	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100267	13,800	13,8	0,999
MTA_S_28902	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100963	13,800	13,8	0,999
MTA_S_715477	13,800	13,8	0,999

MTA_S_715478	13,800		0,998
MTA_L_715478	0,416		1,018
IMTA_L_715478	0,416		1,018
MTA_S_381308	13,800		0,998
MTA_S_98754	13,800		0,998
MTA_L_98754	13,800		0,998
MTA_S_97649	13,800		0,998
MTA_S_715476	13,800		0,998
MTA_L_715476	0,416		1,018
IMTA_L_715476	0,416		1,018
MTA_S_611058	13,800		0,998
MTA_S_611057	13,800		0,998
MTA_S_32375	13,800		0,998
MTA_S_27209	13,800		0,998
MTA_S_714001	13,800		0,998
MTA_S_714002	13,800		0,998
MTA_L_714002	0,416		1,018
IMTA_L_714002	0,416		1,018
MTA_S_713492	13,800		0,998
MTA_L_713492	0,416		1,018
IMTA_L_713492	0,416		1,018
MTA_S_41558	13,800	13,8	0,999
MTA_S_27239	13,800	13,8	0,999
MTA_S_185635	13,800	13,8	0,999
MTA_L_185635	13,800	13,8	0,999
MTA_S_716686	13,800	13,8	0,999
MTA_L_716686	0,220	0,2	1,018
IMTA_L_716686	0,220	0,2	1,018
MTA_S_716848	13,800	13,8	0,999
MTA_L_716848	0,220	0,2	1,018
IMTA_L_716848	0,220	0,2	1,018
MTA_S_717520	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717520	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_717520	0,220	0,2	1,019
MTA_S_360798	13,800	13,8	0,999
MTA_S_360795	13,800	13,8	0,999
MTA_S_259272	13,800	13,8	0,999
MTA_S_259271	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717002	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717002	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_717002	0,220	0,2	1,019
MTA_S_717086	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717086	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_717086	0,220	0,2	1,019
MTA_L_77927	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717512	13,800	13,8	0,999

MTA_L_717512	0,220	0,2	1,018
IMTA_L_717512	0,220	0,2	1,018
MTA_S_716855	13,800	13,8	0,999
MTA_S_716856	13,800	13,8	0,999
MTA_L_716856	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_716856	0,220	0,2	1,019
MTA_S_30798	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100577	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100581	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100579	13,800	13,8	0,999
MTA_S_718052	13,800	13,8	0,999
MTA_L_718052	0,240	0,2	1,019
IMTA_L_718052	0,240	0,2	1,019
MTA_S_31441	13,800	13,8	0,999
MTA_S_259279	13,800	13,8	0,999
MTA_S_259280	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100588	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717432	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717432	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_717432	0,220	0,2	1,019
MTA_L_275166	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100613	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100612	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717452	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717452	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_717452	0,220	0,2	1,019
MTA_S_100591	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100592	13,800	13,8	0,999
MTA_L_100592	13,800	13,8	0,999
MTA_S_259281	13,800	13,8	0,999
MTA_S_77777	13,800	13,8	0,999
MTA_S_77779	13,800	13,8	0,999
MTA_S_78010	13,800	13,8	0,999
MTA_S_54377	13,800	13,8	0,999
MTA_S_48706	13,800	13,8	0,999
MTA_S_48707	13,800		0,999
MTA_S_48708	13,800		0,999
MTA_L_48708	13,800		0,998
MTA_S_100611	13,800		0,998
MTA_S_48710	13,800		0,998
MTA_L_62547	13,800		0,998
MTA_S_62547	13,800		0,998
MTA_S_712012	13,800		0,998
MTA_L_712012	0,416		1,018
IMTA_L_712012	0,416		1,018
MTA_S_716870	13,800	13,8	0,999

MTA_L_716870	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_716870	0,220	0,2	1,019
MTA_L_77778	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717291	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717292	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717292	0,220	0,2	1,019
IMTA_L_717292	0,220	0,2	1,019
MTA_S_77782	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717334	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717334	0,220	0,2	1,017
IMTA_L_717334	0,220	0,2	1,017
MTA_S_32292	13,800	13,8	0,999
MTA_S_356278	13,800	13,8	0,999
MTA_L_356278	13,800	13,8	0,999
MTA_S_259298	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100755	13,800	13,8	0,999
MTA_S_32289	13,800	13,8	0,999
MTA_S_32290	13,800	13,8	0,999
MTA_S_32291	13,800	13,8	0,999
MTA_L_24681	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100759	13,800	13,8	0,999
MTA_S_100760	13,800	13,8	0,999
MTA_S_716763	13,800	13,8	0,999
MTA_S_716764	13,800	13,8	0,999
MTA_L_716764	0,220	0,2	1,018
IMTA_L_716764	0,220	0,2	1,018
MTA_S_31437	13,800	13,8	0,999
MTA_L_31935	13,800	13,8	0,999
MTA_S_31935	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717113	13,800	13,8	0,999
MTA_S_191762	13,800	13,8	0,999
MTA_S_842791	13,800	13,8	0,999
MTA_L_842791	13,800	13,8	0,999
MTA_S_717114	13,800	13,8	0,999
MTA_L_717114	0,220	0,2	1,018
IMTA_L_717114	0,220	0,2	1,018
MTA_S_716660	13,800	13,8	0,999
MTA_L_716660	0,220	0,2	1,018
IMTA_L_716660	0,220	0,2	1,018

Anexo 21: Transformadores Sumergibles

HOJA DE DATOS TÉCNICOS
(TRANSFORMADORES TIPO SUMERGIBLE)



ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	GARANTIZADO
1	PROVEEDOR / FABRICANTE		INATRA S.A.
2	PAIS DE FABRICACION		ECUADOR
3	NORMAS APLICABLES		INEN 2120 IEEE Std. C57.12.24 NTC 4406
4	TIPO		Sumergible
4.1	Configuración		Malla
5	CONDICIONES DE SERVICIO		
5.1	Servicio		Continuo
5.2	Montaje		Intemperie 3000 msnm
6	CARACTERISTICAS ELECTRICAS		
6.1	Número de fases		3
6.2	Frecuencia:	Hz	60
6.3	Potencia nominal:	KVA	200
6.4	Conexión		
6.4.1	Primario		Delta
6.4.2	Secundario		Estrella con acceso a neutro
6.4.3	Grupo de conexión		Dyn5
6.5	Tensiones nominales de línea:		
6.5.1	Bobinado primario	V	13800
6.5.2	Bobinado secundario	V	220Y/127
6.6	Nivel de aislamiento nominal:		
6.6.1	Bobinado primario	kV	15
6.6.2	Bobinado secundario	kV	1.2
6.7	B.I.L.		
6.7.1	Primario (Interno)	KV pico	95
6.7.2	Secundario	KV pico	30
6.8	Pérdidas		
6.8.1	Pérdidas en vacío al 100% del voltaje nominal	W	569
6.8.2	Pérdidas en devanados a 100% carga (a 85°C)	W	2630
6.9	Impedancia de cortocircuito (Máx)	%	4
6.10	Corriente de excitación (Máx)	%In	2.1
7	REFRIGERACION Y MATERIAL AISLANTE		
7.1	Refrigeración:		KNAN
7.2	Material aislantes:		
7.2.1	Aceite		
	a) Normas aplicables		ASTM D 1816 / IEEE C57.154
	b) Tipo		Ester Vegetal (FR3)
7.2.2	Papel aislante		
	a) Normas aplicables		ASTM D 1305
	b) Tipo		Presspan
	c) Clase de aislamiento		A
8	GENERALIDADES		
8.1	Clase térmica de arrollamientos		A
8.2	Material utilizado en las bobinados:		
8.2.1	Primario		Cobre
8.2.2	Secundario		Cobre
8.3	Disposición de los bobinados		Baja/Media tensión
8.4	Características del acero al silicio (Núcleo):		
8.4.1	Identificación de la chapa		Grano Orientado
8.4.2	Inducción máxima	T	1.76
8.4.3	Espesor de la chapa	mm	0.23
8.4.4	Construcción		Laminado en frío, tipo toroide
8.5	Características del tanque (ACERO A304)		
8.5.1	Disipación térmica		Natural con Radiadores
8.5.2	Fijación de la tapa al tanque		Apernada

**HOJA DE DATOS TÉCNICOS
(TRANSFORMADORES TIPO SUMERGIBLE)**



8.6	Espeores de pintura:		
	8.6.1 Fondo epóxico bituminoso (protección corrosión)	mils	8 (Mínimo)
	8.6.2 Pintura de Poliuretano (Acabado)	mils	4 (Mínimo)
8.7	Número de pasatapas:		
	8.7.1 Primario		
	a) Cantidad		6
	b) Tipo		Bushing Well Soldado
	c) Nivel de aislamiento	kV	25
	d) Conector		Varilla de cobre roscada 3/8"-16UNC
	8.7.1 Secundario		
	a) Cantidad		4
	b) Tipo		Polimerico soldable
	c) Nivel de aislamiento	kV	1.2
	d) Conector		frente muerto 4 vias
8.8	Regulación sin carga, bobinado Media Tensión. Mecanismo de accionamiento exterior		
	8.8.1 Gama de regulación expresada en %	%	+1/-3x2.5%
	8.8.2 Posición nominal del cambiador de derivaciones		2
9	ACCESORIOS		
9.1	Conector de Derivación a Tierra del Tanque	PCS	2
9.2	Cambiador de derivaciones sin carga	PCS	1
9.3	Válvula de Drenaje con dispositivo de muestreo de aceite en acero inoxidable	PCS	1
9.4	Válvula de Alivio de Presión con contacto.	PCS	1
9.5	Neplo para llenado con tapón.	PCS	1
9.6	Seccionador 3F de Media Tensión de 4 Posiciones (T-BLADE)	PCS	1
9.7	Soportes para bushing de parqueo.	PCS	6
9.9	Orejas de izaje del transformador.	PCS	4
9.10	Placa de características.	PCS	1
9.11	Termómetro aceite con contactos.	PCS	1
9.12	Indicador de nivel de aceite con contactos.	PCS	1
9.13	Válvula Inyección nitrógeno	PCS	1
9.14	Bushing Insert clase 15kV-200A	PCS	No incluido
9.15	Bushing Insert feed thru clase 15kV-200A	PCS	No incluido
9.16	Codos conectores clase 15kV-200A	PCS	No incluido
10	PROTECCIONES		
10.1	Contra sobre-corriente		
	Protección Principal: Fusible tipo Bay-O-Net	PCS	3
	Protección Respaldo: Fusible limitador de corriente.	PCS	3
	Protección Principal en BT: Breaker sumergido en aceite	PCS	1
10.2	Contra sobre-tensión		
	Apartarayo tipo codo 10kV - 8,4 MCOV 10kA	PCS	3
11	PESOS Y VOLUMEN (1)		
11.1	Peso Total	Kg	1950
11.2	Volumen Aceite	Gal	206

(1) Valor aproximado, pueden diferir según diseño final.

Anexo 22. Hoja de Estacamiento.

P2608	OPB	31,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	31,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	2	2	
P2609	OPB	26,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	26,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	2	2	
P2610	OPB	26,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	26,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	2	
P2611	OPB	27,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	27,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	3	
P2612	OPB	27,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	27,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	5	
P2613	OPB	30,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	30,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	4	
P2614	OPC	31,00	3F4C	XLEP.AL.250 MCM		31,00		3F3C	TTU.AL.250 AWG	31,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	4	
P2615	OPC	29,00	3F4C	XLEP.AL.250 MCM		29,00		3F3C	TTU.AL.250 AWG	29,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	4	
P2616	OPC	26,00	3F4C	XLEP.AL.250 MCM		26,00		3F3C	TTU.AL.250 AWG	26,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	4	
P2617	OPC	30,00	3F4C	XLEP.AL.250 MCM		30,00		3F3C	TTU.AL.250 AWG	30,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2618	OPC	35,00	3F4C	XLEP.AL.2 AWG		35,00		3F3C	TTU.AL.250 AWG	35,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2619	OPB	26,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	26,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	2	2	
P2620	OPB	26,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	26,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2621	OPB	28,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	28,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	2	5	
P2622	OPB	33,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	33,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2623	OPB	33,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	33,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	3	7	
P2624	OPB	29,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	29,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2625	OPB	29,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	29,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2626	OPB	26,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	26,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2627	OPB	33,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	33,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2628	OPB	30,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	30,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2629	OPB	27,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	27,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2630	OPB	25,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	25,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2631	OPB	26,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	26,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	1	
P2632	OPB	27,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	27,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	1	5	
P2633	OPB	27,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	27,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	4	
P2634	OPB	26,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	26,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	5	
P2635	OPB	27,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	27,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	3	
P2636	OPB	33,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	33,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	3	5	
P2637	OPB	33,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	33,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	5	
P2638	OPB	28,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	28,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	4	
P2639	OPC	30,00	3F4C+3F3C	XLEP.Cu.250 MCM+XLEP.AL.250 MCM		30,00		3F3C	TTU.AL.250 AWG	30,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	4	MV, circuito en anillo y principal
P2640	OPB	26,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	26,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	4	
P2641	OPC	5,00	3F4C	XLEP.AL.2 AWG		30,00	3S200T	3F3C	TTU.AL.250 AWG	5,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	5	Pozo de cámara de transformación
P2642	OPB	27,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	27,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	2	2	
P2643	OPB	33,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	33,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	2	2	
P2644	OPB	31,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	31,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	2	2	
P2645	OPB	31,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	31,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	2	2	
P2646	OPB	29,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	29,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	2	2	
P2647	OPB	30,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	30,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	3	3	
P2648	OPB	30,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	30,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	3	10	
P2649	OPB	31,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	31,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	3	4	
P2650	OPB	26,00						3F4C	TTU.AL.250 AWG	26,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	3	3	
P2651	OPC	32,00	3F4C	XLEP.AL.250 MCM		32,00		3F3C	TTU.AL.250 AWG	32,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	3	5	
P2652	OPC	33,00	3F4C+3F3C	XLEP.Cu.250 MCM+XLEP.AL.250 MCM		33,00		3F3C	TTU.AL.250 AWG	33,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	8	MV, circuito en anillo y principal
P2653	OPC	29,00	3F4C+3F3C	XLEP.Cu.250 MCM+XLEP.AL.250 MCM		29,00		3F3C	TTU.AL.250 AWG	29,00	TTU.AL.250 MCM	PT2-1	4	9	MV, circuito en anillo y principal

XLEP.Cu.250 MCM+XLEP.AL.250 MCM
XLEP.AL.250 MCM
XLEP.AL.2 AWG
TTU.AL.250 MCM
TTU.AL.250 AWG

4.488,66	13465,98
8252,43	24757,29
520	1560
26626,09	79878,27
18.373,66	55120,98