

**DISEÑO ELÉCTRICO EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE CON ALUMBRADO
PÚBLICO EN BASE A LAS NORMATIVAS VIGENTES, PARA LA
LOTIZACIÓN DE INTERÉS SOCIAL VOLUNTAD DE DIOS EN LA
PROVINCIA FRANCISCO DE ORELLANA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE ELECTRICIDAD

**DISEÑO ELÉCTRICO EN MEDIO Y BAJO
VOLTAJE CON ALUMBRADO PÚBLICO
EN BASE A LAS NORMATIVAS VIGENTES,
PARA LA LOTIZACIÓN DE INTERÉS
SOCIAL VOLUNTAD DE DIOS EN LA
PROVINCIA FRANCISCO DE ORELLANA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: KATHYA SAMANTHA MORALES TRUJILLO

TUTOR: IVÁN PATRICIO MONTALVO GALÁRRAGA

Quito – Ecuador

2022

Kathya Samantha Morales Trujillo

DISEÑO ELÉCTRICO EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE CON ALUMBRADO PÚBLICO EN BASE A LAS NORMATIVAS VIGENTES, PARA LA LOTIZACIÓN DE INTERÉS SOCIAL “VOLUNTAD DE DIOS” EN LA PROVINCIA FRANCISCO DE ORELLANA

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2022

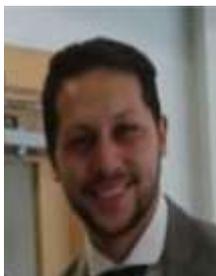
Carrera de Electricidad

Breve reseña histórica e información de contacto.



Kathya Samantha Morales Trujillo (Y'1998-M'05). Realizó sus estudios de nivel secundario en el Colegio Unidad Educativa “Cardenal Spellman” de la ciudad de Quito. Estudiante de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Actualmente desempeña sus funciones en la empresa Wolong Electric Group Co., Ltd. kmoralest1@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Iván Patricio Montalvo Galárraga (Y'1987-M'04). Se graduó de Ingeniería eléctrica y electrónica en la Universidad San Francisco de Quito y de Master en Power Distribution en Newcastle University en 2016. Actualmente se encuentra trabajando como docente e investigador en la Universidad Politécnica Salesiana. Área de interés: sistemas de puesta a tierra, generación distribuida, localización y optimización de fallas, Smart grids. imontalvo@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2022 Universidad Politécnica Salesiana
QUITO – ECUADOR

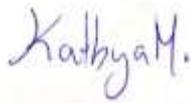
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Kathya Samantha Morales Trujillo con documento de identificación N° 1726231010 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, 19 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Kathya Samantha Morales Trujillo

1726231010

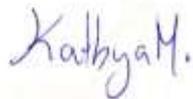
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Kathya Samantha Morales Trujillo con documento de identificación No. 1726231010, 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 eléctrico en medio y bajo voltaje con alumbrado público en base a las normativas vigentes, para la lotización de interés social “Voluntad de Dios” en la provincia Francisco de Orellana”, 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, 19 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Kathya Samantha Morales Trujillo

1726231010

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Iván Patricio Montalvo Galárraga con documento de identificación N° 1716480916, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO ELÉCTRICO EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE CON ALUMBRADO PÚBLICO EN BASE A LAS NORMATIVAS VIGENTES, PARA LA LOTIZACIÓN DE INTERÉS SOCIAL “VOLUNTAD DE DIOS” EN LA PROVINCIA FRANCISCO DE ORELLANA, realizado por Kathy Samantha Morales Trujillo con documento de identificación N° 1726231010, 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, 19 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Ing. Iván Patricio Montalvo Galárraga MSc.
1716480916

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	6
1.1 Red de distribución primaria.....	6
1.1.1 Redes de distribución primarias aéreas.....	6
1.1.2 Redes de distribución primarias soterradas.....	7
1.2 Red de distribución secundaria.....	8
1.2.1 Circuito secundario.....	9
1.2.2 Transformador de distribución.....	9
1.2.3 Acometida.....	9
1.2.4 Tablero	10
1.3 Sistema de alumbrado	10
1.3.1 Alumbrado público	12
1.3.2 Alumbrado ornamental.....	12
CAPÍTULO II: PARÁMETROS DE DISEÑO.....	14
2.1 Normativa Empresa Eléctrica Quito S.A.	14
2.1.1 Simbología utilizada	15
2.1.2 Clasificación de usuarios residenciales	15
2.1.3 Determinación de demanda para usuarios residenciales	16
2.1.4 Clasificación de períodos.....	17
2.1.5 Pérdidas energéticas admitidas	17
2.1.6 Seccionadores y protecciones	18
2.2 Normativa UNE para espacios deportivos	18
2.3 Coordenadas de georreferenciación UTM	19
CAPÍTULO III: CRITERIO DE DISEÑO.....	20
3.1 Tipo de diseño para implementar	22
3.2 Elección de estrato y demanda	22
3.3 Diseño de media tensión	25
3.3.1 Pérdida admitida de tensión	26
3.4 Diseño de baja tensión	26
3.4.1 Pérdida admitida de tensión	27
3.5 Diseño de alumbrado público	27
3.5.1 Cancha deportiva “Voluntad de Dios”	28
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS	31
4.1 Reubicación de la red en MT	31
4.2 Energización de la lotización	33

CONCLUSIONES38
RECOMENDACIONES40
REFERENCIAS.....41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de Distribución	5
Figura 2. Circuito secundario	9
Figura 3. Acometida	10
Figura 4. Ubicación de la Lotización "Voluntad de Dios" (Fuente: Google Earth Pro)	20
Figura 5. Lotización	20
Figura 6. Georreferenciación de red primaria existente de la parroquia Inés Arango	21
Figura 7. Diseño de red primaria proyectada	25
Figura 8. Proyección para pérdidas primarias	26
Figura 9. Cancha para actividades deportivas	29
Figura 10. Comparación de redes MT	32
Figura 11. Red de BT proyectada	35
Figura 12. Simulación de AP de la lotización "Voluntad de Dios"	35
Figura 13. Simulación de AP	36
Figura 14. Simulación del espacio deportivo	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conductores de aluminio AAC para redes aéreas	7
Tabla 2. Conductores de aluminio aislado para redes soterradas	8
Tabla 3. Crecimiento poblacional estimado	23
Tabla 4. Parámetros de iluminación	28
Tabla 5. Requerimientos según estrato	29
Tabla 6. Delimitación de consumo	33
Tabla 7. Caídas de voltaje por circuito	34
Tabla 8. Parámetros fotométricos para Local D	36
Tabla 9. Parámetros fotométricos para Local G	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 10. Clasificación vial.....	47
Tabla 11. Estrato de consumo	47
Tabla 12. Porcentaje según estrato	47
Tabla 13. Iluminación exterior eventos no televisados	48
Tabla 14. DMD según tipos de estratos en kW	48
Tabla 15. Capacidades de transformadores.....	48
Tabla 16. Protección para redes aéreas según el transformador	48
Tabla 17. Caída máxima de voltaje con taps.....	49
Tabla 18. Conductores Aluminio con acero reforzado ACSR para Red primaria	49
Tabla 19. Caída máxima de voltaje con taps.....	49
Tabla 20. Valores referenciales de demanda máxima y carga instalada para caídas de voltaje en Red secundaria.....	49
Tabla 21. Conductores Aluminio Preensamblado AAC para Red secundaria.....	50
Tabla 22. Luminaria para AP	50
Tabla 23. Parámetros viales	50
Tabla 24. Caídas de voltaje en Red primaria de la lotización proyectada	52
Tabla 25. Circuito 1 de transformador 1	53
Tabla 26. Circuito 2 de transformador 1	54
Tabla 27. Circuito 3 de transformador 2	55
Tabla 28. Circuito 4 de transformador 3	56
Tabla 29. Circuito 5 de transformador 3	57
Tabla 30. Circuito 5 de transformador 3	58
Tabla 31. Resumen Hoja de estacamiento existente	77
Tabla 32. Resumen Hoja de estacamiento proyectado.....	78

GLOSARIO

- **Potencial eléctrico:** El PE es el esfuerzo para trasladar una carga entre dos puntos que se encuentran en el interior de un campo electrostático.
- **Fotometría:** Distinción de brillo generado por la luz difundida ante los ojos de los seres humanos para la correcta visualización.
- **GAD:** Gobierno Autónomo Descentralizado.
- **EEQ.S.A.:** Empresa Eléctrica de Quito Sociedad Anónima.
- **EEA.S.A.:** Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.
- **ACSR:** Aluminio reforzado con alma de acero.
- **ASC o AAC:** Aleación de aluminio.
- **MT:** Media tensión
- **BT:** Baja tensión
- **AP:** Alumbrado público
- **DD:** Demanda de diseño
- **DMD:** Demanda máxima diversificada
- **DMU:** Demanda máxima unitaria
- **DMI:** Demanda máxima individual
- **SEP:** Sistemas eléctricos de potencia
- **SED:** Sistemas eléctricos de distribución
- **HID:** Descarga de alta intensidad
- **UP:** Unidades de propiedad

RESUMEN

El siguiente trabajo despliega el diseño eléctrico bajo las normas establecidas por la distribuidora local para media y baja tensión, incluyendo alumbrado público, abarcando estudios detallados para su construcción y el presupuesto para la ejecución del proyecto dentro de la lotización. Los planos contienen el seccionamiento de media tensión ya existente para extenderla hacia la zona a trabajar, que serán elaboradas en Autocad con su respectiva ubicación de luminarias. Principalmente se explicará los conceptos básicos del estudio, siendo parte del sistema eléctrico de potencia en distribución, analizando los tipos de tensiones que tendremos presentes, para brindar calidad de servicio y tomando en cuenta que la zona estudiada es de interés social. El presupuesto referencial para este proyecto será analizado y detallado cuidadosamente, ya que su elaboración ayudará a conocer sobre los materiales a utilizar para el correcto funcionamiento, además de otorgar seguridad y confiabilidad ciudadana.

Palabras clave: Convenio, Diseño eléctrico, Lotización de interés social, Seccionamiento, Servicio eléctrico.

ABSTRACT

The following work displays the electrical design under the standards established by the local distributor for medium and low voltage, including public lighting, covering detailed studies for its construction and the budget for the execution of the project within the lot. The plans contain the already existing medium voltage sectioning to extend it to the area to be worked on, which will be elaborated in Autocad with their respective location of luminaires. Mainly, the basic concepts of the study will be explained, being part of the electrical distribution power system, analyzing the types of voltages that we will have present, to provide quality of service and taking into account that the area studied is of social interest. The reference budget for this project will be carefully analyzed and detailed, since its elaboration will help to know about the materials to be used for the correct operation, in addition to granting citizen security and reliability.

Key words: Agreement, Electrical design, Subdivision of social interest, Sectioning, Electrical service.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas eléctricos de potencia son claves para el bienestar y el progreso de la sociedad moderna, debido a que son adecuados para cumplir con el objetivo de abastecer con energía eléctrica a todos los usuarios posibles, tanto antiguos como nuevos conectados en la red [1]. Aquellos sistemas logran extenderse alrededor del país, mediante equipos que trabajan a distintos niveles de voltajes para reducir pérdidas energéticas de acuerdo a la corriente que circula. Se encuentran divididos en tres partes esenciales, las cuales cada una de ellas cumplen con funciones predeterminadas dentro del sistema eléctrico, entre ellas están: generación, encargada de producir energía eléctrica; transmisión, encargada de transportar la energía generada; y finalmente distribución, que abastece de electricidad a un sin número de usuarios finales [2].

Las redes de distribución tienen gran impacto protagónico en los sistemas eléctricos de potencia, por esta razón, es el medio más utilizado que conforma más del 75% del servicio de abastecimiento energético [3]. Donde las ciudades pobladas cumplen con la función de consumir la electricidad suministrada cotidianamente, a través de la implementación de alimentadores, ramales, postes y transformadores de distribución, que ayudan a la expansión del sistema para energizar a zonas lejanas de la ciudad. Además, estos sistemas deben cumplir con cálculos previamente evaluados, para lograr obtener el equilibrio entre generación y consumo, ya que es el sistema más susceptible a generar pérdidas por efecto piel u otros factores, debido a la cantidad de bajos niveles de voltaje añadidos a la red por el crecimiento poblacional nacional [4].

Para el diseño y construcción con respecto a los sistemas de media y baja tensión, se debe cumplir con parámetros establecidos de normativas técnicas, que son especificadas en las diferentes empresas distribuidoras, dependiendo el área de concesión donde se ejecute el proyecto [5]. Estas normas están basadas en acatar las leyes de seguridad para brindar beneficio, mejora y evitar daños, tanto en los equipos como en los elementos utilizados en distribución específicamente, sin producir afecciones en los habitantes y generando un cierto nivel de calidad de servicio en abastecimiento eléctrico demandado a cualquier hora del día [6]. El reglamento más utilizado en Ecuador es la normativa de la Empresa Eléctrica Quito, debido a

que engloba todo tipo de parámetros para la correcta operación en cuanto a criterios referentes a diseño de media y baja tensión [7].

Las líneas de distribución mencionadas anteriormente contienen dos tipos de instalación clasificadas en aéreas y soterradas, encargadas de distribuir la energía de la subestación hacia los clientes finales [8]. Ambos tipos de implementación cuentan con diferentes metodologías para garantizar el buen funcionamiento, incluso la más utilizada desde el inicio de la producción de la electricidad es el montaje aéreo, mostrándolo como una forma de abastecimiento energético de fácil mantenimiento a bajo costo [9]. Por otro lado, en la actualidad se ha utilizado el soterramiento como el método con más protección y confiabilidad, debido a que sus elementos no son manipulados constantemente por diversos factores como es el caso de situaciones climáticas, humanos, animales, entre otros [10], [11].

La instalación de medio voltaje es un factor primordial por la conexión entre subestaciones y usuarios finales alrededor del país, que gracias a su enlace forman redes de distribución primarias [12]. Estos sistemas deben ser tratados con mucho cuidado, debido a la cantidad de voltaje que transportan sus conductores. La construcción de redes primarias maneja algunas técnicas de aislamiento para la protección de los transformadores de distribución [13], y posteriormente dar paso a los seccionamientos para las redes de distribución secundarias. Las instalaciones de bajo voltaje son adecuadas a los consumidores finales asentados en fábricas, edificios, viviendas, entre otros. Además, existen personas capaces de realizar procesos para producción de energía y poder consumir lo generado [14].

Dentro del diseño de distribución eléctrico en bajo voltaje está involucrado el sistema de alumbrado público, el cual proporciona una iluminación adecuada constante, aportando a la seguridad para el correcto desenvolvimiento de la sociedad en las diferentes actividades nocturnas [15]. La normativa NEC utiliza parámetros basados en criterios para bajo voltaje, determinando la implementación de elementos de iluminación pertenecientes a los consumidores energéticos [16]. De igual manera los sistemas de alumbrado público deben cumplir con ciertos parámetros que establecen las empresas locales de distribución eléctrica, como es el caso de CIE 115, que contempla las normas para precisar el alumbrado peatonal y

vial [17]. Para obtener buena visibilidad se utilizan luminarias con vapor de mercurio, vapor de sodio y LED, en el que la tecnología busca reducir costos y consumo de energía [18].

Para progresar con el diseño del trabajo a realizar, es importante recalcar que [19], comenta sobre el crecimiento de la población humana incrementa cada año a nivel mundial, por lo cual las civilizaciones se ven en la obligación de expandirse, intentando cubrir la demanda de cada una de sus viviendas. Esta expansión territorial solicita de la ampliación o creación de redes de distribución eléctrica que suministren de energía a los usuarios de diferentes lugares que la requieran, contando con comunicación, confiabilidad e impulsando la seguridad y calidad de servicio [20]. Según [21], confirma que el diseño de los SED como una planificación a futuro, agiliza a la expansión ilimitada en zonas que serán habitadas a largo o mediano plazo, cumpliendo con las necesidades de las personas de la zona y plasmando las ubicaciones de forma gráfica, ya sea de manera subterránea o aérea para tener su establecimiento en caso de maniobra por parte de las empresas. Además, [22] añade sobre la importancia de la georreferenciación en los planos de trabajo, y personalmente saber sobre la ubicación exacta de postes o posos, es parte fundamental para verificar el tipo de sistema obtenido y mantenimiento preventivo que brinde seguridad a los habitantes de la área.

De modo similar el proyecto [7], comenta sobre los sistemas de distribución aéreos, siendo los más utilizados para ofrecer calidad de servicio a sus consumidores, con una forma de fácil acceso para maniobras, teniendo en cuenta las seguridades adecuadas, debido a la exhibición de su cableado que está debidamente ubicada a una altura considerable del suelo y otorga la elaboración de actividades sin riesgo alguno. Mientras [23], califica al sistema soterrado como el método más fiable, debido a su larga duración, protección y acceso limitado. Es tres veces más caro que la implementación aérea, pero es capaz de ofrecer a las personas una visibilidad más amplia de los paisajes, ya que Ecuador tiene diversidad de flora y fauna para admirar. Además [24], afirma dichos estudios y explica que los sistemas eléctricos de distribución para ambos métodos de implementación, se deben considerar las normas del país donde está ubicado el proyecto, teniendo en cuenta los parámetros obligatorios por la empresa a cargo. Sin embargo, para la implementación de estos procedimientos, los trabajos son proyectados y elaborados a futuro, llegando a ramificar las redes y logrando conectar cada vez a más habitantes ubicados lejos de la ciudad.

Ahora bien, conocer sobre diseños eléctricos es de suma importancia, debido a que las empresas buscan brindar calidad de servicio con el apoyo de simuladores, los cuales son introducidos para ayudar al diseñador a obtener cálculos reales de una manera ágil, de acuerdo a la zona urbana o rural en la que se encuentre la planificación de la construcción [25]. La georreferenciación también cumple un papel fundamental para el diseño de los sistemas en el que según Darwin, Paola, Javier, Nikolai, Jorge y Marco [26], afirman que la información recolectada por medio de coordenadas es una manera de organización más accesible que especifica las ubicaciones de manera verídica. Además, la simulación refuerza a la georreferenciación ante la construcción de proyectos físicos, ya que contiene cantidad de elementos complementarios para la correcta operación sin riesgo de accidentes en los sistemas. Del mismo modo [27], asegura que la visualización de la iluminación previamente calculada, es una guía que pretende favorecer la distinción de las cosas a nuestro alrededor. De tal forma, las afirmaciones anteriores asisten con criterios computarizados y de autores, para analizar información específica de iluminación o elementos a ser empleados en el levantamiento del proyecto.

No obstante; García, Navarro, Umbría, Gonzalez y Galera [28], confirman el análisis anterior y comparten sobre la información ante la variedad de estudios sobre AP, abarcando con la estética visual e importantes datos para la protección en cuanto a iluminación con cableados desnudos, mientras que Li y Gu [13], añaden investigaciones sobre equipos y herramientas necesarias para cumplir con la normativa de seguridad, que ha sido establecida para la metodología aérea, recalando que cada país cuenta con sus propios reglamentos para ser aprobados por las empresas de distribución locales. Sin embargo; Manero, García, Uceda y Grijalba [7], hablan sobre las ventajas que tienen los sistemas soterrados ante los métodos aéreos, confirmando la seguridad y parámetros con el que cada uno contiene para cumplir con su función. En mi opinión, el AP merece diseños esenciales que impulsen al desarrollo de comercialización dentro de un área, debido a que las personas tienden a moverse de manera regular para la compra de víveres u objetos del hogar. Además, la iluminación pública cuenta con horarios establecidos para mantenerse en operación toda la noche y todos los días.

El actual proyecto cuenta con cuatro capítulos en su estructura, divididos con diferentes temas necesarios para la elaboración correcta de la energización de la lotización “Voluntad de Dios”, tomando en cuenta que el área es de interés social ubicado en la Parroquia Inés Arango en el cantón Francisco de Orellana. El capítulo uno presenta el marco teórico, en el cual se explicará un resumen rápido para comprender sobre la temática que contendrá el documento. El siguiente capítulo contiene las normativas EEQ.S.A., CIE-115, NEC, a las cuales los diseños deben ser acatados de acuerdo a lo solicitado por el GAD Municipal de Francisco de Orellana. En el apartado tres se detallará la información técnica que constará con el diseño de media y baja tensión, incluyendo alumbrado público al sector con los cálculos necesarios para su buen funcionamiento. En el cuarto apartado se hablará sobre los resultados obtenidos de acuerdo al diseño de los sistemas y las simulaciones necesarias. Para finalizar en el proyecto se detallarán las conclusiones pertenecientes a los cálculos elaborados para el buen funcionamiento de energización en la lotización.



Figura 1. Sistema de Distribución

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Los sistemas eléctricos de distribución constituyen en su mayoría a los SEP, abarcando el área más grande y siendo la zona con mayor posibilidad de pérdidas energéticas por el alto manejo de usuarios conectados a bajos niveles de voltaje. Al tener la función de trasladar energía hacia los consumidores finales por medio de redes primarias y secundarias, implican una serie de procesos cuidadosos para su proyección, llevando al autor a decidir el tipo de información para emplear en sus diseños que logren expandirse a futuro, a través de alimentadores o ramificaciones debidamente conectados a transformadores de distribución y posteriormente llegar a los clientes finales con la ayuda de acometidas [29].

1.1 Red de distribución primaria

Los dos tercios de las partes de la inversión nacional total del SEP, están dedicados netamente a los sistemas de distribución en MV. Su trayectoria comienza desde las barras ubicadas en las subestaciones de distribución y son conocidos como “Los gigantes invisibles”, o alimentadores, debido a la obtención de cables principales para ejercer el seccionamiento [30]. En Ecuador se manejan los siguientes niveles de voltaje referentes para esta etapa:

- 22,8 / 13,2 kV
- 13,2 / 7,6 kV
- 6,3 kV

1.1.1 Redes de distribución primarias aéreas

Con la llegada de la electricidad, uno de los mayores problemas era su distribución hacia los hogares, ya que se encontraban en distintos lugares lejanos a las centrales de generación. Dando lugar a la creación de la distribución aérea como factor fundamental para proporcionar energía de manera confiable y segura [31]. Para la distribución del suministro eléctrico se utilizan materiales como cables desnudos sujetos por aisladores, los cuales se encuentran en la parte superior de los postes, mismos que pueden ser de hormigón armado, madera, metal o plástico reforzado con fibra de vidrio, los que cuentan con crucetas para poder sujetar a los distintos accesorios que se utilizan en el SED.

Este sistema aprovecha al máximo los recursos naturales para su beneficio, como es el caso del aire que ofrece un aislamiento natural ante disrupciones eléctricas, así mismo, ofrece una

refrigeración hacia los conductores haciendo que el calor interno se disipe en el entorno y evitando pérdidas de energía por efecto Joule. Además, el uso de redes aéreas garantiza la calidad de energía eléctrica hacia los usuarios, sin embargo, existen algunos factores negativos como es la contaminación visual por tener los cables a la vista, así mismo se tiene un alto riesgo de corte, debido a que al estar desnudos los cables son más propensos a entrar en contacto por diversas circunstancias [32].

Tabla 1. Conductores de aluminio AAC para redes aéreas

Calibre [A.W.G.]	Sección del conductor [mm ²]	Monofásico [kVA*m]	Trifásico [kVA*m]
2	33,57	282,85	428,99
1/φ	53,48	393,93	663,86
2/φ	67,39	472,80	800,60
3/φ	85,05	562,95	947,78
4/φ	106,8	665,78	1120,89

Para las redes aéreas ecuatorianas el material desnudo más barato después del cobre, es el aluminio que utiliza los calibres de la Tabla 1, denominados como AWG según sus siglas en unidades de medida para el sistema norteamericano, por el cual para una correcta utilización se puede concluir que mientras más pequeño sea su número de calibre, su tolerancia a corrientes altas es mayor, pero al tener una cifra alta su soporte es de amperajes pequeños [33]. Los sistemas trifásicos manejan potencias de alta capacidad de transporte kVA por cada metro transcurrido, por esta razón utiliza tres conductores para que su tensión sea dividida sin presentar caídas de voltaje altas.

1.1.2 Redes de distribución primarias soterradas

Este método es el más usado actualmente, ya que presenta la instalación de canalización bajo el suelo por medio de cajas de revisión, elaboradas con diferentes dimensiones según el tipo de distribución a realizar, el material de esta estructura es de concreto que generalmente encaja entre sí. Además, contienen a los ductos dentro de las mismas para favorecer a la protección de los conductores aislados para el sistema [34]. Estos calibres están reglamentados al igual que las cajas de revisión o también llamados como pozos, que cuentan con las siguientes medidas en metros:

- Pozo A: 0,60 x 0,60 x 0,75
- Pozo B: 0,90 x 0,90 x 0,90
- Pozo C: 1,20 x 1,20 x 1,20
- Pozo D: 1,60 x 1,20 x 1,50
- Pozo E: 2,50 x 2,00 x 2,00

El soterramiento contempla mayor seguridad en los conductores, por esa razón la mano de obra no es muy solicitada, ya que, al no estar a la vista de los espectadores, se evita el acceso para entrar en contacto directo con los individuos. Además, al estar enterrados se mantiene el funcionamiento de los conductores intactos, debido a que evitan las diferentes situaciones climáticas presentes en el lugar [35].

Tabla 2. Conductores de aluminio aislado para redes soterradas

Calibre [A.W.G.]	Sección del conductor [mm ²]	Monofásico [kVA*m]	Trifásico [kVA*m]
2	33,57	200,9	403,8
1/φ	53,48	308,8	621,9
2/φ	67,39	379,6	765,6
3/φ	85,05	466,5	941,5
4/φ	106,8	568,7	1148,3

Existen variedad de calibres para conductores en aluminio aislado, por lo tanto, la Tabla 2 consta con algunas secciones utilizadas en Ecuador para realizar proyectos soterrados. Este procedimiento es tres veces más costoso que los sistemas aéreos, debido a la protección y estética que contienen, para evitar la visibilidad de cables enredados que logran extenderse alrededor de la zona habitada [36].

1.2 Red de distribución secundaria

Esta sección es la parte fundamental para el suministro energético en bajo voltaje por medio de seccionamientos, conformado desde los transformadores de distribución, que generalmente son dimensionados de acuerdo al número de beneficiarios de la zona, y contienen niveles de voltaje bajos para la adquisición de energía en los electrodomésticos sin sufrir riesgos de daños [37].

Los niveles referentes de voltaje que se manejan en Ecuador para esta etapa son:

- Trifásicos: 220 / 127 V

- Monofásicos: 120 / 240 V

1.2.1 Circuito secundario

Es la ramificación de la red secundaria, tomada en cuenta desde el transformador hasta el punto más alejado de la zona que está alimentada por la misma. Además, contempla variedad de elementos que evitan la pérdida de voltaje entre secciones y el número de consumidores existentes [38]. Este sistema favorece al alumbrado público y vial, ya que sus secciones pueden ser soterradas o aéreas contando con postes para dicha iluminación nocturna y buena visibilidad.

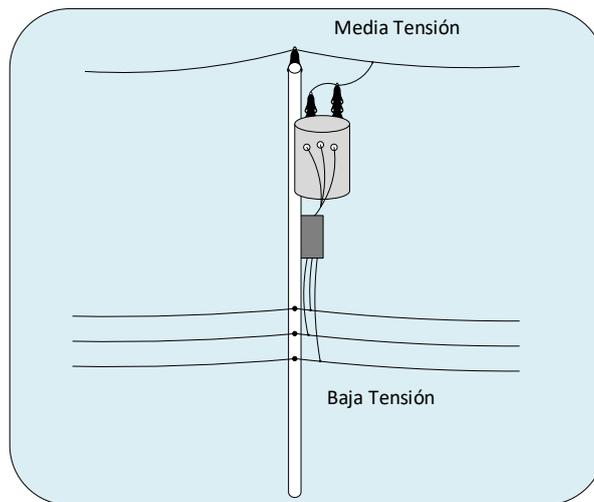


Figura 2. Circuito secundario

1.2.2 Transformador de distribución

Es un aparato empleado por empresas distribuidoras que convierte las tensiones altas, en voltajes bajos para permitir el consumo de energía a varios usuarios que estén ubicados en el seccionamiento de la red primaria, ya sea residencias o industrias [39]. Existen dos tipos de transformadores: convencionales y autoprotegidos, a diferentes niveles de voltajes, y pueden ser instalados de varias maneras según sea el criterio de diseño, teniendo en cuenta la aplicación de la normativa local y el lugar de su implementación [40].

1.2.3 Acometida

Es el método para brindar electricidad de manera soterrada o aérea a los clientes finales por medio de conductores de cobre o aluminio. Antes las acometidas solían ser de cobre, debido a su alta capacidad conductiva y su precio es cinco veces más costoso que el aluminio, pero en la

actualidad las personas buscan el mismo servicio a menor precio, por esta razón los conductores están migrando al aluminio, debido a su bajo costo y su capacidad conductiva [39].

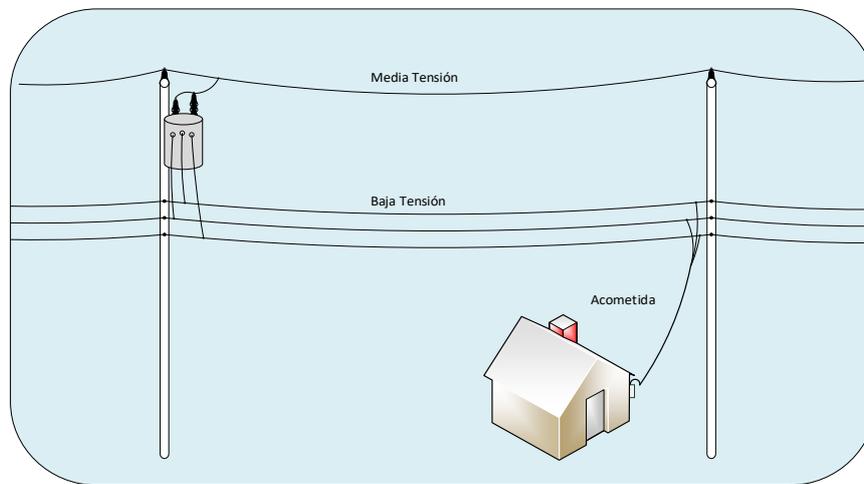


Figura 3. Acometida

1.2.4 Tablero

Es uno de los elementos más importantes que no deben faltar en una instalación eléctrica, debido a la organización que mantiene de acuerdo a la cantidad de amperajes que manejan cada uno de los electrodomésticos dentro de un hogar, industria o edificio, funcionando como un método de protección ante la variación de voltajes [41]. Además, ayuda a la detección de cortocircuitos por medio de breakers eléctricos que tienen la funcionalidad de cortar la energía ante cualquier falla en el circuito, y su objetivo principal es brindar seguridad, tanto a las personas como a los equipos que consumen electricidad ubicados dentro del lugar.

1.3 Sistema de alumbrado

En la actualidad la iluminación representa confianza para los seres humanos, debido a que observan con más detenimiento a lugares con buena visibilidad pública, ya que sin luz no se aprecian los sitios de forma positiva, por esta razón se lo puede calificar como zona peligrosa. Sin embargo, las personas prefieren buscar diferentes rutas para una trayectoria segura y cómoda para la vista. Una zona iluminada es sinónimo de cuidado, ya que al tener escasez de luz se convierte en un lugar fácil de robos. Así mismo se logra mejorar el estilo de vida de la comunidad en la realización de sus actividades a horas nocturnas [42].

Además, los cálculos enfocados en este sistema conllevan a determinar cuanta iluminación recibe la calzada, por esta razón el progreso de luminancia cuenta con factores primordiales para abastecer la visualización humana en cualquier sitio, mientras se cumpla con las normas requeridas para evitar daños o accidentes involuntarios [43]. Estos sistemas son importantes para la civilización debido a su nivel de circulación y utilización, por tal motivo cuentan con una serie de parámetros establecidos de acuerdo a normas estandarizadas de dicho sector, que deben ser cumplidas para enfatizar la seguridad y confiabilidad de servicio a todos los habitantes.

El método de los lúmenes es también llamado como factor de utilización, que tiene como objetivo principal de realizar los cálculos para la separación de postes de iluminación en una vereda, garantizando los niveles de alumbrado referentes que son determinados por normativa y necesarios para la visibilidad de las personas. Por otro lado, este sistema es un proceso que requiere de varias simulaciones computacionales, debido a que existe el efecto cebra por la amplia separación de luminarias en la vía, provocando el cambio repentino de colores percibidos en el ojo humano, por esto se debe verificar los cálculos encontrados y priorizar la vista de los conductores [44].

- **Luminancia:** Es la percepción de los ojos de los seres humanos ante el flujo luminoso en una zona con iluminación, visto desde un punto en particular y es medido en candelas por metro cuadrado.
- **Illuminancia:** Es el valor medido en luxes del nivel de iluminación reflejado en el suelo de una zona en específico.
- **Efecto cebra:** El cambio de luz y oscuridad constante a lo largo de la vía ante la visibilidad de los conductores.
- **Factor Uniformidad:** Debe tener un valor mínimo de 0,4 para poder ser ideal, y es el encargado de evitar efecto cebra en las vías.
- **Incremento Umbral:** Es el valor que se refleja para la pérdida de visibilidad en los conductores debido al deslumbramiento provocado por la luminaria.

- **Uniformidad longitudinal:** Valor mínimo y máximo de luminancia medida en varios puntos sobre la calzada.
- **Relación entorno:** Iluminación que abarca en su mayoría a los objetos de alrededor para poder visualizarlos.

1.3.1 Alumbrado público

Este sistema tiene un papel fundamental en los SED residenciales, por lo que las empresas municipales son las encargadas del mantenimiento e instalación de iluminación en zonas no privadas con falta de luz. Estos lugares públicos son carreteras, aceras y jardines, que buscan tener una buena visibilidad durante las horas nocturnas, sin pretender alcanzar el nivel de luminosidad a las horas del día y mejorando la calidad de vida de sus habitantes [45].

Las áreas habitadas tanto rurales como urbanas, merecen la implementación de alumbrado automático que brinde seguridad a las personas localizadas en espacios que tengan circulación, y además una buena iluminación vial que abarque con los factores estandarizados por las normativas existentes [46]. Teniendo en cuenta la proyección a futuro, de acuerdo a instalaciones existentes o proyectadas que busquen ampliar los sistemas para entregar comodidad de visualización a lotizaciones, y la capacidad de observación de objetos a nuestro alrededor.

Dentro del AP existe una variedad de tecnologías para la calidad de iluminación en áreas residenciales con diferentes características. Las más implementadas son elaboradas a base de vapor de sodio y vapor de mercurio catalogadas como HID, sin embargo, debido a su alto consumo energético y a su bajo rendimiento lumínico se ha desarrollado la tecnología LED para iluminación, ofreciendo mayor eficacia en comparación con las luminarias mencionadas anteriormente[47].

1.3.2 Alumbrado ornamental

Este sistema está catalogado como una forma estética de iluminación, que aprovecha los paisajes de la naturaleza [48], y añade colores por medio de la implementación de luminarias en edificios, árboles, iglesias, entre otros, que son agradables a la vista de las personas para

poder llamar su atención hacia un lugar específico. La decoración es su objetivo principal, por el cual son ejecutados en su mayoría para iglesias antiguas o parques [49].

CAPÍTULO II

PARÁMETROS DE DISEÑO

La distribución eléctrica debe abarcar una serie de reglas para el correcto funcionamiento del sistema y además brindar seguridad a los habitantes, por esta razón el siguiente proyecto utilizará como base la normativa de la Empresa Eléctrica Quito S.A., ya que el GAD Municipal ha solicitado la implementación de estos parámetros por ser los más generalizados y completos dentro del Ecuador, conteniendo reglamentos para todo tipo de proyectos nuevos u existentes, que sirven como guía para la aprobación de diseños eléctricos mediante criterios estandarizados elaborados por personas preparadas sobre el tema [50], que buscan mantener la organización de sus redes y los materiales que se utilizan.

2.1 Normativa Empresa Eléctrica Quito S.A.

Para la elaboración de los diseños eléctricos se debe basar en las normas establecidas por la empresa distribuidora local, en este caso se implementará la normativa de la EEQ.S.A., la cual ofrece especificaciones para la elaboración y presentación de los proyectos, asegurando su correcto funcionamiento y calidad de suministro eléctrico [51], [50].

Estos criterios para diseños de instalaciones eléctricas son utilizados para todo tipo de consumidores finales que están ubicados en el sistema de distribución. Por lo cual la empresa facilita la información necesaria teniendo como objetivo principal la correcta elaboración reglamentada y, obtener una organización rigurosa en cuanto al manejo de datos, ya sea distancias, materiales, definiciones y funciones obligatorias para las redes de distribución que deben cumplirse [50].

Por ende, para los diseños se solicita presentar antecedentes con información previa sobre el trabajo a realizar, tales como ubicación, planos y demanda. Así mismo, al momento de realizar el diseño se debe tomar en cuenta el dimensionamiento de transformadores, cálculo de pérdidas admitidas de tensión según el diseño de redes primarias y secundarias, ubicación de seccionadores para protección de los sistemas y planos de georreferenciación en el caso de necesitarlo [51].

2.1.1 Simbología utilizada

Es la representación con la ayuda de gráficos ubicados en un diagrama de circuitos, para poder diferenciar cada uno de los elementos que conllevan los sistemas eléctricos, utilizando variedad de símbolos con su respectiva leyenda de acuerdo a la normativa empleada para el lugar en el que se esté ejecutando el proyecto [51].

De igual forma los postes, transformadores, tensores, medidores, conductores, acometidas, puesta a tierra, sistema de alumbrado público, seccionadores y protecciones tienen establecido su propia simbología que contiene estructuras normadas para media y baja tensión, contando con variedad de formas de implementación según sus requerimientos ante las necesidades del proyecto [52].

Así mismo, en el ámbito de AP se tiene un reglamento especial denominado UP, las cuales son características específicas que deben cumplir las luminarias para poder ser implementadas en el proyecto que se entregue a los Municipios [53]. Dentro de estos parámetros se encuentra especificado las horas de vida útil, rendimiento lumínico, índice de CRI, entre otras. Además, la empresa establece clasificar a las vías según las distancias de ancho mostrado en **Tabla 10**, para posteriormente obtener la altura de la luminaria y potencia requerida.

2.1.2 Clasificación de usuarios residenciales

Esta sección está establecida para determinar la ocupación de suelo que los usuarios utilizan para realizar la construcción de sus hogares en áreas específicamente residenciales, por esta razón el municipio es el responsable de determinar la función general de dichas zonas para clasificarlo por categoría y estratos [51], de acuerdo a rangos de consumos por parte de los electrodomésticos conectados a la red de los usuarios finales como se lo presenta en la **Tabla 11**.

La EEQ.S.A. manifiesta que para cuando los consumidores finales tienden a ser abundantes, su DMD es calculada de acuerdo a el número de viviendas ubicadas en la lotización a energizar, en las cuales para A, B, C, D y E se considera el uso de electrodomésticos como usos generales, calentamiento de agua y para el estrato A1 la utilización de cocinas de inducción es añadida a lo mencionado anteriormente. Este cálculo ayuda a la capacidad aproximada del transformador, ya que se necesita de ciertos valores para poder obtener la verdadera capacidad del mismo [51].

2.1.3 Determinación de demanda para usuarios residenciales

Es la fórmula que permite calcular la caída de voltaje y la potencia del transformador a lo largo de un primario para usuarios netamente residenciales [51]. Es el dimensionamiento de los puntos de alimentación de los circuitos, debido a que las DMU no siempre coincidirán y su potencia transportada hacia los consumidores residenciales va a ser menor que el total de DMI. La fórmula para dicho dimensionamiento es:

$$\text{Demanda de Diseño} = \frac{DMD + D_{AP} + D_{PT}}{FP} \quad [kVA] \quad (1)$$

Donde:

D_{AP} = Demanda de alumbrado público medido en (kW).

D_{PT} = Demanda de pérdidas técnicas medido en (kW), se la calcula multiplicando 3,6% por DMD.

FP = Factor de potencia siempre será de 0,95 para usuarios residenciales, y 0,85 cuando es aplicado para consumidores comerciales.

Los transformadores son elaborados de acuerdo a diferentes capacidades, ya sean convencionales o autoprotegidos, y pueden llegar a ser modificados con la ayuda de taps. La ecuación para calcular la capacidad final del transformador es la determinación de las ubicaciones de los mismos, que están distribuidos por tramos para brindar suministro de energía uniforme a todos los usuarios conectados de la red secundaria por medio de la separación de circuitos [51]. Por lo tanto, se la calcula mediante la multiplicación por un cierto valor representado en porcentaje, de acuerdo a el tipo de estrato en el que esté ubicado el consumidor

Tabla 12.

$$\text{Transformador} = DD * \% (\text{estrato}) + DMD_{CE} * TCA \quad [kVA] \quad (2)$$

Donde:

DMD_{CE} = Está especificada para cargas especiales.

TCA= Porcentaje de tasa de crecimiento anual.

Además, en INEC [54] se muestra el resultado en porcentaje de la tasa de crecimiento anual para cada parroquia ubicada en Francisco de Orellana, de acuerdo al censo del año 2010.

2.1.4 Clasificación de períodos

El período de diseño para la duración de los elementos que componen a la red primaria recientemente ejecutada es de quince años, por otro lado, dicho periodo para la red secundaria debe considerar el funcionamiento de sus elementos hasta quince años, por lo tanto, ambas redes deben cumplir con un rango de funcionamiento de sus componentes, siendo dimensionados desde el primer día de levantamiento de la construcción del proyecto [50].

2.1.5 Pérdidas energéticas admitidas

Las caídas de voltaje en BT son muy comunes y deben ser calculadas respectivamente en el nodo de seccionamiento de la red primaria, o mejor conocida como alimentación hasta llegar al punto más lejano del mismo. Además, aquellas pérdidas también influyen de acuerdo al material utilizado, debido a que el cobre es buen conductor, pero el aluminio es más accesible en cuanto a precios. Por esta razón, las caídas admisibles expresadas en porcentaje varían un 5% más en zonas rurales que en urbanas, se los clasifica de acuerdo al tipo de transformador con o sin taps, y en su red ubicada, ya sea secundaria o primaria [51].

Este cálculo es la delimitación para dimensionar el calibre del conductor que se va a utilizar de acuerdo a la red implementada, debido a que, si el valor de pérdidas es elevado, se procede a aumentar el calibre del conductor y menorar su pérdida energética [51]. Cabe recalcar que la potencia total de la carga se suma teniendo en cuenta las capacidades de los transformadores según su designación del tramo correspondiente, sumándolos de acuerdo al nodo o poste en el que estén posicionados.

Del mismo modo, al presentar un valor excedido del porcentaje máximo que requieren las zonas urbanas o rurales, el circuito con dicho transformador tiene la posibilidad de dividirse en un sin número de circuitos para bajar dicha cifra. Por lo tanto, este cálculo se lo realiza en todos los circuitos, enfatizando a los más alejados del punto de transformación, debido a que es el más propenso a sufrir pérdidas de tensión por la distancia recorrida y número de usuarios que necesitan de suministro eléctrico [50].

La normativa EEQ.S.A. cuenta netamente con los datos para voltajes de 6,3; 13,2 y 22,8 kV. Por lo tanto, para esta sección se utilizará la normativa de EEA.S.A., que está especializada en el manejo de voltaje de 13,8 kV, obteniendo los datos fundamentales para cálculos de caída de tensión[55].

2.1.6 Seccionadores y protecciones

La seguridad es un factor fundamental cuando nos referimos a electricidad, ya que pueden existir una serie de acontecimientos, los cuales hacen más vulnerables de sufrir riesgos a los seres vivos al brindar servicio sin algún aislamiento [56]. Las instalaciones eléctricas presentan un sin número de accidentes, las cuales con el paso del tiempo se han desarrollado diversas tecnologías nuevas para proteger la integridad de los seres humanos y los equipos eléctricos. Uno de ellos es el seccionador que está encargado de analizar intervalos de desconexión ubicado en el ramal de la red primaria, asemejando a un disyuntor que actúa frente a corrientes y puede ser accionado de manera manual [57].

Por otro lado, los SED no son confiables en su totalidad, ya que sus protecciones deben activarse cada vez que las condiciones sean anormales, es por esta razón que se crearon las protecciones para evitar fallas técnicas, y a su vez reducir los accidentes provocados por el mismo. Su función principal es aislar y lograr retener la zona donde se ha originado la falla, logrando así evitar su expansión alrededor del sistema, salvaguardando a las personas y reduciendo el riesgo de daños a los dispositivos eléctricos [58]. Además, en la electricidad se encuentra un sinnúmero de protecciones de varios tipos, por lo cual se debe elegir el correcto de acuerdo a las características de fiabilidad, seguridad, velocidad, simplicidad y economía [59].

2.2 Normativa UNE para espacios deportivos

Dentro de la lotización existe un espacio deportivo el cual debe ser iluminado correctamente, para ello se emplearán las normas UNE, las mismas que categorizan los espacios deportivos según tipo de deporte que se realice y nivel de competición para ofrecer una correcta iluminación [60], clasificándolos en tres tipos diferentes de estratos que se los explicarán de la siguiente forma:

- **Estrato I:** Hace referencia a las competiciones de nivel superior, que cuentan con un nivel alto de público presente en las instalaciones.
- **Estrato II:** Enfocada en competiciones de rango intermedio.
- **Estrato III:** Enfocado netamente para entrenamientos y ocupaciones de tipo recreativo.

Estos parámetros contemplan variedad de términos para actividades deportivas en espacios exteriores e interiores. Para una mejor visualización la tabla de **Tabla 13** se muestran los valores recomendados para la iluminación de espacios deportivos para actividades que no necesitan ser llevadas a la televisión.

2.3 Coordenadas de georreferenciación UTM

Es también conocido por el nombre de Universal Transversal Mercator, ya que es uno de los métodos utilizados para plasmar de forma georreferenciada un proyecto real a un plano [61]. Tiene como objetivo tomar un punto específico en el globo terráqueo, teniendo en cuenta la curvatura presente, aquella ubicación tiende a moverse de su sitio debido a la forma circular, por esta razón existen diferentes métodos para transformar y poder georreferenciar en un plano dependiendo a las necesidades solicitadas [62].

Para conocer las coordenadas seleccionadas dentro de la aplicación Google Earth Pro, se debe localizar el punto deseado dando clic derecho sobre el mismo, se selecciona propiedades y se observan las coordenadas. Además, uno de los instrumentos de esta aplicación es la manera de ubicar puntos de latitud y longitud, como puede ser la indicación de grados, minutos y segundos, o también por el Sistema Militar de Referencia por Coordenadas. Esto se logra ubicando en el botón de herramientas localizado en la esquina superior izquierda y dar clic en opciones, posteriormente se reflejará un cuadro, en el cual se hará énfasis en las opciones de mostrar latitud / longitud, finalmente se seleccionará Universal Transversal Mercator y se aceptarán los cambios realizados.

CAPÍTULO III

CRITERIO DE DISEÑO

El desarrollo del siguiente proyecto está basado en el diseño de media y baja tensión, añadiendo alumbrado público en la parroquia Inés Arango, que está ubicada a 75 km al sur de la ciudad de Francisco de Orellana junto a la vía principal. Tiene un área aproximada de 5,26 hectáreas, en el cual la energía eléctrica es nula y sus habitantes la necesitan para llevar a cabo sus actividades diarias con normalidad en horas de la noche. El GAD Municipal desea brindar servicio de alumbrado público y vial, además de la energización a toda esta lotización de interés social para facilitar su estilo de vida, teniendo en cuenta las normativas empleadas por EEQ.S.A. que conllevan criterios de diseñadores eléctricos para mantener una buena organización de las redes a seccionar, y conocer sobre las ubicaciones nuevas energizadas que brindan las empresas eléctricas distribuidoras.



Figura 4. Ubicación de la Lotización "Voluntad de Dios" (Fuente: Google Earth Pro)



Figura 5. Lotización

En la Figura 4 se puede visualizar la localización por medio de la aplicación de Google Earth Pro, las cuales actualmente no ha sido totalmente habitada en su mayoría y se solicita brindar electricidad a las personas ya establecidas en la zona. La Figura 5 muestra que la lotización es netamente residencial que está rodeada de vegetación, además su área está compuesta por cincuenta y dos lotes de viviendas con un espacio deportivo de 77,22 m de largo por 56 m de ancho, es por eso que está categorizada como estrato E de la normativa.

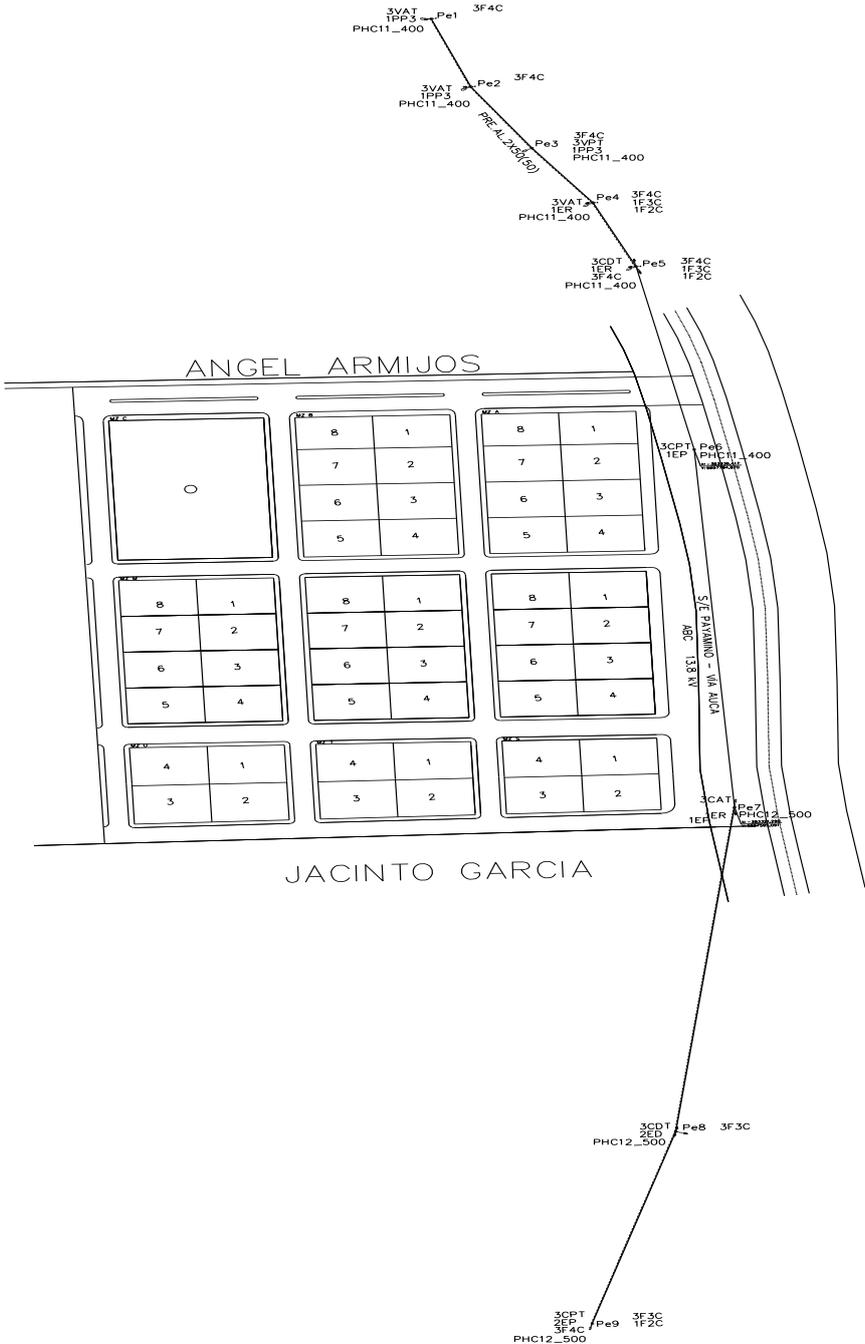


Figura 6. Georreferenciación de red primaria existente de la parroquia Inés Arango

En la urbanización ningún consumidor dispone del servicio de energía eléctrica, por lo cual se procede a la electrificación de la misma beneficiando a 52 familias campesinas, considerando 38 ya existentes y 14 hogares futuros en el sector. Se encuentra ubicada a un lado del sistema eléctrico llamado Payamino en la vía Auca, la cual cuenta con la red primaria trifásica de 13,8 kV, voltaje empleado por EEQ.S.A., siendo el único tramo que no tiene BT ni alimentación.

Esta red de MT existente está sostenida por un poste de 11 m de altura con una estructura trifásica central pasante, y otro poste de 12 m con estructura trifásica central angular, localizados al inicio y al final de la parroquia, los mismos que están ubicados cerca de la vía principal con las siguientes coordenadas UTM como se lo presenta en Figura 6.

3.1 Tipo de diseño para implementar

En la actualidad los proyectos se solicitan con la implementación de redes subterráneas, debido a que brindan una mayor protección a los conductores, sin estar al acceso directo o indirecto de personas de su alrededor. Al ser un proyecto de interés social, el GAD ha solicitado que el diseño de dicho terreno debe ser aéreo tanto como para media, baja tensión y alumbrado público.

Además, el proceso para llevar a cabo los planos de dicho diseño debe incorporar las reglas definidas por EEQ.S.A., debido a que es la normativa más generalizada y completa para brindar calidad de servicio según criterios específicos. Aquellos reglamentos son de suma importancia, debido a que abarcan variedad de procedimientos otorgados por las mismas, para una planificación en caso de seccionamiento o ampliación del sector eléctrico.

3.2 Elección de estrato y demanda

La clasificación para el estrato de la parroquia fue solicitada como usuario tipo E, la DMD_{total} de todos los consumidores a energizar es igual a 42,33 kW, por lo tanto, se ha calculado la demanda de tres transformadores autoprotegidos monofásicos con taps de diferente potencia para brindar electricidad a todos los consumidores, es decir se dividió en dos partes a la lotización para evitar sobrecargas en los equipos a largo plazo, y los mismos son calculados con las fórmulas (1) y (2) explicadas anteriormente.

$$DD1 = \frac{17,14 + (29 * 150) + (0,036 * 17,14) + (4 * 800)}{0,95} = 26,6389 \text{ kVA}$$

$$\text{Transformador 1} = 26,6389 * 0,8 * 1,056 = 22,5046 \text{ kVA}$$

$$DD2 = \frac{10,37 + (20 * 150) + (0,036 * 10,37)}{0,95} = 14,466 \text{ kVA}$$

$$\text{Transformador 2} = 14,466 * 0,8 * 1,056 = 12,2214 \text{ kVA}$$

$$DD3 = \frac{21,84 + (25 * 150) + (0,036 * 21,84)}{0,95} = 27,7644 \text{ kVA}$$

$$\text{Transformador 3} = 27,7644 * 0,8 * 1,056 = 23,4554 \text{ kVA}$$

El primer transformador tendrá 18 consumidores finales, tomando en cuenta como cargas especiales a las luminarias de la cancha deportiva. Por otro lado, para el segundo transformador están implementados diez usuarios residenciales y no contará con cargas especiales. Además, el transformador tres abastecerá a 24 beneficiarios tal como se lo muestra en **Tabla 14**. Cabe destacar que los tres transformadores son tipo autoprotegidos, por lo cual necesitan protecciones en BT. Al obtener la $DD_{1,2,3}$ se procede a multiplicar por el porcentaje que indica el tipo de estrato que se está utilizando para el trabajo indicado en la **Tabla 12**, añadiendo la tasa de crecimiento del 5,6% obtenido del último censo del INEC. Obteniendo la capacidad final del transformador en **Tabla 15**.

Tabla 3. Crecimiento poblacional estimado

Vida Útil	Año 20...	No. Habitantes
0	21	122
1	22	129
2	23	136
3	24	144
4	25	152
5	26	161
6	27	170
7	28	179
8	29	189
9	30	200
10	31	211
11	32	223
12	33	235
13	34	248
14	35	262
15	36	277
16	37	293

17	38	309
18	39	326
19	40	345
20	41	364
21	42	384
22	43	406
23	44	428
24	45	452
25	46	478
26	47	505
27	48	533
28	49	563
29	50	594
30	51	627
31	52	663
32	53	700
33	54	739
34	55	780
35	56	824

La tabla 3 obtiene datos de acuerdo a los 38 hogares establecidos actualmente en la lotización “Voluntad de Dios” en el año 2021, tomando en cuenta que cada familia tiene 3 integrantes aproximadamente con un valor numérico de 3,22 siendo su promedio para el número de habitantes según el último censo realizado. Para calcular el valor final de habitantes existentes, se multiplica de la siguiente manera:

$$\text{No. habitantes} = 38 * 3,22 = 122 \text{ personas}$$

La tasa de crecimiento explicada anteriormente se organizó para 35 años a futuro, teniendo como resultado del posible incremento anual poblacional con un total de ochocientos veinte y cuatro personas establecidas en el área para el año 2056. Lo cual beneficiará alrededor de doscientos cincuenta familias para la implementación de un medidor con el uso de electricidad.

No obstante, es importante mencionar que según la capacidad del transformador serán dimensionadas las protecciones para salvaguardar la red ante cortocircuitos producidos en el sistema. Existen una variedad de modelos con diferentes amperajes y algunas designaciones según el voltaje utilizado en la red primaria. Dichos modelos se los puede visualizar a detalle en el **Tabla 16**. Las protecciones que se implementarán en este diseño de BT, serán analizadas en el capítulo IV.

Por otro lado, los tensores son elementos infaltables dentro de cualquier sistema, debido a que están encargados de evitar que las redes aéreas sufran daños ocasionadas por las fuerzas de los cables direccionados a uno o varios lados del poste, sujetándolo en el lado contrario para así fijarlo directamente a la tierra e impedir el desmoronamiento del sistema por la caída de postes y desconexiones de conductores. Existen algunos tipos de tensores, pero para este diseño se utilizarán solamente tipo farol, simples y dobles, ya que son los anclajes mayormente usados.

3.3 Diseño de media tensión

La lotización cuenta con la red primaria trifásica aérea existente de 13,8 kV, la cual el primer poste está a 8,65 metros y el segundo a 6 metros de la vía principal, las mismas que serán reubicadas lo más cerca posible a la carretera para la implementación de alumbrado vial. Añadiendo postes para iluminación, dando paso a la realización del seccionamiento para la alimentación hacia la lotización prevista con la conexión de transformadores y ubicación de tensores necesarios.



Figura 7. Diseño de red primaria proyectada

En la Figura 7 se presenta la reubicación de MT, debido a que estaba localizada en la vegetación cerca de la parroquia, los postes de hormigón deben tener una altura de 12 metros de alto, por lo cual, los postes proyectados junto a la vía tienen una estructura trifásica volado pasante. Dentro de la lotización se ubicarán 2 postes de estructura monofásica central pasante y 1 poste monofásico central de retención para el primer transformador, 1 poste de estructura monofásica central de retención para el segundo transformador, y 4 postes de estructura monofásica central y 1 poste de retención para el tercer transformador. El material de conductor a utilizar para esta red es ACSR el cual será calculado de acuerdo a las pérdidas de voltaje primario.

3.3.1 Pérdida admitida de tensión

El apartado estará calculado desde el nodo de seccionamiento hasta llegar a los respectivos transformadores, el cual tendrá un cierto límite de porcentaje como se lo visualiza en **Tabla 17**. Su esquema cuenta con la cantidad de tres transformadores proyectados y sus respectivas capacidades, además este tipo de redes tienen una gran amplitud, por esta razón las longitudes serán establecidas en kilómetros y designados por tramos enumerados a continuación, cabe recalcar que el ejemplo de la Figura 8 es respectivamente para el primer transformador.

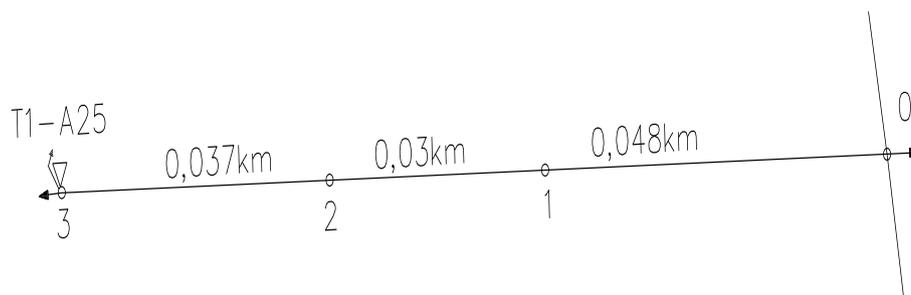


Figura 8. Proyección para pérdidas primarias

A petición del GAD Municipal a cargo, se solicitó la utilización de conductor ACSR, ya que es el material usado por defecto para seccionamientos y redes de distribución primarias de tipo aéreas. La **Tabla 18** contiene la cantidad de secciones normadas que soportan dicha potencia por kilómetro transcurrido.

3.4 Diseño de baja tensión

Este sistema contará con postes circulares de hormigón de 10 metros de alto con estructuras preensambladas, que llevarán dos fases y un neutro desde el transformador, hacia los consumidores para el suministro de energía eléctrica por medio de acometidas tomadas desde

cada poste, ubicados a cada 30 metros de separación y debidamente conectados al propio medidor tipo electrónico de cada usuario, logrando un correcto balaceo de cargas dentro de la lotización y su conexión a tierra.

Además, se ha dividido el SED de BT en varios circuitos, que serán analizados por cada transformador, evitando las pérdidas admitidas de tensión que se explicarán detenidamente en la siguiente sección. Así mismo, a petición de la empresa a cargo se ha solicitado el uso de conductor aluminio preensamblado 2/φ, para asegurar que la caída de tensión no sea mayor al 3,50% por ser un sector rural.

3.4.1 Pérdida admitida de tensión

En este apartado se tomará en cuenta desde los transformadores de distribución hasta llegar a los consumidores, y añadiendo el alumbrado AP basándose en la **Tabla 19**, que describe el valor máximo en porcentaje para la lotización rural “Voluntad de Dios”. El dimensionamiento será calculado por circuitos y dividido en tramos que estarán establecidos en metros, por medio de la designación de nodos enumerados y enlazados al número de usuarios conectados.

Para continuar con el proceso del cálculo se debe establecer el tipo de consumidor por estrato utilizado en la **Tabla 20**, que está encargado de presentar los estratos de acuerdo a un solo usuario tomado de referencia, siendo la multiplicación del mismo por la cantidad de viviendas establecida por tramos, que será de gran ayuda para obtener el dimensionamiento de la carga en nodos.

El GAD Municipal ha solicitado el uso del conductor preensamblado AAC, debido a que por ser una zona alejada de la ciudad existe el riesgo de hurto de la energía por parte de las personas cuando se utiliza el conductor desnudo. Los habitantes que necesiten de suministro eléctrico deben recurrir a la petición de la empresa distribuidora, para consumir energía de manera legal y normada. En **Tabla 21** se puede presentar la variedad de calibres existentes que soportan dicha potencia por metro recorrido.

3.5 Diseño de alumbrado público

En este sistema se utilizará postes de hormigón de BT a 10 metros de altura y 30 metros de separación entre ellos. La lotización contempla calles de diferentes distancias de largo y ancho, las cuales utilizarán luminarias LED tipo Ledex con las especificaciones requeridas en la **Tabla**

22 según las UP. Además, se implementarán las fórmulas para conocer el tipo de disposición que cada una de las vías necesitan, de acuerdo a las anchuras de calles principales y secundarias.

$$\frac{A_{distancia}}{H_{altura}} = \frac{7,30m}{10 m} = 0,73 < 1 \rightarrow \textit{Unilateral}$$

$$\frac{A_{distancia}}{H_{altura}} = \frac{15,94m}{10 m} = 1,59 > 1,5 \rightarrow \textit{Pareada}$$

Los parámetros que deben cumplir las vías según su clasificación vial están especificados en la Tabla 4, que es una síntesis basada en la **Tabla 23**, el cual fue obtenido de la normativa EEQ.S.A.. Aquellas vías fueron categorizadas según los parámetros de cuantificación que se muestra en la **Tabla 10**, conteniendo las mediciones de las calles y sus veredas.

Tabla 4. Parámetros de iluminación

Vía [Locales]	Luminancia [cd/m ²]	U0	TI Max [%]	UL min	SR min
D	1	0,4	15	-	-
G	0,75	0,4	15	-	-

De modo que para la simulación en el software Dialux, se trabajó con tres modelos de vías, la principal siendo clasificada como Local D, la entrada hacia la lotización y las calles dentro de la urbanización serán clasificadas como Local G, ya que su nivel de tráfico es muy bajo debido a que se encuentra ubicado lejos de la ciudad.

El AP formará parte del mismo circuito de BT para el cálculo de pérdidas admitidas de tensión, debido a que no se utilizará hilo piloto, pero contará con luminarias autocontroladas por fotocélula, es decir, tendrán sensores incorporados por cada luminaria, que tienen la capacidad de detectar la falta de luz en la zona y posteriormente activar la función de encender para mejorar la iluminación. Cabe recalcar que en la actualidad se está dando mayor uso de luces autocontroladas, debido a que el hilo piloto actúa por circuito y no por lámpara.

3.5.1 Cancha deportiva “Voluntad de Dios”

Todo tipo de urbanización cuenta con espacios deportivos para que la gente realice actividades recreativas, lo cual impulsa al ejercicio que es esencial en las personas y mucho más en los niños. Dentro de la lotización “Voluntad de Dios” se encuentra el espacio deportivo, el cual ha

sido considerada como carga especial, por lo tanto, también tendrá su propio medidor, ya que su alumbrado es un circuito independiente de AP, siendo controlado según los requerimientos de los moradores del sector.

Para la iluminación, al no contar con una norma específica por parte de la empresa distribuidora local, se ha recurrido al uso de una normativa extranjera avalada por diferentes organismos internacionales. Las recomendaciones serán tomadas de la norma española UNE, la cual secciona a este espacio dentro del estrato tres, debido a que los deportes realizados en dicho lugar no cuentan con un rango de espectadores ni mucho menos son televisados.

Tabla 5. Requerimientos según estrato

Estrato	E (lux)	U0 min	SR
3	200	0,5	>20

La cancha cuenta con una extensión de setenta y siete metros de largo, y cincuenta y seis metros de ancho, la cual según la norma solicita el nivel de iluminación que se muestra en la Tabla 5, basada en la **Tabla 13** para lugares ubicados en el exterior, y tomada en cuenta para este proyecto.

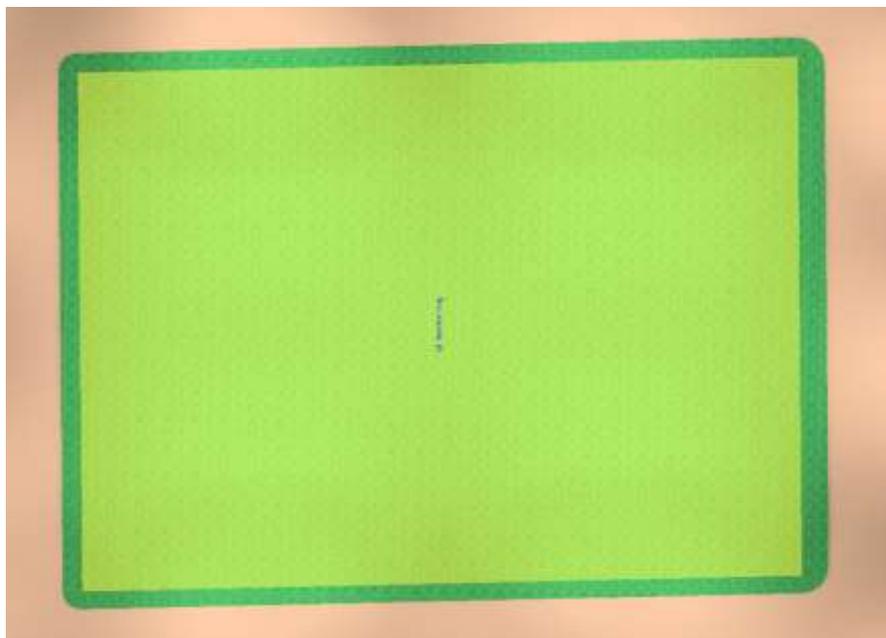


Figura 9. Cancha para actividades deportivas

La Figura 9 delimita el área deportiva correspondiente al terreno dentro de la lotización, al tratarse de un espacio destinado para realizar actividad física dentro del mismo se ha optado

por ubicar las luminarias con sus respectivos postes fuera del área. Aquellos postes serán de hormigón de doce metros de altura, los mismos que son implementados para MT, para lograr una correcta iluminación la disposición de los postes será en los laterales de la cancha contando con una separación de treinta y ocho metros y medio.

Sobre los mástiles se incorporará un arreglo de dos luminarias de 680 W por poste, es decir, la cancha contará con ocho luminarias en total para lograr la iluminación moderada de acorde a las actividades. Si bien es cierto la norma exige un mínimo de dos cientos luxes para el terreno, de lo cual se hará caso omiso debido a que, al tratarse de una lotización de interés social, la carga instalada para lograr dicho nivel de iluminación superará bruscamente a las cargas independientes de los usuarios.

Por consiguiente, la normativa para este espacio no será tomada en cuenta, debido a que el estudio está mayormente enfocado a la energización de los usuarios dentro de la lotización, sin embargo, se brindará una iluminación suficiente para la realización de las actividades recreativas nocturnas.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo está basado en la información y datos que se obtuvieron durante la realización del proyecto, considerando la calidad de servicio para la entrega de energía a una población rural des energizada, que contenga los parámetros establecidos por normativas de seguridad en los equipos y otorgar comodidad a sus habitantes.

4.1 Reubicación de la red en MT

Inicialmente la lotización ya contaba con una red existente en MT, la cual estaba ubicada frente a la misma. Para la ejecución de este proyecto la red tuvo que ser removida acercándola hacia la vía principal, para que los postes proyectados puedan ser aprovechados al máximo con la implementación de AP, y al mismo tiempo cumpla correctamente su función de entregar servicio eléctrico dentro de la lotización “Voluntad de Dios”.

La red proyectada en MT hacia la parroquia tiene una extensión de 183,15 metros dentro de lotización, seccionando solamente una fase de la red hacia la mitad de la comunidad, para posteriormente ubicar los transformadores monofásicos para la electrificación de la zona. Es importante mencionar que solo se podrá extender una de las tres líneas, debido a que al tratarse de un estrato tipo E la carga no representa una potencia considerable para el sistema, lo cual una implementación trifásica no es necesaria para esta zona según nos explica la normativa EEQ.S.A. y sus apartados para la elaboración de diseños.

Inicialmente la red existente contaba con una extensión de 482,53 metros, sin embargo, al realizar la reubicación tendrá una longitud de 492,62 metros, tal y como se lo puede observar de manera más detallada en la Figura 10. Cabe recalcar que separación de los postes de hormigón en la nueva red proyectada será de treinta metros, debido a la implementación del sistema de alumbrado direccionado hacia la carretera principal.

Además, los postes proyectados serán nombrados como “P” seguido de la numeración para identificarlos con color rojo, y los postes existentes serán llamados “Pe” de color negro. En el diseño los postes P3, P6 y P11, también contarán con la estructura monofásica volado de retención para el debido seccionamiento hacia la lotización a partir de la red primaria reubicada.

Finalmente, el sistema proyectado en MT tendrá un porcentaje equivalente al 0,006% para el primer transformador; 0,001% para el segundo transformador y 0,008% para el tercer transformador, de pérdidas admitidas de tensión el cual, cumple a la perfección los parámetros establecidos referentes a las caídas permitidas que establece la normativa EEQ.S.A. Los cálculos realizados para la obtención de pérdidas se los muestra detalladamente en la **Tabla 24**.

4.2 Energización de la lotización

Al ser un terreno grande, los habitantes sobrepasan de quince usuarios, por lo tanto, las demandas energéticas son establecidas de forma fija como se indica en la Tabla 6 según EEQ.S.A., el cual para las cincuenta y dos viviendas totales dentro de la lotización tendrá un consumo de 42,33 kW, siendo una mejor opción la división en tres partes al área rural, para el equilibrio de cargas y evitar el mal funcionamiento de los equipos. Este fraccionamiento estará en 18 usuarios para el transformador 1, seguido de 10 usuarios para el transformador 2 y en 24 consumidores para el tercer transformador.

Tabla 6. Delimitación de consumo

Ítem	No. Usuarios	Consumidor tipo E en kW
1	18	17,14
2	10	10,37
3	24	21,84
Total	52	42,33

Los cálculos obtenidos anteriormente ayudarán a complementar el dimensionamiento para los tres transformadores autoprotegidos, dos de ellos con una capacidad de 25 kVA y el sobrante con una capacidad de 15 kVA. Los cuales contendrán taps con el objetivo fundamental de nivelar los voltajes para el uso doméstico. A continuación, se presentan los datos calculados en el Capítulo III y la capacidad escogida según su potencia obtenida, es importante mencionar que siempre se selecciona la capacidad del transformador de acuerdo a su inmediato superior del cálculo obtenido.

$$\text{Transformador 1} = 22,5046 \text{ kVA} \rightarrow 25 \text{ kVA}$$

$$\text{Transformador 2} = 12,2214 \text{ kVA} \rightarrow 15 \text{ kVA}$$

$$\text{Transformador 3} = 23,4554 \text{ kVA} \rightarrow 25 \text{ kVA}$$

Para la red secundaria se ha dividido en circuitos que provienen desde los transformadores hacia los usuarios utilizando aluminio preensamblado $2/\phi$, tal y como se lo explicó anteriormente para asegurar no sobrepasar el 3,5% en zona rural. El transformador 1 contará con dos circuitos añadiendo el espacio deportivo que solamente será de iluminación, mientras que el transformador 2 contendrá un solo circuito, y finalmente el transformador 3 abarcará con tres circuitos. Llegando a ser seis circuitos totales para la parroquia como se lo presenta en la Tabla 7. Dichos cálculos se podrán visualizar desde la **Tabla 25** a la **Tabla 30**, que contienen de manera más detallada la obtención de los resultados por tramos designados.

Tabla 7. Caídas de voltaje por circuito

Transformador/ Circuito	$\Delta V \%$
T1-C1	3,17
T1-C2	2,45
T2-C3	2,09
T3-C4	3,16
T3- C5	1,57
T3- C6	3,07

Por otro lado, se debe mencionar que, para la protección del transformador autoprotegido en MT, ya cuenta con su fusible incorporado, mientras que al tener un transformador convencional debería dimensionarse su fusible de acuerdo a la capacidad del mismo. Mientras que los fusibles en BT serán de 100 amperios solicitados por el GAD Municipal, los mismos que estarán ubicados después del transformador, ya que ambas redes deben brindar calidad de servicio hacia los moradores en caso de presentar desconexiones.

Es importante saber que la incorporación de la puesta a tierra en las redes secundarias, cuenta como un método de seguridad y protección para salvaguardar a los equipos. Para este procedimiento se utilizarán varillas de cobre 8 AWG de protección para los finales de circuito, y una varilla de cobre desnudo $1/\phi$ para los transformadores. Los medidores en las viviendas también contarán con su respectiva puesta a tierra que proteja a los electrodomésticos, todo esto se podrá visualizar en la Figura 11.

En la Figura 12 se puede observar la simulación de AP para la lotización, al ya contar con la energización adecuada, se procede a presentar las tablas con los cálculos obtenidos y solicitados para la respectiva comparación, mostrando los factores según la luminaria utilizada que cumple con las UP explicadas anteriormente. Se puede observar que los datos concluidos son totalmente viables para los conductores y habitantes de la parroquia “Voluntad de Dios”.

Tabla 8. Parámetros fotométricos para Local D

Luminancia [cd/m^2]		U0		TI %	
Necesario	Obtenido	Necesario	Obtenido	Necesario	Obtenido
1	1,21	0,4	0,52	10	10

Tabla 9. Parámetros fotométricos para Local G

Luminancia [cd/m^2]		U0		TI %	
Necesario	Obtenido	Necesario	Obtenido	Necesario	Obtenido
0,75	1,1	0,4	0,47	10	10

La vía clasificada como Local D toma lugar a la carretera principal al lado derecho de la lotización, cumpliendo con los cálculos solicitados por EEQ.S.A. en la Tabla 8. Para las vías Locales G, se presentará la Tabla 9, conteniendo las mediciones simuladas que abarcan a todas las calles dentro de la lotización, y se comprobarán los datos necesarios a los cuales las calles deben alcanzar una buena visualización para que los conductores no tengan riesgos de accidente por falta de iluminación.



Figura 13. Simulación de AP

La Figura 13 está ubicada en la parte superior de la lotización, en la que se utilizó luminarias con una disposición pareada, debido a que contaba con una anchura de quince metros, midiendo por lado 7,3 metros y asemejándose a las calles dentro de la parroquia, por esta razón la ubicación de iluminación a cada lado es de suma importancia, ya que implementar postes a cada lado es un gasto significativo y no muy conveniente, además de quitar espacio a los peatones.



Figura 14. Simulación del espacio deportivo

Los datos obtenidos para este espacio no son influyentes, debido a que el caso de estudio es la energización de la parroquia, por lo tanto, la cancha ha sido ubicada como segundo plano al no ser de vital importancia. De igual forma, se logró una implementación de noventa y ocho luxes, como se puede observar en la Figura 14, tiene un buen nivel de iluminación con un 0,6 de factor de uniformidad en todo el espacio. Además, contendrá su propio tablero para el debido control de uso para esta área verde enfocada netamente al ejercicio.

Por otro lado, los proyectos siempre deben considerar todos los servicios técnicos de mantenimiento y operación de manera anual, para contar con los ahorros financieros y disminuir las quejas por parte de los clientes consumidores, es por esta razón que los cálculos para dichos procesos son analizados con detenimiento para saber la factibilidad de la ejecución del proyecto a realizar y todo lo que influye dentro de éste. Sin embargo, en el apartado de anexos se podrá visualizar los cálculos obtenidos, planos con sus respectivas simbologías y diagrama unifilar de las redes proyectadas.

CONCLUSIONES

El diseño para la parroquia “Voluntad de Dios” fue desarrollada de acuerdo a lo solicitado por el GAD Municipal, los cuales se requirió la implementación base a las normativas de la empresa EEQ.S.A., para el correcto suministro energético hacia cincuenta y dos usuarios totalmente desenergizados, los cuales 38 hogares existen actualmente y 14 serán construidos en un futuro. Mediante la implementación de tres transformadores monofásicos autoprotegidos de: 25 kVA, 15 kVA y 25 kVA, que procederán a dar servicio eléctrico a toda la lotización, teniendo en cuenta las seguridades y protecciones ante los habitantes y/o equipos conectados en la red nueva proyectada.

Este diseño da como resultado la implementación de 77 postes en total, los cuales 22 tendrán una altura de 12 metros en MT, siendo once postes de estructura trifásica para la reubicación al lado de la carretera principal. Por otro lado, para la extensión de la red en MT hacia la lotización se utilizará 2 postes de estructura monofásica central pasante y 1 poste monofásico central de retención para el primer transformador, 1 poste de estructura monofásica central de retención para el segundo transformador, finalmente 4 postes de estructura monofásica central y 1 poste de retención para el tercer transformador. Cabe recalcar que éstos postes también cuentan con su luminaria para AP. En BT existirán 55 postes de una altura de diez metros, con su respectiva luminaria cada uno.

En la red de MT para el seccionamiento hacia la lotización las caídas de voltaje son de 0,006%; 0,001%; 0,008%, por lo tanto, se logra cumplir con los parámetros establecidos por la normativa EEQ.S.A., lo cual establece que no debe superar el 1% de caída admitida de voltaje. Cabe recalcar que para obtener el porcentaje favorable de caída de voltaje se utilizó las tablas de EEA.S.A. con el conductor 2/0 de ACSR, el cual fue solicitado de manera especial por el GAD Municipal. Asegurando así, la entrega de calidad de servicio a los consumidores y mejorando su estilo de vida a largo plazo, teniendo en cuenta su tasa de crecimiento del 5,6% según INEC.

El primer transformador contemplará dos circuitos de BT, mientras que el segundo transformador contendrá solo un circuito, y para el tercer transformador se ha realizado el cálculo de tres circuitos. Cada uno contiene su debido cálculo de voltaje admitido, los cuales serán del material AAC preensamblado de 2x2/0+2/0, también solicitado por la empresa a cargo. Estos dimensionamientos están mayormente enfocados a brindar energía a los puntos más lejanos, sin contener pérdidas elevadas reglamentadas por la normativa de EEA.S.A.,

teniendo los siguientes valores por circuito dentro del rango permitido de 3,5%: 3,17%; 2,45%; 2,09%; 3,16%; 1,57%; 3,07%.

En cuanto al AP, el GAD Municipal ha pedido incorporar en los mismos circuitos secundarios de BT al AP, ya que, al ser luminarias autocontroladas, su conexión se hará debidamente en cada poste al contener los conductores necesarios para su energización mediante el uso de fotocélula.

Por otro lado, el espacio deportivo ha sido simulado sin enfatizar las normativas UNE, ya que se dio prioridad a los consumidores con falta de electricidad, de modo que las personas puedan utilizar este sitio a cualquier hora nocturna sin ningún riesgo de accidente o robo. Por lo tanto, se procedió a la simulación de dicho espacio con 98 luxes y 0,6 de factor de uniformidad, brindando visibilidad en esta zona con la incorporación de ocho luminarias de 680 W.

En Anexos se podrá observar el presupuesto total que contiene materiales, mano de obra, transporte de postes, administrativos, fiscalización e IVA necesarios para llevar a cabo dicho proyecto con un total de \$95.693,48.

RECOMENDACIONES

Para realizar este tipo de proyectos es recomendable visitar el lugar de trabajo antes de comenzar a diseñarlo, para poder estar al tanto con los materiales existentes y que cosas se deben implementar según lo necesitado y solicitado por las empresas, para lograr una buena calidad de servicio energético de acuerdo a los parámetros establecidos que son recomendados por criterios especializados en el tema.

Estos proyectos siempre deben ser realizados de acuerdo a los criterios que requiera la empresa a cargo, es decir, con las especificaciones que solicita el GAD Municipal para este trabajo, evitando malos entendidos y molestias del cliente. Además, tener el criterio de diseño basado en los parámetros establecidos otorgados por el solicitante y entregar toda la información detallada de lo requerido.

La implementación debe ser realizada por personas con conocimientos amplios sobre el tema, ya que trabajar con electricidad es un tema que debe ser estudiado con detenimiento, para completar la realización del trabajo adecuadamente.

REFERENCIAS

- [1] J. L. Maccarone and O. Fata, “Metodo de Enseñanza de Temas de Organización y Gestión para Ingenieros , Aplicado a Empresas de Distribución de Energia Electrica.”
- [2] F. D. Rinaudo and L. M. Aromataris, “Impacto de la generación eólica en estabilidad transitoria de sistemas eléctricos de potencia,” *2014 IEEE Bienn. Congr. Argentina, ARGENCON 2014*, pp. 438–442, 2014, doi: 10.1109/ARGENCON.2014.6868533.
- [3] M. R. Patel, N. A. Rathod, and B. Mehta, “Electrical power distribution design voltage profile improvement for metro railway station,” *Proc. World Conf. Smart Trends Syst. Secur. Sustain. WS4 2020*, pp. 473–477, 2020, doi: 10.1109/WorldS450073.2020.9210395.
- [4] J. Tabatabaei, M. Samiei Moghaddam, and J. Mohammadi Baigi, “Rearrangement of electrical distribution networks with optimal coordination of grid-connected hybrid electric vehicles and wind power generation sources,” *IEEE Access*, pp. 219513–219524, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3042763.
- [5] W. Tian, X. Li, and F. Shang, “Design scheme of electric IoT wireless private network,” *2019 6th Int. Conf. Syst. Informatics, ICSAI 2019*, no. Icsai, pp. 314–318, 2019, doi: 10.1109/ICSAI48974.2019.9010433.
- [6] X. Zhang *et al.*, “Architecture design of electric power emergency communication based on 4G LTE network,” *2019 IEEE 4th Int. Conf. Cloud Comput. Big Data Anal. ICCCBDA 2019*, pp. 600–603, 2019, doi: 10.1109/ICCCBDA.2019.8725799.
- [7] C. Berné Manero, M. García-González, M. E. García-Uceda, and J. M. Múgica Grijalba, “Identification and analysis of the criteria for change in the tourist distribution system and the intensive use of information and communication technologies,” *Investig. Eur. Dir. y Econ. la Empres.*, vol. 19, no. 2, pp. 90–101, 2013, doi: 10.1016/j.iedee.2012.09.002.
- [8] K. A. Nethravathi and S. R. Shankar, “Channel modeling and analysis with mineralogy based spectroscopic dielectric model in wireless underground sensor networks,” *2017 2nd Int. Conf. Conver. Technol. I2CT 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 155–160, 2017, doi: 10.1109/I2CT.2017.8226112.
- [9] A. Cervantes-Hernandez, G. Velazquez-Gaytan, and J. L. Monroy-Morales, “A new switching time calculation algorithm for SPWM three-phase voltaje source inverter,” *2017 IEEE Int. Autumn Meet. Power, Electron. Comput. ROPEC 2017*, vol. 2018-Janua,

- no. Ropec, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/ROPEC.2017.8261595.
- [10] D. C. Acuña, “Efectos del voltaje de tubo en la dosis de radiación y calidad de imagen en fantoma en tomografía computarizada multicorte pediátrica,” *Rev. Chil. Radiol.*, vol. 22, no. 1, pp. 20–26, 2016, doi: 10.1016/j.rchira.2016.02.004.
- [11] D. Arias Cazco, R. A. Robayo Vasco, and L. Ortiz Matos, “Novel inteligente Step Voltaje Regulator (SVR) for residential electrical connections,” *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 14, no. 4, pp. 1656–1661, 2016, doi: 10.1109/TLA.2016.7483497.
- [12] E. Rq, W. K. H. Dsxqry, G. Frqwuro, W. K. H. Dsxqry, and Q. R. Q. Olqhd, “&Rqwuro Vwudwhjlhv Iru Orz Yrowdjh ’& Uhlghqfldo Julgv Zlwk Frqwdqw Srzhu Ordgv,” vol. 219, pp. 5–10.
- [13] B. Li and L. Gu, “The development of LED street lamp pavement lighting effects testing system,” *2014 11th China Int. Forum Solid State Light. SSLCHINA 2014*, no. 2, pp. 107–110, 2014, doi: 10.1109/SSLCHINA.2014.7127233.
- [14] Y. Li, P. Niu, and Z. Su, “Design of greenhouse monitoring and control system based on LED lighting,” *2015 12th China Int. Forum Solid State Light. SSLCHINA 2015*, pp. 123–126, 2015, doi: 10.1109/SSLCHINA.2015.7360704.
- [15] L. Zhou, W. Sheng, W. Liu, and Z. Ma, “An optimal expansion planning of electric distribution network incorporating health index and non-network solutions,” *CSEE J. Power Energy Syst.*, vol. 6, no. 3, pp. 681–692, 2020, doi: 10.17775/CSEEJPES.2018.01230.
- [16] C. A. Saldarriaga, R. A. Hincapie, and H. Salazar, “An integrated expansion planning model of electric and natural gas distribution systems considering demand uncertainty,” *IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet.*, vol. 2015-Septe, no. 978, 2015, doi: 10.1109/PESGM.2015.7286580.
- [17] M. Rosales, C. Rica, and C. Rica, “aluminio en edificaciones,” pp. 0–3.
- [18] E. Mauricio *et al.*, “y sus aplicaciones.”
- [19] Y. Amrane, A. A. Ladjici, M. Boudour, and M. Lamari, “Study of Photovoltaic Power Plant Distribution Network Integration: Case of Algeria-Djanet City Distribution Network,” *Proc. Alger. Large Electr. Netw. Conf. CAGRE 2019*, pp. 99–103, 2019, doi: 10.1109/CAGRE.2019.8713294.
- [20] M. M. Perdomo, U. Manassero, and J. R. Vega, “Análisis del Impacto de Arranque de Motores Eléctricos de Gran Potencia en Redes de Media Tensión,” *2020 IEEE Congr.*

- Bien. Argentina, ARGENCON 2020 - 2020 IEEE Bienn. Congr. Argentina, ARGENCON 2020*, 2020, doi: 10.1109/ARGENCON49523.2020.9505473.
- [21] J. Hortal-Carmona *et al.*, “Efficiency is not enough. Ethical analysis and recommendations for the allocation of scarce resources in a pandemic situation,” *Gac. Sanit.*, vol. 35, pp. 525–533, 2021, doi: 10.1016/j.gaceta.2020.07.006.
- [22] L. Torres, L. Diego, and P. Marelli, “Diseño de un sistema de control jerárquico sobre equipos de climatización en función de la demanda de potencia en un edificio educativo.”
- [23] M. E. Bayrakdar, “Rule based collector station selection scheme for lossless data transmission in underground sensor networks,” *China Commun.*, vol. 16, no. 12, pp. 72–83, 2019, doi: 10.23919/JCC.2019.12.005.
- [24] D. Li *et al.*, “A visual-inertial localization method for unmanned aerial vehicle in underground tunnel dynamic environments,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 76809–76822, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2989480.
- [25] M. Pan, D. Liang, L. Ru, and M. Xue, “Research and development of intelligent headlight test system based on machine vision,” *2020 17th China Int. Forum Solid State Light. 2020 Int. Forum Wide Bandgap Semicond. China, SSLChina IFWS 2020*, no. 182, pp. 140–143, 2020, doi: 10.1109/SSLChinaIFWS51786.2020.9308790.
- [26] A. S. Darwin, L. P. Paola, P. C. Javier, E. O. Nikolai, A. V. Jorge, and G. B. Marco, “Simulación y comprobación de cobertura y compatibilidad electromagnética de operadoras de transmisión de televisión digital para la ciudad de Quito,” *2016 IEEE Colomb. Conf. Commun. Comput. COLCOM 2016 - Conf. Proc.*, pp. 85–96, 2016, doi: 10.1109/ColComCon.2016.7516387.
- [27] U. Manassero, A. S. Loyarte, and E. Salvetti, “Diseño y evaluación de una micro-red con almacenamiento y generación híbrida diésel-fotovoltaica en un distrito rural,” *2020 IEEE Congr. Bien. Argentina, ARGENCON 2020 - 2020 IEEE Bienn. Congr. Argentina, ARGENCON 2020*, 2020, doi: 10.1109/ARGENCON49523.2020.9505445.
- [28] A. García-Escudero, G. Navarro-Bustos, S. Umbría-Jiménez, R. González-Cámpora, and H. Galera-Davidson, “Planos conjugados y sistema de iluminación de Köhler en microscopía óptica,” *Rev. Esp. Patol.*, vol. 50, no. 2, pp. 113–123, 2017, doi: 10.1016/j.patol.2016.11.002.
- [29] D. Wang, K. Meng, X. Gao, G. Liang, F. Luo, and Z. Y. Dong, “Distributed control of

- air-conditioning loads for voltage regulation in active distribution network,” *IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet.*, vol. 2016-Novem, pp. 1–5, 2016, doi: 10.1109/PESGM.2016.7741317.
- [30] C. Kai, “Smart Distribution Network Considering,” pp. 1–6, 2018.
- [31] H. Wang and R. Wen, “Analysis of air traffic network of China,” *Proc. 2012 24th Chinese Control Decis. Conf. CCDC 2012*, pp. 2400–2403, 2012, doi: 10.1109/CCDC.2012.6244385.
- [32] I. Kabashkin, “Resilient communication network of Air Traffic Management system,” *Proc. - 2016 Adv. Wirel. Opt. Commun. RTUWO 2016*, pp. 156–160, 2017, doi: 10.1109/RTUWO.2016.7821875.
- [33] T. Tran-Quoc, J. C. Sabonnadière, N. Hadjsaid, C. Kieny, and K. Le, “Air conditioner direct load control in distribution networks,” *2009 IEEE Bucharest PowerTech Innov. Ideas Towar. Electr. Grid Futur.*, pp. 1–6, 2009, doi: 10.1109/PTC.2009.5281987.
- [34] D. Rajičić and R. Ačkovski, “Modeling underground lines as components of distribution network grounding systems,” *EUROCON 2005 - Int. Conf. Comput. as a Tool*, vol. II, pp. 1255–1258, 2005, doi: 10.1109/eurcon.2005.1630184.
- [35] J. F. Allan, S. Reiher, G. Lambert, and S. Lavoie, “Field tests of a robot system prototype for the underground distribution lines,” *2010 IEEE PES Transm. Distrib. Conf. Expo. Smart Solut. a Chang. World*, pp. 1–5, 2010, doi: 10.1109/TDC.2010.5484592.
- [36] L. T. Dung and S. G. Choi, “Effect of soil properties on hop count distribution in wireless underground sensor networks,” *Int. Conf. Ubiquitous Futur. Networks, ICUFN*, no. 6, pp. 568–570, 2017, doi: 10.1109/ICUFN.2017.7993853.
- [37] IEEE, *IEEE Recommended Practice for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems Distribution Secondary Networks*, no. September. 2011.
- [38] C. Q. Li, C. L. Mao, and Z. Q. Yuan, “Research on the optimization configuration of electric secondary system of power distribution network,” *China Int. Conf. Electr. Distrib. CICED*, no. Ciced, pp. 5–6, 2012, doi: 10.1109/CICED.2012.6508548.
- [39] A. Al-Abadi, A. Gamil, and F. Schatzl, “Optimum Shielding Design for Losses and Noise Reduction in Power Transformers,” *ARWtr 2019 - Proc. 2019 6th Adv. Res. Work. Transform.*, no. October, pp. 25–30, 2019, doi: 10.23919/ARWtr.2019.8930176.
- [40] IEEE Power & Energy Society, “IEEE Standard Test Procedure for Thermal Evaluation of Insulation Systems for Liquid-Immersed Distribution and Power Transformers -

- Redline,” *IEEE Std C57.100-2011 (Revision IEEE Std C57.100-1999) - Redline*, vol. 2011, no. January, pp. 1–55, 2012.
- [41] M. Rioual and J. C. Reveret, “Energization of step-up transformers for wind-farms: Modeling and its validation by tests performed on a 10 MW site,” *2009 IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet. PES '09*, pp. 1–8, 2009, doi: 10.1109/PES.2009.5275993.
- [42] P. S. Communications, C. Committee, I. Power, and E. Society, “IEEE Standard for Interoperability,” vol. 2020, 2020.
- [43] W. Wang, Y. Fang, W. Wang, Q. He, and N. Zou, “Study on Factors Correlation of Personal Lighting Comfort Model in Cyber-Physical Human Centric Systems,” *2020 5th Jr. Conf. Light. Light. 2020 - Proc.*, 2020, doi: 10.1109/Lighting47792.2020.9240565.
- [44] A. Pachamanov, K. Georgiev, and M. Dimitrov, “Self-limiting Tunnel Lighting System, Powered by a Photovoltaic System,” *2020 5th Jr. Conf. Light. Light. 2020 - Proc.*, 2020, doi: 10.1109/Lighting47792.2020.9240567.
- [45] S. Zalewski, “Concurrent lighting system on roads in practice,” *Proc. 2016 IEEE Light. Conf. Visegr. Countries, Lumen V4 2016*, pp. 2–4, 2016, doi: 10.1109/LUMENV.2016.7745547.
- [46] P. Zak and J. Zalesak, “The influence of spectral properties of light in street lighting on visual perception,” *Proc. 2016 IEEE Light. Conf. Visegr. Countries, Lumen V4 2016*, pp. 2–5, 2016, doi: 10.1109/LUMENV.2016.7745515.
- [47] E. Anthopoulou and L. Doulos, “The effect of the continuous energy efficient upgrading of LED street lighting technology: The case study of Egnatia Odos,” *2019 2nd Balk. Jr. Conf. Light. Balk. Light Jr. 2019 - Proc.*, pp. 58–59, 2019, doi: 10.1109/BLJ.2019.8883662.
- [48] O. E. Bulkeley, “Capital of Michigan will have first architecturally uniform lighting system: Lansing adopts plan whereby every paved street will ultimately be lighted from ornamental, underground-fed standards — How the needs of each class of streets are to be met,” *J. Am. Inst. Electr. Eng.*, vol. 42, no. 4, pp. 412–413, 2013, doi: 10.1109/joaiee.1923.6593333.
- [49] R. Ubudi, B. Irawan, and R. E. Saputra, “Automation system for controlling and monitoring ornamental plants using fuzzy logic method,” *ICCREC 2017 - 2017 Int. Conf. Control. Electron. Renew. Energy, Commun. Proc.*, vol. 2017-Janua, pp. 196–201, 2017, doi: 10.1109/ICCEREC.2017.8226706.

- [50] S. I. Astuti, S. P. Arso, and P. A. Wigati, “*濟無*No Title No Title No Title,” *Anal. Standar Pelayanan Minimal Pada Instal. Rawat Jalan di RSUD Kota Semarang*, vol. 3, pp. 103–111, 2015.
- [51] G. Para and D. D. E. Redes, “PARTE A,” 2021.
- [52] J. Symons and C. Mockler, “Co No Co,” pp. 1–15, 1997.
- [53] E. P. T. Kerja, “*濟無*No Title No Title No Title,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., vol. 13, no. April, pp. 15–38, 1967.
- [54] (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) INEC, “Fascículo Provincial Orellana,” *Censo población y vivienda del Ecuador 2010*, p. 8, 2010, [Online]. Available: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/orellana.pdf>.
- [55] EEASA, “Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.,” 2021, [Online]. Available: https://www.eeasa.com.ec/tarifa_básica.
- [56] “Switching Overvoltages, Substations,” vol. 8, no. 1, pp. 163–193, 1999, doi: 10.1201/9781420052015.ch5.
- [57] X. Wei, Z. Peng, Z. Deng, H. Wu, Q. Wang, and C. Wang, “Upon GIS Disconnecter Electric Field Distribution,” pp. 2–5, 2015.
- [58] J. C. Hernández, F. S. Sutil, and P. G. Vidal, “Electrical protection in a smart dc node that feeds electric vehicles charging stations,” *12th IET Int. Conf. Dev. Power Syst. Prot. DPSP 2014*, no. dc, pp. 1–6, 2014.
- [59] S. Qiu, X. Si, Z. Li, S. Zhang, and Z. Duan, “Lightning strike protection performance research of early streamer emission terminal based on contrastive discharge test,” *2016 IEEE Int. Power Modul. High Volt. Conf. IPMHVC 2016*, pp. 688–694, 2017, doi: 10.1109/IPMHVC.2016.8012794.
- [60] Comité Técnico CTN 72, “Une 12.193 Iluminación de instalaciones deportivas,” pp. 1–5, 2020.
- [61] N. Bogdos and E. S. Manolagos, “Crowd-Sourced Wildfire Spread Prediction with Remote Georeferencing Using Smartphones,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 102102–102112, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2931456.
- [62] T. Barroso, J. Sanguino, and A. Rodrigues, “Georeferencing for coordinated positioning applications,” *2011 14th Int. Symp. Wirel. Pers. Multimed. Commun. Commun. Netw. Appl. Internet Things, WPMC’11*, pp. 2–6, 2011.

ANEXOS

Tipo de vía	Tránsito	Especificaciones mínimas de la vía					
		No. Carriles por sentido	Ancho de vía	Ancho de acera	Parterre [m]	Ancho carril (Estacionamiento)	Ancho total
Local D	Vehicular	1	7,00	2,00	---	2,00	13,00
Local E	Vehicular	1	6,00	2,00	---	2,00	12,00
Local F	Vehicular	1	7,00	2,00	---	---	11,00
Local G	Vehicular	1	6,00	2,00	---	---	10,00
Local H	Vehicular	1	6,00	1,50	---	---	9,00
Local I	Vehicular	1	5,60	1,20	---	---	8,00
Local J	Vehicular	---	---	---	---	---	6,00
A (2)	Peatonal	---	---	---	---	---	6,00
B (2)	Peatonal	---	---	---	---	---	3,00
Escalinata	Peatonal	---	---	---	---	---	2,40

Tabla 10. Clasificación vial

Categoría de Estrato de consumo	Escalas (kWh/mes/cliente)
E	0 - 100
D	101 - 150
C	151 - 250
B	251 - 350
A	351 - 500
A1	501 - 900

Tabla 11. Estrato de consumo

Usuario Tipo	Porcentaje (%)
A1, A, B	90
C, D, E	80
Comerciales e Industriales	90

Tabla 12. Porcentaje según estrato

Estrato	Iluminación horizontal (lux)	Uniformidad	Rendimiento cromático	Valoración de brillo
I	750	0,7	>60	N/A
II	500	0,7	>60	N/A
III	200	0,5	>20	N/A

Tabla 13. Iluminación exterior eventos no televisados

No. Usuarios	A1	A	B	C	D	E
10	39,27	31,44	23,34	17,02	12,64	10,37
18	64,87	51,94	38,56	28,12	20,88	17,14
24	82,68	66,19	49,14	35,84	26,61	21,84
52	160,24	128,12	95,24	69,46	51,57	42,33

Tabla 14. DMD según tipos de estratos en kW

Transformadores monofásicos			
VOLTAJE NOMINAL		N° DE FASES	POTENCIA NOMINAL (kVA)
MV (kV)	BV (V)		
13,8 kV	220/127 V	3	15; 30; 45; 50; 60; 75; 90; 100; 112,5; 125
7,9 kV	240/120 V	1	3; 5; 10; 15; 25; 37,5

Tabla 15. Capacidades de transformadores

Transformador	Secundario	
	240/120 V	
	In	Fusible
10	41,67	35
15	62,5	40
25	104,17	80
37,5	156,25	100

Tabla 16. Protección para redes aéreas según el transformador

Componentes de Sistema de Distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de voltaje	Caída de voltaje
Primario	3,5%	4,0%

Tabla 17. Caída máxima de voltaje con taps

CONDUCTOR CALIBRE (AWG)	Factor FCV (kVA - m)		
	1F2C	2F3C	3F4C
2	300	1184	1762
1/0	430	1690	2506
2/0	508	1989	2945

Tabla 18. Conductores Aluminio con acero reforzado ACSR para Red primaria

Componentes de Sistema de Distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de voltaje	Caída de voltaje
Secundario	3,0%	3,5%

Tabla 19. Caída máxima de voltaje con taps

USUARIO RESIDENCIAL	DMU	DMU	CI	CI
TIPO	kW	kVA	Kw	kVA
E	1,81	1,91	3,02	3,18
D	2,21	2,33	4,42	4,65
C	2,97	3,13	7,43	7,82
B	4,08	4,29	13,6	14,32
A	5,49	5,78	21,96	23,12
A1	6,86	7,22	27,44	28,88

Tabla 20. Valores referenciales de demanda máxima y carga instalada para caídas de voltaje en Red secundaria

CONDUCTOR (AWG)	kVA - m
	240/120 V 3 hilos
1/0	416
2/0	584
3/0	781

Tabla 21. Conductores Aluminio Preensamblado AAC para Red secundaria

Descripción	Especificación	
Código	B5030	B5031
Potencia	150W	150W
Temperatura de color	4000K	4000K
Lúmenes	20400LM	20400LM
Eficiencia	>136LM/W	>136LM/W
Factor de potencia	>0,92	>0,92
Distorsión armónica	< 10%	< 10%
CRI	>70	>70
Voltaje	90-277VAC	90-277VAC
Horas de vida	>100,000H	>100,000H
Grado de protección	IP66/IK08	IP66/IK08
Tipo de Driver	DIM 0 - 10V	DIM 0 - 10V
Medidas	418,3x345,5x50mm	418,3x345,5x50mm
Peso Neto	5,55kg	5,55kg
Con base	No	Si

Tabla 22. Luminaria para AP

Tipo de vía	Parámetros fotométricos					Altura recomendada a montaje	Potencia luminaria
	Lp mínimo [cd/m ²]	U0 Mínimo	TI Máximo [%]	UL mínimo	SR Mínimo		
Colectora Arterial Principal Arterial Secundaria Expresa	2	0,4	10	0,7	0,5	11 a 12	400 W
Local A	2	0,4	10	0,7	0,5	11 a 12	400 W
Local B	2	0,4	10	0,7	0,5	12 a 12	400 W
Local C	1,5	0,4	10	0,7	0,5	13 a 12	250 W
Local D a F	1	0,4	10	No requiere	No requiere	8 a 8,5	150 W
Local G a J	0,8	0,4	10	No requiere	No requiere	8 a 8,5	100 W
Peatonal A, B y escalatinatas	0,8	0,4	10	No requiere	No requiere	8 a 8,5	100 W

Tabla 23. Parámetros viales

**ANEXO DE CAÍDAS DE TENSIÓN EN MEDIA TENSIÓN
Y BAJA TENSIÓN**

		CNEL - SUCUMBOS GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL FRANCISCO DE ORELLANA CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE EN CIRCUITOS PRIMARIOS				HOJA 1 DE 1				
NOMBRE DEL PROYECTO:		LOTIZACIÓN "VOLUNTAD DE DIOS" PARROQUIA FRANCISCO			VOLTAJE: 13,8 KV		No. FASES: 1			
No. DEL PROYECTO:					LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE:		1,00%			
TIPO DE INSTALACIÓN:		AÉREO			MATERIAL DEL CONDUCTOR:		ACSR			
ESQUEMAS					LÍNEA			CÓMPUTO		
TRAMO		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		CARGA	No. DE FASES	CONDUCTOR		KVA - Km	Δ V %	
DESIGNACIÓN	LONG. (KM)	No.	KVA			TOTAL kVA	CALIBRE		KVA - Km, para 1% de Δ V	PARCIAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	0,048			25	1	AL 2/0	508	1,20	0,0024	0,002
1-2	0,03			25	1	AL 2/0	508	0,75	0,0015	0,004
2-3	0,037	T1	25	25	1	AL 2/0	508	0,93	0,0018	0,006
5-6	0,035	T2	15	15	1	AL 2/0	508	0,53	0,0010	0,001
7-8	0,045			25	1	AL 2/0	508	1,13	0,0022	0,002
8-9	0,03			25	1	AL 2/0	508	0,75	0,0015	0,004
9-10	0,03			25	1	AL 2/0	508	0,75	0,0015	0,005
10-11	0,03			25	1	AL 2/0	508	0,75	0,0015	0,007
11-12	0,03	T3	25	25	1	AL 2/0	508	0,75	0,0015	0,008

Tabla 24. Caídas de voltaje en Red primaria de la lotización proyectada

		CNEL - SUCUMBÍOS				HOJA 1 DE 6			
		GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL FRANCISCO DE ORELLANA							
		DIRECCIÓN INGENIERÍA DE DISTRIBUCIÓN							
		CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE EN CIRCUITOS SECUNDARIOS							
NOMBRE DEL PROYECTO:		LOTIZACIÓN "VOLUNTAD DE DIOS"		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:		T1-25 KVA			
No. DEL PROYECTO:		PARROQUIA FRANCISCO DE ORELLANA		USUARIO TIPO:		E			
TIPO DE INSTALACIÓN:		AÉREO		DMU:		1,91			
VOLTAJE:		240/120 V No. FASES: 2		CIRCUITO No.:		C1			
LÍMITE DE CAÍDA DE TENSIÓN:		3,50%		MATERIAL DEL CONDUCTOR:		AAC PREENSAMBLADO			
ESQUEMAS			DEMANDA	CONDUCTOR			CÓMPUTO		
TRAMO		NÚMERO DE USUARIOS	KVA (d)	CALIBRE	KVA (LT)	KVA - m, para 1% de Δ V	KVA - m	Δ V %	
DESIGNACIÓN	LONG. (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	14	12	24,71	2F 2/0		584	345,99	0,59	0,59
1-2	9	12	23,90	2F 2/0		584	215,08	0,37	0,96
2-3	30	10	19,92	2F 2/0		584	597,46	1,02	1,98
3-4	35	6	12,11	2F 2/0		584	423,93	0,73	2,71
4-5	17	4	8,13	2F 2/0		584	138,20	0,24	2,95
5-6	14		0,16	2F 2/0		584	2,28	0,00	2,95
5-7	24		0,16	2F 2/0		584	3,91	0,01	2,96
5-8	17	4	7,80	2F 2/0		584	132,65	0,23	3,17
1-9	24		0,33	2F 2/0		584	7,83	0,01	0,61
9-10	30		0,16	2F 2/0		584	4,89	0,01	0,61
1-11	19		0,49	2F 2/0		584	9,29	0,02	0,61
11-12	30		0,33	2F 2/0		584	9,78	0,02	0,63
12-13	30		0,16	2F 2/0		584	4,89	0,01	0,63

Tabla 25. Circuito 1 de transformador 1

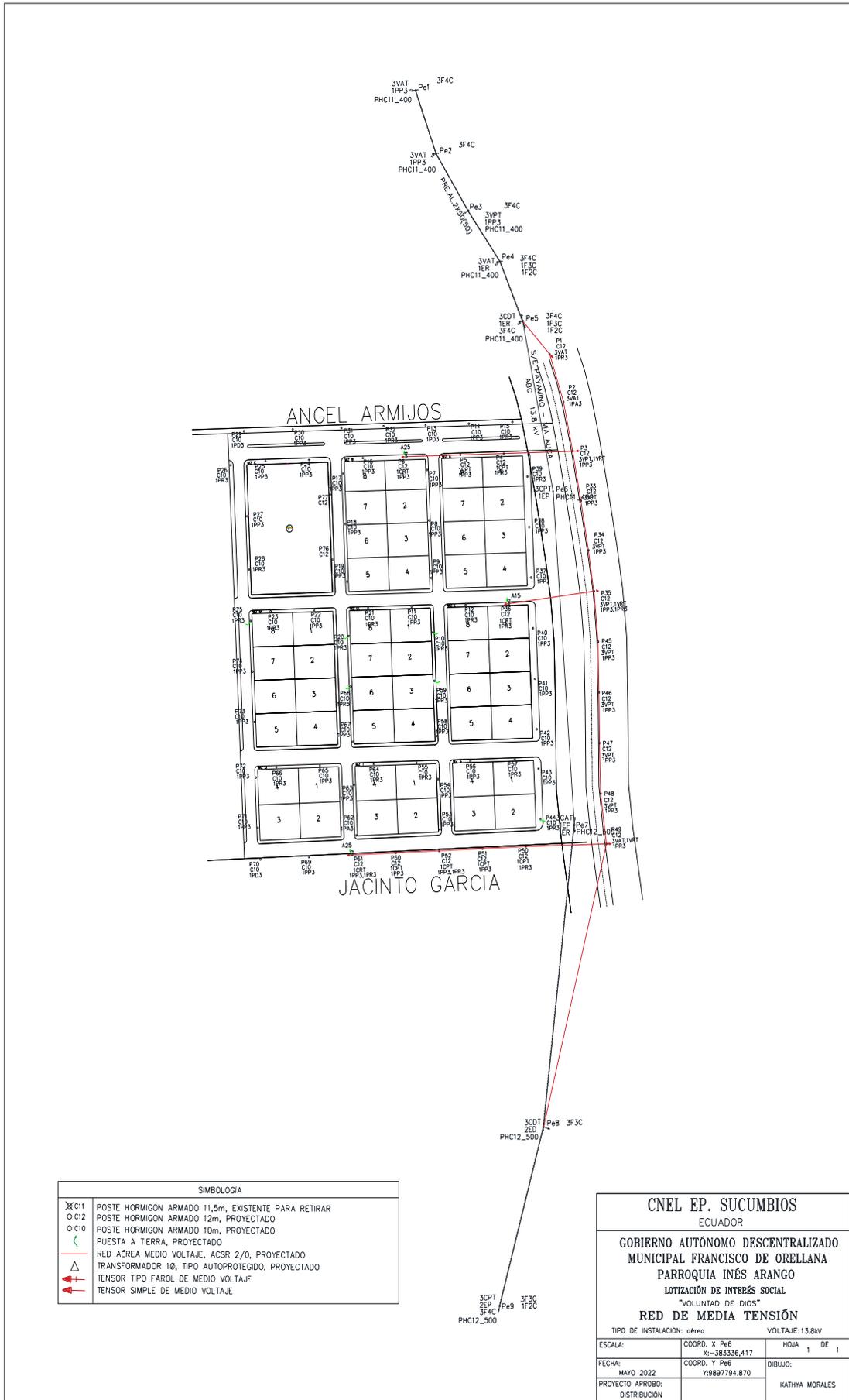
		CNEL - SUCUMBÍOS				HOJA 4 DE 6			
		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL FRANCISCO DE ORELLANA							
		DIRECCIÓN INGENIERÍA DE DISTRIBUCIÓN							
		CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE EN CIRCUITOS SECUNDARIOS							
NOMBRE DEL PROYECTO:		LOTIZACIÓN "VOLUNTAD DE DIOS" PARROQUIA FRANCISCO DE ORELLANA			CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:		T3-25 KVA		
No. DEL PROYECTO:					USUARIO TIPO:		E		
TIPO DE INSTALACIÓN:		AÉREO			DMU:		1,91		
VOLTAJE:		240/120 V	No. FASES:	2	CIRCUITO No.:		C4		
LÍMITE DE CAÍDA DE TENSIÓN:		PROYECTADO 3,50%			MATERIAL DEL CONDUCTOR:		AAC PRENSAMBLADO		
ESQUEMAS			DEMANDA	CONDUCTOR			CÓMPUTO		
TRAMO		NÚMERO DE USUARIOS	KVA (d)	CALIBRE	KVA (LT)	KVA - m, para 1% de Δ V	KVA - m	Δ V %	
DESIGNACIÓN	LONG. (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	30	8	17,07	2F 2/0		584	512,20	0,88	0,88
1-2	30	8	16,91	2F 2/0		584	507,31	0,87	1,75
2-3	13	8	16,42	2F 2/0		584	213,48	0,37	2,11
3-4	30	6	12,44	2F 2/0		584	373,15	0,64	2,75
4-5	12	4	8,46	2F 2/0		584	101,46	0,17	2,92
5-6	23		0,33	2F 2/0		584	7,50	0,01	2,94
5-7	30		0,16	2F 2/0		584	4,89	0,01	2,76
5-8	15		0,16	2F 2/0		584	2,45	0,00	2,75
5-9	13	4	7,97	2F 2/0		584	103,56	0,18	2,93
9-10	33	2	3,98	2F 2/0		584	131,44	0,23	3,16
2-11	30		0,33	2F 2/0		584	9,78	0,02	1,76
11-12	30		0,16	2F 2/0		584	4,89	0,01	1,77

Tabla 28. Circuito 4 de transformador 3

		CNEL - SUCUMBÍOS				HOJA 5 DE 6			
		GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL FRANCISCO DE ORELLANA							
		DIRECCIÓN INGENIERÍA DE DISTRIBUCIÓN							
		CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE EN CIRCUITOS SECUNDARIOS							
NOMBRE DEL PROYECTO:		LOTIZACIÓN "VOLUNTAD DE DIOS"		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:		T3-25 KVA			
No. DEL PROYECTO:		PARROQUIA FRANCISCO DE ORELLANA		USUARIO TIPO:		E			
TIPO DE INSTALACIÓN:		AÉREO		DMU:		1,91			
VOLTAJE:		240/120 V No. FASES: 2		CIRCUITO No.:		C5			
LÍMITE DE CAÍDA DE TENSIÓN:		PROYECTADO 3,50%		MATERIAL DEL CONDUCTOR:		AAC PREENSAMBLADO			
ESQUEMAS			DEMANDA	CONDUCTOR			CÓMPUTO		
TRAMO		NÚMERO DE USUARIOS	KVA (d)	CALIBRE	KVA (LT)	KVA - m, para 1% de Δ V	KVA - m	Δ V %	
DESIGNACIÓN	LONG. (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	12	8	16,58	2F 2/0		584	199,01	0,34	0,34
1-2	30	6	12,44	2F 2/0		584	373,15	0,64	0,98
2-3	12	4	8,46	2F 2/0		584	101,46	0,17	1,15
3-4	14		0,16	2F 2/0		584	2,28	0,00	1,16
3-5	24		0,33	2F 2/0		584	7,83	0,01	1,17
5-6	30		0,16	2F 2/0		584	4,89	0,01	1,18
3-7	14	4	7,97	2F 2/0		584	111,53	0,19	1,34
7-8	33	2	3,98	2F 2/0		584	131,44	0,23	1,57

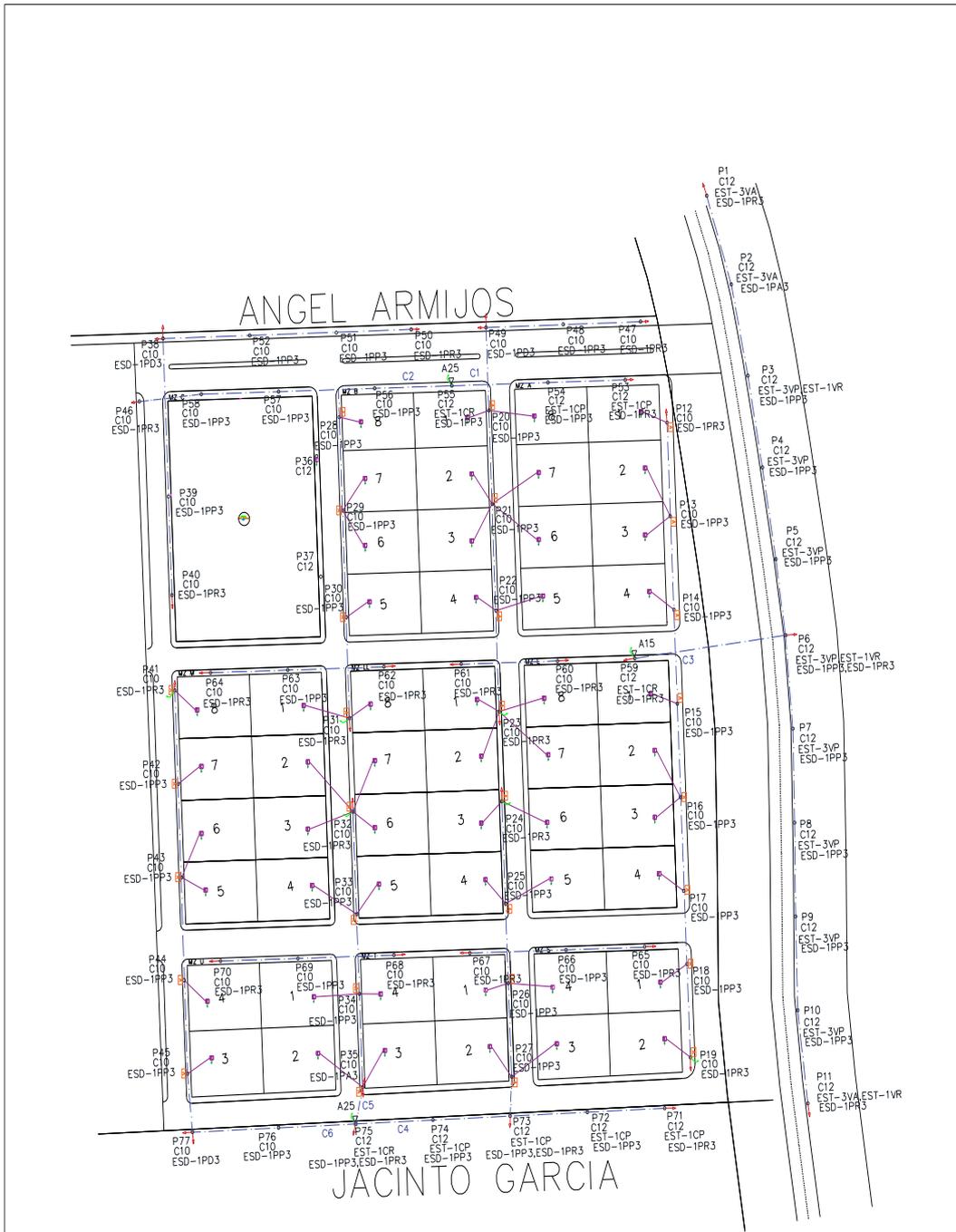
Tabla 29. Circuito 5 de transformador 3

**ANEXO DE PLANOS EN MEDIA TENSIÓN, BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO
PÚBLICO**



SIMBOLOGIA	
⊗ C11	POSTE HORMIGON ARMADO 11,5m, EXISTENTE PARA RETIRAR
○ C12	POSTE HORMIGON ARMADO 12m, PROYECTADO
○ C10	POSTE HORMIGON ARMADO 10m, PROYECTADO
⌋	PUESTA A TIERRA, PROYECTADO
—	RED AÉREA MEDIO VOLTAJE, ACSSR 2/0, PROYECTADO
△	TRANSFORMADOR 10, TIPO AUTOPROTEGIDO, PROYECTADO
⚡	TENSOR TIPO FAROL DE MEDIO VOLTAJE
⚡	TENSOR SIMPLE DE MEDIO VOLTAJE

CNEL EP. SUCUMBIOS ECUADOR		
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL FRANCISCO DE ORELLANA PARROQUIA INÉS ARANGO LOTIZACIÓN DE INTERÉS SOCIAL "VOLUNTAD DE DIOS"		
RED DE MEDIA TENSIÓN		
TIPO DE INSTALACIÓN: aérea		VOLTAJE: 13,8kv
ESCALA:	COORD. X P46 X: -583336,417	HOJA 1 DE 1
FECHA:	COORD. Y P46 Y: 9897794,870	DIBUJO:
PROYECTO APROBO: DISTRIBUCIÓN		KATHYA MORALES



SIMBOLOGIA	
OC12	POSTE HORMIGON ARMADO 12m, PROYECTADO
OC10	POSTE HORMIGON ARMADO 10m, PROYECTADO
—	PUESTA A TIERRA, PROYECTADO
—	RED AEREA BAJA VOLTAJE, AAC PREENSAMBLADO 2(70)+50, PROYECTADO
—	ACOMETIDA DOMICILIARIA, PROYECTADA
△	TRANSFORMADOR 10, TIPO AUTOPROTEGIDO, PROYECTADO
⊕	TENSOR TIPO FAROL DE BAJA VOLTAJE
⊖	TENSOR SIMPLE DE BAJA VOLTAJE
⊞	CAJA DE DISTRIBUCION DE ACOMETIDAS AEREA 10 240/120V, PROYECTADA
⊞	MEDIDORES ELECTROMECANICOS, PROYECTADO

CNEL EP. SUCUMBOS
ECUADOR

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL FRANCISCO DE ORELLANA
PARROQUIA INÉS ARANGO
LOTIZACION DE INTERÉS SOCIAL
"VOLUNTAD DE DIOS"
RED DE BAJA TENSION

TIPO DE INSTALACION: aéreo VOLTAJE: 13.8kv

ESCALA:	COORD. X Pe6 X: 383336,417	HOJA 1 DE 1
FECHA:	COORD. Y Pe6 Y: 9897794,870	DIBUJO:
PROYECTO APROBO:	DISTRIBUCION	KATHYA MORALES



SIMBOLOGIA	
OC12	POSTE HORMIGON ARMADO 12m, PROYECTADO
O C10	POSTE HORMIGON ARMADO 10m, PROYECTADO
⌋	PUESTA A TIERRA, PROYECTADO
—	RED AEREA BAJO VOLTAJE, AAC PREENSAMBLADO 2(70)+50, PROYECTADO
△	TRANSFORMADOR 10, TIPO AUTOPROTEGIDO, PROYECTADO
—●	LUMINARIA LED 150W, PROYECTADA

CNEL EP. SUCUMBIOS			
ECUADOR			
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO			
MUNICIPAL FRANCISCO DE ORELLANA			
PARROQUIA INÉS ARANGO			
LOTIZACIÓN DE INTERÉS SOCIAL			
"VOLUNTAD DE DIOS"			
RED DE ALUMBRADO PÚBLICO			
TIPO DE INSTALACION: aéreo		VOLTAJE: 13.8kv	
ESCALA:	COORD. X Pe6	HOJA	DE 1
	X:-383336.417	1	
FECHA:	COORD. Y Pe6	DIBUJO:	
MAYO 2022	Y:9897794.870		
PROYECTO APROBO:			
DISTRIBUCIÓN			KATHYA MORALES

ANEXO HOJA DE ESTACAMIENTO EXISTENTE Y PROYECTADA



CNEL EP - SUCUMBIOS

REPORTE DE CANTIDADES DE OBRA INICIAL

ANEXO

DEPARTAMENTO : TÉCNICO SECTOR : Francisco de Orellana
 SECCION : DISTRIBUCIÓN PARROQUIA : Inés Arango
 PROYECTO : Energización de la Parroquia "Voluntad de Dios" CANTÓN : Orellana
 DISEÑO : 0 REVISÓ : 0

ESTRUCTURAS				MONTAJES DE EQUIPOS				CONDUCTORES					
MEDIO VOLTAJE		BAJO VOLTAJE		TRAFO TRIFASICO		TRAFO MONOFASICO		PRIMARIOS AEREOS		SECUNDARIOS AEREOS		TOTAL COND. PRIM. (M.T.)	
Código	Cant.	Código	Cant.	CONVENCIONALES		AUTOPROGETIDO		Composición	Longitud	Composición	Longitud	Calibre	Long.(m)
EST-1CR	-	ESE-1EP	1	TRT-3C30	-	TRT-1A3	-	COO-0B1x4/0	-	COO-0U2X70(50)	-	COO-0B4/0	-
EST-1CD	-	ESE-1ER	-	TRT-3C45	-	TRT-1A5	-	COO-0B1x3/0	-	COO-0U2X50(50)	-	COO-0B3/0	-
EST-1CP	-	ESE-1ED	-	TRT-3C50	-	TRT-1A10	-	COO-0B1x2/0	-	COO-0U2X70(70)	-	COO-0B2/0	-
EST-1CA	-	ESD-2EP	-	TRT-3C75	-	TRT-1A15	-	COO-0B1x1/0	-	COO-0U3X50(50)	-	COO-0B1/0	6
EST-1BA	-	ESD-2ER	-	-	-	TRT-1A25	-	COO-0B1x2	-	COO-0U3X70(50)	-	COO-0B2	-
EST-1BD	-	ESD-2ED	-	-	-	TRT-1A37,5	-	COO-0B1x4	-	COO-0U3X70(70)	-	COO-0B4	-
EST-3CP	1	ESD-3EP	-	-	-	TRT-1A50	-	COO-0B3x4/0	-	COO-0U2X35(50)	-	-	-
EST-3CA	1	ESD-3ER	-	-	-	CONVENCIONALES		COO-0B3x3/0	-	COO-0U2X35(35)	-	-	-
EST-3CR	-	ESD-3ED	-	-	-	TRT-1C(9,5-10-15-25)	-	COO-0B3x2/0	-	COO-0B1x2/0	-	-	-
EST-3CD	-	ESD-4EP	-	-	-	TRT-1C(37,5-75)	-	COO-0B3x1/0	2	COO-0B1x1/0	-	-	-
EST-3BA	-	ESD-4ER	-	-	-	-	-	COO-0B3x2	-	COO-0B1x2	-	-	-
EST-3BD	-	ESD-4ED	-	-	-	-	-	COO-0B3x4	-	COO-0B1x4	-	-	-
EST-3HR	-	ESD-1PP3	-	-	-	TOTAL	TOTAL	-	-	-	-	TOTAL COND. SECUND. (B.T.)	-
EST-3VP	-	ESD-1PA3	-	-	-	SECCIONAMIENTOS		-	-	COO-0B1x2(4)	-	Calibre	Long.(m)
EST-3VA	-	ESD-1PR3	-	-	-	Código	Cant.	Potencia	Cant.	COO-0B2x2(4)	-	-	-
EST-3VR	-	ESD-1PD3	-	-	-	SPT-1S100	-	PTO-0PC2_2	-	COO-0B2x2/0	-	COO-0U2X70(50)	-
EST-3VD	-	ESD-1PP4	-	-	-	SPT-3S100	-	PTO-0PC2_1	-	COO-0B2x1/0	-	COO-0U2X50(50)	-
EST-1VP	-	ESD-1PA4	-	-	-	SPT-3E100	-	-	-	COO-0B2x2	-	COO-0U2X70(70)	-
EST-1VA	-	ESD-1PR4	-	-	-	SPT-3C100	-	-	-	COO-0B2x4	-	COO-0U3X50(50)	-
EST-1VR	-	ESD-1PD4	-	-	-	-	-	-	-	COO-0B3x2/0	-	COO-0U3X70(50)	-
EST-1VD	-	ESD-4OP	-	-	-	TOTAL	TOTAL	-	-	COO-0B3x1/0	-	COO-0U3X70(70)	-
EST-3SP	-	-	-	-	-	PROTECCIONES		LUMINARIAS		COO-0B3x2	-	COO-0U2X35(50)	-
EST-3SA	-	-	-	-	-	SODIO		SODIO		COO-0B3x4	-	COO-0U2X35(35)	-
EST-3SR	-	-	-	-	-	Código	Cant.	Potencia	Cant.	COO-0B4x2/0	-	COO-0B2/0	-
EST-3HR	-	-	-	-	-	SPT-1P10	-	APD-0PLCS100AC	-	COO-0B4x1/0	-	COO-0B1/0	-
EST-3SD	-	-	-	-	-	SPT-3P10	-	APD-0OLCS150AC	-	COO-0B4x2	-	COO-0B2	-
EST-3HD	-	-	-	-	-	-	-	APD-0OLCS150AD	-	COO-0B4x4	-	COO-0B4	-
EST-3BA	-	-	-	-	-	-	-	APD-0OLCS250AC	-	COO-0B3x2(4)	-	-	-
EST-3BD	-	-	-	-	-	-	-	APD-0OLCS250AD	-	COO-0B3x1/0(2)	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	APD-0OLCS400AD	-	COO-0B2x1/0(2)	-	-	-
TOTAL	2	TOTAL	1	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	-	-	COO-0B4x1/0(2)	-	TOTAL CONDUCTORES	-
				POSTES				TENSORES					
				Código		Cant.		Código		Cant.			
				POO-0HC12_500		1		TAT-OTS		1			
				POO-0PC12_500		-		TAT-OTD		-			
				POO-0HC10_400		-		TAT-0FS		-			
				POO-0PC10_400		-		TAT-0FD		-			
				POO-0HC12_2000		-		TAD-0TS		1			
				POO-0HC11_500		-		TAD-0FS		-			
				POO-0HC11_400		1		TAT-0SS		-			
				POO-0HC9_350		-		TAT-0VS		-			
				POO-0EC11		-		TAT-0PS		-			
				POO-0EC9		-		TAT-0PD		-			
				TOTAL		2		TOTAL		2			
				PUENTE AEREO				NUM. USUARIOS					
				Código		Cant.		Código		Cant.			
				P.A		-		1US		-			
				-		-		2US		-			
				-		-		3US		-			
				-		-		4US		-			
				-		-		5US		-			
				-		-		6US		-			
								TOTAL REPLANTEO					
TOTAL	2	TOTAL	1	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	REPLANTEO M.V	2	REPLANTEO B.V	2	REPLANTEO	2.042

Tabla 31. Resumen Hoja de estacamiento existente

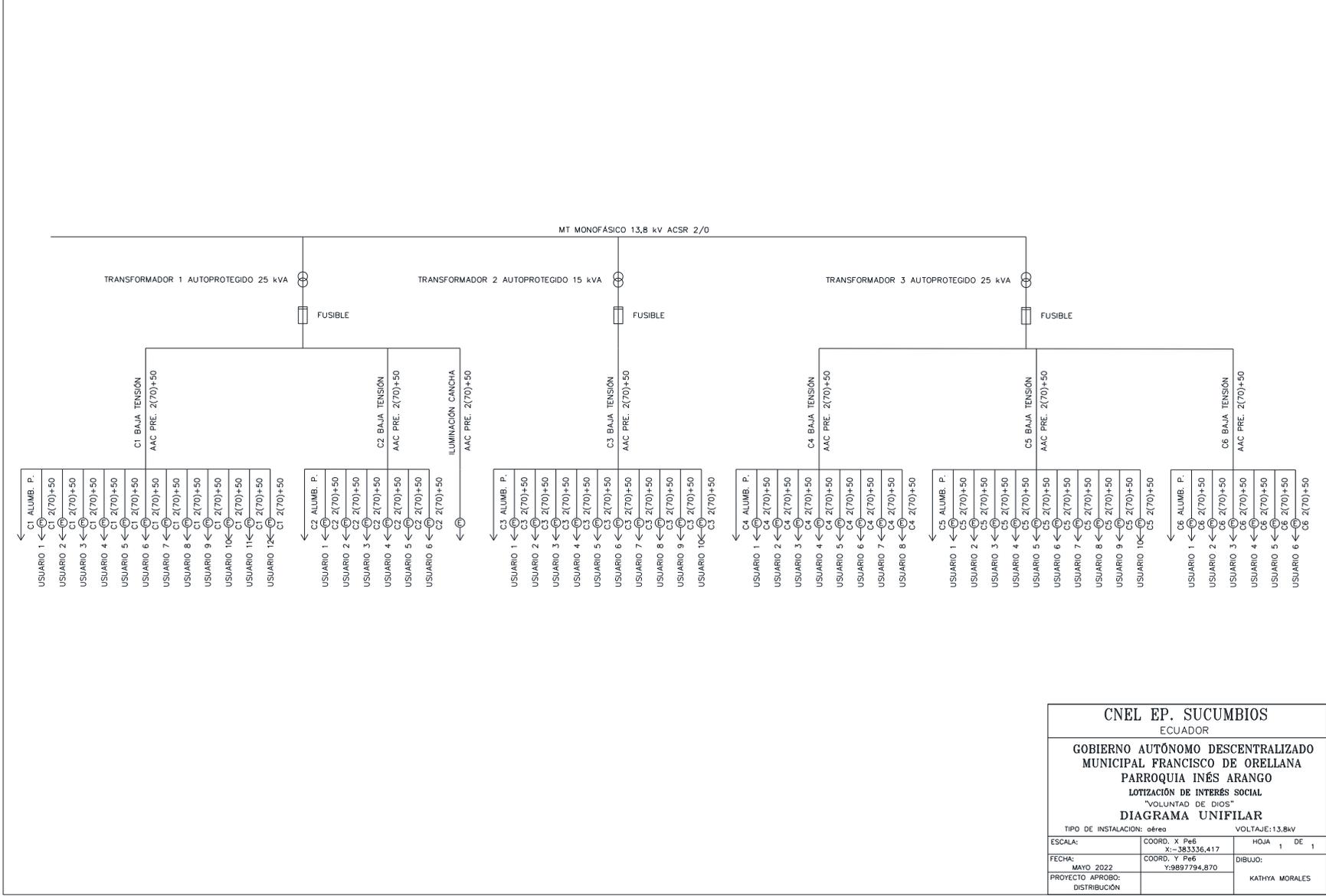
ESTRUCTURAS				MONTAJES DE EQUIPOS				CONDUCTORES					
MEDIO VOLTAJE		BAJO VOLTAJE		TRAFO TRIFASICO		TRAFO MONOFASICO		PRIMARIOS AEREOS		SECUNDARIOS AEREOS		TOTAL COND. PRIM. (M.T.)	
Código	Cant.	Código	Cant.	CONVENCIONALES		AUTOPROGETADO		Composición	Longitud	Composición	Longitud	Calibre	Long.(m)
EST-1CR	3	ESE-1EP	-	TRT-3C30	-	TRT-1A5	-	COO-0B1x4/0	-	COO-0T2X70(50)	75	COO-0B4/0	-
EST-1CD	-	ESE-1ER	-	TRT-3C50	-	TRT-1A10	-	COO-0B1x3/0	-	COO-0U2X50(50)	-	COO-0B3/0	-
EST-1CP	6	ESE-1ED	-	TRT-3C75	-	TRT-1A15	1	COO-0B1x2/0	9	COO-0U3X50(50)	-	COO-0B2/0	42
EST-1CA	-	ESD-1PP3	54	TRT-3C100	-	TRT-1A25	2	COO-0B1x1/0	-	COO-0U3X70(50)	-	COO-0B1/0	-
EST-1BA	-	ESD-1PA3	2	TRT-3C125	-	TRT-1A37,5	-	COO-0B1x2	-	COO-0U3X95(50)	-	COO-0B2	-
EST-1BD	-	ESD-1PR3	19	TRT-3C150	-	TRT-1A50	-	COO-0B2x4/0	-	COO-0U2X35(50)	-	-	-
EST-3CP	-	ESD-1PD3	2	TOTAL NUEVOS	-	TOTAL NUEVOS	3	COO-0B2x3/0	-	COO-0B1x4/0	-	-	-
EST-3CA	-	ESD-1PP4	-	TRT-3C(Reutilizado hasta 30kVA)	-	TRT-1A(Reutilizado hasta 25kVA)	-	COO-0B2x2/0	-	COO-0B1x3/0	-	-	-
EST-3CR	-	ESD-1PA4	-	TRT-3C(Reutilizado de 50kVA hasta 150kVA)	-	TRT-1A(Reutilizado 37.5 hasta 50kVA)	-	COO-0B2x1/0	-	COO-0B1x2/0	-	-	-
EST-3CD	-	ESD-1PR4	-	TOTAL REUTILIZADOS	-	TOTAL REUTILIZADOS	-	COO-0B2x2	-	COO-0B1x1/0	-	-	-
EST-3BA	-	ESD-1PD4	-	SECCIONAMIENTOS		PUESTA A TIERRA		COO-0B3x4/0	-	COO-0B1x2	-	-	-
EST-3BD	-	ESD-2EP	-	Código	Cant.	Potencia	Cant.	COO-0B3x3/0	-	COO-0B2x4/0	-	-	-
EST-3HR	-	ESD-2ER	-	SPT-1S100	3	PTO-OPC2_2	-	COO-0B3x2/0	11	COO-0B2x3/0	-	TOTAL COND. SECUND. (B.T.)	
EST-3VP	8	ESD-2ED	-	SPT-3S100	-	PTO-OPC2_1	-	COO-0B3x1/0	-	COO-0B2x2/0	-	Calibre	Long.(m)
EST-3VA	3	ESD-3EP	-	SPT-1E100	-	PTO-ODC1/0_1	3	COO-0B3x2	-	COO-0B2x1/0	-	COO-0U2X70(50)	75
EST-3VR	-	ESD-3ER	-	SPT-3E100	-	PTO-ODC1/0_2	-	-	-	COO-0B2x2	-	COO-0U2X50(50)	-
EST-3VD	-	ESD-3ED	-	SPT-1C100	-	PTO-OAC8_1	5	-	-	COO-0B3x4/0	-	COO-0U3X50(50)	-
EST-3SP	-	ESD-4EP	-	SPT-3C100	-	TOTAL	8	-	-	COO-0B3x3/0	-	COO-0U3X70(50)	-
EST-3SA	-	ESD-4ER	-	SPT-3C200	-	LUMINARIAS		COO-0B3x2/0	-	COO-0B3x2/0	-	COO-0U3X95(50)	-
EST-3SR	-	ESD-4ED	-	SPT-3C200	-	LED		COO-0B3x1/0	-	COO-0B3x1/0	-	COO-0U2X35(50)	-
EST-3SD	-	-	-	SPD-2L100	-	Potencia	Cant.	COO-0B3x2	-	COO-0B3x2	-	COO-0B4/0	-
EST-3HD	-	-	-	SPD-2L63	-	APD-0PLCS100AC	-	COO-0B4x4/0	-	COO-0B4x4/0	-	COO-0B3/0	-
EST-1VP	-	-	-	TOTAL	3	APD-0OLCS150AC	-	COO-0B4x3/0	-	COO-0B4x3/0	-	COO-0B2/0	-
EST-1VA	-	-	-	PROTECCIONES		APD-0OLCS150AD	-	COO-0B4x2/0	-	COO-0B4x2/0	-	COO-0B1/0	-
EST-1VR	3	-	-	Código	Cant.	APD-0OLCS250AD	-	COO-0B4x1/0	-	COO-0B4x1/0	-	COO-0B2	-
EST-1VD	-	-	-	SPT-1P10	-	APD-0OLCS400AD	-	COO-0B4x2	-	-	-	-	-
-	-	-	-	SPT-3P10	-	APD-0PLCL150AC	75	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	TOTAL	-	TOTAL	75	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POSTES		TENSORES		-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	Código	Cant.	Código	Cant.	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0HC12_500	27	TAT-OTS	6	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0PC12_500	-	TAT-OTD	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0HC10_400	50	TAT-OFS	1	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0PC10_400	-	TAT-OPD	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0HC12_2000	-	TAD-OTS	32	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0HC10_2000	-	TAD-OFS	3	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0HC14_500	-	TAT-OSS	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0HC14_2500	-	TAT-OPS	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0PC10_2000	-	TAT-OPD	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0PC12_2000	-	TAT-OVS	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0HC11.5_400	-	TAD-OPS	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	POO-0HC9_350	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	TOTAL	77	TOTAL	42	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	PUENTE AEREO		NUM. USUARIOS		-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	Código	Cant.	Código	Cant.	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	PA2	-	1US	12	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	PA3	8	2US	14	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	PA4	-	3US	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	TOTAL	8	4US	3	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	AMORTIGUADORES		-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	4/0	-	6US	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	2/0	-	7US	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	1/0	-	8US	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	9US	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	23	TOTAL	77	TOTAL	-	TOTAL	52	REPLANTEO M.V	20	REPLANTEO B.V	75	REPLANTEO	2.042

Tabla 32. Resumen Hoja de estacamiento proyectado

Energización de la Parroquia "Voluntad de Dios"					2020
Unidad de Negocio:		CNEL EP SUCUMBIO S			
Programa de inversión:		FERUM			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MATERIALES					
1	Aislador es piga (pin), porcelana, con radio interferencia, 15 kV, ANSI 55-5	c/u	48	\$ 6,31	\$ 302,88
1.2	Perno es piga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con	c/u	6	\$ 13,91	\$ 83,46
1.3	Conductor desnudo sólido de Al, para ataduras, No. 4 AWG	m	96	\$ 0,75	\$ 72,00
1.4	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 x 7,62mm2 (3/64" x 5/16")	m	102	\$ 0,61	\$ 62,22
1.6	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2400 mm (3 x 3 x 1/4 x 95")	c/u	14	\$ 71,16	\$ 996,24
1.7	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2000 mm (3 x 3 x 1/4 x 79")	c/u	6	\$ 65,84	\$ 395,04
1.8	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 1200 mm (3 x 3 x 1/4 x 47")	c/u	3	\$ 49,66	\$ 148,98
1.9	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1800mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	c/u	20	\$ 15,31	\$ 306,20
1.10	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")	c/u	3	\$ 5,94	\$ 17,82
1.11	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión 16 x 38mm (5/8 x 1 1/2")	c/u	23	\$ 1,93	\$ 44,39
1.12	Perno U de acero galvanizado, 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión, de 16 x 152mm (5/8"x6"), ancho dentro	c/u	11	\$ 4,30	\$ 47,30
1.13	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/4 x 6 1/2 - 7 1/2")	c/u	83	\$ 6,35	\$ 527,05
1.15	Perno pin de acero galvanizado, rosca plastica de 50mm, 19 x 305mm (3/4" x 12")	c/u	42	\$ 4,54	\$ 190,68
1.16	Perno rosca corrida de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 306mm (5/8 x 12")	c/u	21	\$ 4,84	\$ 101,64
1.17	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	c/u	8	\$ 7,60	\$ 60,80
1.18	Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 254mm (5/8 x 10")	c/u	3	\$ 5,36	\$ 16,08
1.19	Aislador de sus presión caucho siliconado, 15 kV, ANSI DS-15	c/u	6	\$ 11,29	\$ 67,74
1.20	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al, 4 - 4/0 Conductor ACSR	c/u	6	\$ 12,76	\$ 76,56
1.21	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estabon "U" para sujeción)	c/u	6	\$ 6,83	\$ 40,98
1.22	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, perno de 16 mm (5/8")	c/u	3	\$ 1,44	\$ 4,32
1.23	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	c/u	6	\$ 6,58	\$ 39,48
1.26	Aislador rollo, porcelana, 0,25 kV, ANSI 53-2	c/u	79	\$ 0,85	\$ 67,15
1.27	Bastidor de acero galvanizado, 1 vía, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")	c/u	79	\$ 2,45	\$ 193,55
1.40	Precinto plástico de 7 mm de ancho x 1,8 mm de esp. x 350 mm de long.	c/u	423	\$ 0,19	\$ 80,37
1.43	Protector punta de cable para red preesablada, de forma cilíndrica, long. mínima 65 mm, (35-70mm2)	c/u	117	\$ 0,63	\$ 73,71
1.46	Transformador 15 kVA, 13800 GRdY / 7960 ó 13200 GRdY/7620V-120/240 V	c/u	1	\$ 1.451,40	\$ 1.451,40
1.47	Transformador 25 kVA, 13800 GRdY / 7960 ó 13200 GRdY/7620V-120/240 V	c/u	2	\$ 1.928,69	\$ 3.857,38
1.50	Abrazadera de acero galvanizado, pletina (3 pernos, 38 x 6 x 160 reforzada para montaje de transformador	c/u	6	\$ 7,21	\$ 43,26
1.52	Cable de Cu. Cableado 600V, THHN, 1/0 AWG, 7 Hilos	m	18	\$ 8,20	\$ 147,60
1.56	Conector dentado es tanco de 25 a 95 mm2 (3 - 4/0 AWG) cond. principal y derivado	c/u	78	\$ 3,64	\$ 283,92
1.57	Estribo de aleación Cu Sn, para derivación (INCLUYE CONECTOR RANURA PARALELA CU-AL BURNDY 2-4/0)	c/u	9	\$ 20,29	\$ 182,61
1.58	Grapa de aleación de AL en caliente, derivación para línea en caliente, 2 a 4/0	c/u	9	\$ 13,41	\$ 120,69
1.59	Seccionador tipo abierto, clase 15 kV, 100 A, con dispositivo rompearco	c/u	3	\$ 155,10	\$ 465,30
1.65	Varilla para puesta a tierra tipo copenweld, 16 mm (5/8") de diám. x 1800 mm (71") de long. de alta camada	c/u	52	\$ 10,85	\$ 564,20
1.68	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8"), 3155 kgf	m	522	\$ 0,94	\$ 490,68
1.69	Retención preformada, para cable de acero galvanizado de 9,53 mm (3/8")	c/u	56	\$ 4,81	\$ 269,36
1.70	Guardacabo para cable de acero de 9,51 mm (3/8")	c/u	42	\$ 0,87	\$ 36,54
1.71	Varilla de anclaje de acero galvanizado, tuerca y arandela, 16 x 1800 mm (5/8 x 71")	c/u	42	\$ 9,71	\$ 407,82
1.72	BLOQUE DE HORMIGON PARA ANCLA, CON AGUJERO DE 20MM, diametro de la bas e 400mm, altura de la parte	c/u	42	\$ 8,21	\$ 344,82
1.73	Aislador de retenida, de porcelana, clase ANSI 54-2	c/u	7	\$ 3,07	\$ 21,49
1.74	Brazo de acero galvanizado, tubular, para tensor farol, 51 x 1500 mm (2" x 59")	c/u	4	\$ 26,52	\$ 106,08
1.76	Luminaria con lámpara LED de 150W potencia constante, con brazo para montaje en poste, 240/120V	c/u	69	\$ 275,10	\$ 18.981,90
1.80	Conductor concéntrico Cu. # 2x14 AWG TC-THHN	m	225	\$ 0,25	\$ 56,25
1.81	Conector dentado es tanco de 10 a 95 mm2 (6 - 3/0 AWG) cond. principal y de 1,5 a 10 mm2 (16 - 6 AWG) cond. Der	c/u	150	\$ 2,46	\$ 369,00
1.84	Conductor de Aluminio desnudo cableado ACSR # 2/0 AWG	m	44,1	\$ 0,97	\$ 42,78
1.89	Conductor Preensablado portante ACSR, 2 x 70mm2 + 1 x 50mm2	m	78,75	\$ 4,23	\$ 333,11
1.93	Poste de Hormigon Armado Circular 12m X500kg	c/u	27	\$ 263,88	\$ 7.124,76
1.94	Poste de Hormigon Armado Circular 10m X400kg	c/u	50	\$ 187,08	\$ 9.354,00
1.104	Medidor electrónico Bifásico con RF, 2F-3H, kWh, clase 100, tipo bornera	c/u	52	\$ 54,63	\$ 2.840,76
1.105	Sellos de seguridad tipo tornillo metálico con guaya	c/u	104	\$ 0,50	\$ 52,00
1.106	Caja de policarbonato para protección de medidor con Riel DIN 400x220x125 mm	c/u	52	\$ 29,30	\$ 1.523,60
1.107	Interruptor Termomagnético Riel DIM 20A/32A/40A/50A 2 Polos	c/u	52	\$ 12,82	\$ 666,64
1.108	Tornillos tipo es tuña 5/32 x 2" con tuerca y arandela plana	c/u	156	\$ 0,10	\$ 15,60
1.109	Tornillos tipo cola de pato	c/u	208	\$ 0,23	\$ 47,84
1.110	Cable desnudo 7 hilos de cobre para puesta a tierra # 6 AWG	m	156	\$ 1,40	\$ 218,40
1.115	Conector de Cu a golpe de martillo para sistemas de puesta a tierra	c/u	52	\$ 8,38	\$ 435,76
1.116	Tubo de acero galvanizado de 3" (76 mm) diametro, 3 mm de espesor, 6 m de largo	c/u	52	\$ 40,70	\$ 2.116,40
1.132	Tirafusible tipo H. (3-10 A)	c/u	3	\$ 3,07	\$ 9,21
1.139	Grapa Bulunada	c/u	46	\$ 2,74	\$ 126,04
1.140	Cable de Cu. Cableado 600V, TTU, 2 AWG, 7 Hilos	m	9	\$ 4,52	\$ 40,68
A	SUBTOTAL MATERIAL				\$ 57.164,52

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
2	MANO DE OBRA CONSTRUCCIÓN				
2.1	DESBROCE				
2.1.1	ZONA CON ALTA VEGETACIÓN	km	2,04189316	\$ 307,01	\$ 626,88
2.2.2	REPLANTEO (zona de alta vegetación)	km	2,04189316	\$ 139,72	\$ 285,29
2.3.1	EXCAVACION PARA POSTES O ANCLAS	c/u	119	\$ 18,19	\$ 2.164,61
2.3.2	EXCAVACION PARA COLOCAR TUBO POSTE PARA MEDIDOR (medidas del hueco 20x60x20)	c/u	52	\$ 7,19	\$ 373,88
2.4.1	IZADO DE POSTES H.A. DE 9 a 12 M, CON GRUA	poste	77	\$ 33,87	\$ 2.607,99
2.5.1	ESTRUCTURA TIPO EST-1CR	c/u	3	\$ 19,81	\$ 59,43
2.5.3	ESTRUCTURA TIPO EST-1CP	c/u	6	\$ 14,62	\$ 87,72
2.5.9	ESTRUCTURA TIPO EST-1VR	c/u	3	\$ 34,89	\$ 104,67
2.5.15	ESTRUCTURA TIPO EST-3VP	c/u	8	\$ 29,71	\$ 237,68
2.5.16	ESTRUCTURA TIPO EST-3VA	c/u	3	\$ 34,91	\$ 104,73
2.6.13	ESTRUCTURA TIPO ESD-1PP3	c/u	54	\$ 26,40	\$ 1.425,60
2.6.14	ESTRUCTURA TIPO ESD-1PR3	c/u	19	\$ 33,99	\$ 645,81
2.6.15	ESTRUCTURA TIPO ESD-1PD3	c/u	2	\$ 35,99	\$ 71,98
2.6.16	ESTRUCTURA TIPO ESD-1PA3	c/u	2	\$ 24,40	\$ 48,80
2.7.1	INS. DE TRANSF. MONOF. SEC. BAJANT Y P. TIERRA (HASTA 25 KVA)	c/u	3	\$ 75,82	\$ 227,46
2.8.1	INSTALACIÓN DE SECCIONAMIENTO 1F (con es tribo)	c/u	3	\$ 21,73	\$ 65,19
2.10.3	TENDIDO, REGULADO Y AMARRE DE CONDUCTOR ACSR #2/0 AWG.	km	0,0441	\$ 412,50	\$ 18,19
2.10.8	TENDIDO Y REGULADO DE CABLE PREENSAMBLADO 2X70+1X60 mm	km	0,07875	\$ 398,17	\$ 31,36
2.11.1	INSTALACIÓN DE LUMINARIAS HASTA 150W	c/u	75	\$ 19,39	\$ 1.454,25
2.12.1	MONTAJE DE ANCLA PARA TENSOR	c/u	42	\$ 9,05	\$ 380,10
2.12.2	TAT-0TS	c/u	6	\$ 16,58	\$ 99,48
2.12.4	TAD-0TS	c/u	32	\$ 16,58	\$ 530,56
2.12.5	TAT-0FS	c/u	1	\$ 17,77	\$ 17,77
2.12.7	TAD-0FS	c/u	3	\$ 17,77	\$ 53,31
2.13.2	VINCULACIÓN PREENSAMBLADO 3 CONDUCTORES (CRUCE AEREO)	c/u	8	\$ 15,10	\$ 120,80
2.14.2	Instalacion sistema de medicion (caja de policarbonato + medidor + breaker de proteccion + acometida) - (zona rural)	c/u	52	\$ 30,24	\$ 1.572,67
2.14.4	Instalacion puesta a tierra sistema de medicion (zona rural)	c/u	52	\$ 16,75	\$ 870,79
2.14.6	Instalacion de tubo poste galvanizado de 2 1/2" ó 3" de diametro - (zona rural) Incluye Material	c/u	52	\$ 24,63	\$ 1.280,80
	SUBTOTAL MANO DE OBRA CONSTRUCCIÓN				\$ 15.567,80
11	ESTRUCTURA TIPO EST-3CP	c/u	1	\$ 15,60	\$ 15,60
12	ESTRUCTURA TIPO EST-3CA	c/u	1	\$ 14,48	\$ 14,48
27	ESTRUCTURA TIPO ESE-1EP	c/u	1	\$ 7,43	\$ 7,43
55	RETIRO DE POSTES H.A. DE 9 a 12 M, CON GRUA	poste	2	\$ 20,32	\$ 40,64
63	RETIRO DE TAT-0TS	c/u	1	\$ 4,97	\$ 4,97
65	RETIRO DE TAD-0TS	c/u	1	\$ 4,97	\$ 4,97
74	RETIRO DE CONDUCTOR ACSR #1/0 AWG.	km	0,006	\$ 199,56	\$ 1,20
B	SUBTOTAL MANO DE OBRA DESMANTELAMIENTO				\$ 89,29
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
3	TRANSPORTE				
3.1	CARGA, TRANSPORTE Y DESCARGA DE POSTES H.A. 9 A 12 M	c/u	77	\$ 27,20	\$ 2.094,40
3.4	TRANSPORTE E INGRESO A BODEGA DE POSTES RETIRADOS	c/u	2	\$ 27,20	\$ 54,40
C	SUBTOTAL TRANSPORTE				\$ 2.148,80
D	SUBTOTAL MATERIAL Y M.O. (A+B)				\$ 72.821,61
E	SUBTOTAL TRANSPORTE (C.)				\$ 2.148,80
F	SUBTOTAL PROYECTO (D+E)				\$ 74.970,41
G	INDIRECTOS (7% Fiscalización+5% Administración)				\$ 8.996,45
H	IVA INDIRECTOS(12% de Indirectos G)				\$ 1.079,57
I	IVA (12% de subtotal Proyecto F)				\$ 8.996,45
J	IVA TOTAL (H+I)				\$ 10.076,02
K	TOTAL PROYECTO (F+G+J)				\$ 94.042,88

ANEXO DE DIAGRAMA UNIFILAR DE LA LOTIZACIÓN



CNEL EP. SUCUMBIOS		
ECUADOR		
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO		
MUNICIPAL FRANCISCO DE ORELLANA		
PARROQUIA INÉS ARANGO		
LOTIZACIÓN DE INTERÉS SOCIAL		
"VOLUNTAD DE DIOS"		
DIAGRAMA UNIFILAR		
TIPO DE INSTALACION: aérea		VOLTAJE: 13,8kv
ESCALA:	COORD. X Pe6 X: -383336,417	HOJA 1 DE 1
FECHA: MAYO 2022	COORD. Y Pe6 Y: 9897794,870	DIBUJO:
PROYECTO APROBO: DISTRIBUCION		KATHYA MORALES