

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TEMA:

**Estudio del sistema eléctrico de media tensión, baja tensión
y alumbrado público de una urbanización ubicada en el
cantón Babahoyo de la provincia de los Ríos**

AUTORES:

**Estrada Morán Bruno Xavier
Suárez Santana Antonio Germán**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

TUTOR:

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Ph.D.

Guayaquil, Ecuador

15 de febrero del 2024



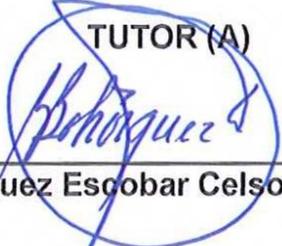
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

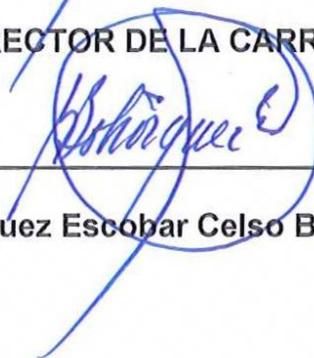
Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad
por **ESTRADA MORAN BRUNO XAVIER** y **SUÁREZ SANTANA ANTONIO**

TUTOR (A)

f. 

Ing. Bohorquez Escobar Celso Bayardo, PHD.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Bohorquez Escobar Celso Bayardo, PHD.

f. 

Estrada Moran Bruno Xavier

f. 

Suárez Santana Antonio Germán

Guayaquil, a los 15 del mes de febrero del año 2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ESTRADA MORÁN BRUNO XAVIER y SUÁREZ SANTANA ANTONIO GERMÁN**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **ESTUDIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE MEDIA TENSIÓN, BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO DE UNA URBANIZACIÓN UBICADA EN EL CANTÓN BABAHOYO DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS**, previo a la obtención del título de **(INGENIERO ELÉCTRICO)**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 del mes de febrero del año 2024

f.

ESTRADA MORÁN BRUNO XAVIER

f.

SUÁREZ SANTANA ANTONIO GERMÁN



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

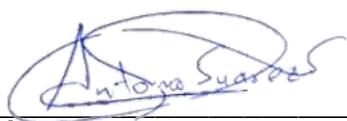
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, **ESTRADA MORÁN BRUNO XAVIER Y ANTONIO GERMÁN
SUÁREZ SANTANA**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **ESTUDIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE MEDIA TENSIÓN, BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO DE UNA URBANIZACIÓN UBICADA EN EL CANTÓN BABAHOYO DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 del mes de febrero del año 2024

f. 
SUÁREZ SANTANA ANTONIO GERMÁN



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

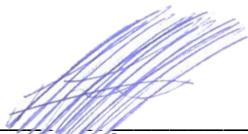
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, **ESTRADA MORÁN BRUNO XAVIER Y ANTONIO GERMÁN SUÁREZ SANTANA**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **ESTUDIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE MEDIA TENSIÓN, BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO DE UNA URBANIZACIÓN UBICADA EN EL CANTÓN BABAHOYO DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 del mes de febrero del año 2024

f. 
ESTRADA MORÁN BRUNO XAVIER

REPORTE DE COMPILADOR



TESIS_DE_BRUNO._Y_SUÁREZ

3%
Textos sospechosos

2% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
< 1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: TESIS_DE_BRUNO_Y_SUÁREZ.docx
ID del documento: a6794b38d92ea60ff67e50bef2bec7e54f0b49d2
Tamaño del documento original: 8,44 MB

Depositante: Ceiso Bayardo Bichorquez Escobar
Fecha de depósito: 1/2/2024
Tipo de carga: interface
Fecha de fin de análisis: 1/2/2024

Número de palabras: 11.016
Número de caracteres: 73.628

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Trabajo CARLOS MORALES.docx | Trabajo CARLOS MORALES #24743 El documento proviene de mi grupo 52 fuentes similares	4%		0 Palabras idénticas: 49 (410 palabras)
2	repositorio.ucsg.edu.ec http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/18229/3/T-UCSG-PR-TEC-EM-283.pdf 45 fuentes similares	3%		0 Palabras idénticas: 39 (324 palabras)
3	repositorio.ucsg.edu.ec http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12475/0/T-UCSG-PR-TEC-EM-165.pdf 42 fuentes similares	3%		0 Palabras idénticas: 39 (308 palabras)
4	Cesar Duvalos.docx | Cesar Duvalos #24743 El documento proviene de mi grupo 38 fuentes similares	3%		0 Palabras idénticas: 39 (306 palabras)
5	vsgp.info | Herramienta de Examen Completo - VSGP INEID http://vsgp.info/herramienta-de-examen-completo-vsgp-free.html 35 fuentes similares	3%		0 Palabras idénticas: 39 (236 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #24743 El documento proviene de otro grupo	< 1%		0 Palabras idénticas: 19 (28 palabras)
2	ldoc.pub | 219178008-natsim-2012(3).pdf (pnx4597w014j) http://ldoc.pub/documentos/219178008-natsim-2012(3).pdf pnx4597w014j	< 1%		0 Palabras idénticas: 4 (8 palabras)
3	repositorio.utm.edu.ec http://repositorio.utm.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13853/0/04-MEL195-TESES-GSADO.pdf	< 1%		0 Palabras idénticas: 4 (29 palabras)
4	Documento de otro usuario #24743 El documento proviene de otro grupo	< 1%		0 Palabras idénticas: 4 (13 palabras)
5	www.controlrecursosenergia.gob.ec http://www.controlrecursosenergia.gob.ec/controlrecursosenergia.gov.ec/controlrecursosenergia.gov.ec/contenidos/Upload/Noviembre2012/112/Resolucion-F...	< 1%		0 Palabras idénticas: 4 (22 palabras)

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

Ing. Bayardo Bichorquez Escobar, Mgs.
DIRECTOR DE CARRERA TELECOMUNICACIONES,
ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA Y AUTOMATIZACION

DEDICATORIA

Dedico este logro a dos pilares fundamentales en mi vida mi querida madre y mis amadas hijas, a mi madre, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido mi fuente de inspiración constante. Gracias por ser mi ejemplo de perseverancia y por brindarme tu apoyo inquebrantable.

A mis adorables hijas, quienes han sido mi motivación diaria, este logro es también para ustedes, con la esperanza de inspirarles a seguir sus sueños con determinación y valentía. Su alegría y amor han iluminado cada día de este desafiante viaje académico.

Bruno Xavier Estrada Morán

AGRADECIMIENTO

Agradezco de corazón a Dios, cuya guía y providencia han iluminado cada paso de este camino, su gracia infinita ha sido mi constante compañera, brindándome fortaleza y sabiduría para superar los desafíos.

Agradezco sinceramente al Dr. Bayardo Bohorquez por su invaluable orientación y apoyo a lo largo de este arduo proceso de investigación, su experiencia y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo y éxito de esta tesis.

A mi esposa, Sofía Carrasco Cortez, quiero expresar mi profundo agradecimiento, su paciencia, comprensión y aliento constante han sido mi mayor inspiración y fortaleza durante este viaje académico.

Esta tesis es el resultado de la contribución de muchos, y deseo expresar mi gratitud a todos aquellos que han sido parte de este viaje, que este trabajo sea una pequeña contribución al conocimiento y un tributo a aquellos que han sido mis pilares, gracias a todos por ser parte de este logro.

Bruno Xavier Estrada Morán

AGRADECIMIENTO

Agradeciendo a dios todo poderoso quien cuida y protege en todo momento.

A mi hijo Antonio Donaldó Suárez Castillo por su apoyo y ser comprensivo por mi ausencia y esfuerzo durante mi trabajo y estudios.

Agradezco a mi madre Fanny Alejandrina Santana Franco por su apoyo incondicional que está pendiente siempre de mi en cada momento al llegar o salir de casa.

A mi padre Sergio Jacinto Suárez Vera también con su apoyo incondicional y sus consejos y recomendaciones.

Y de igual manera a mis hermanos, mis sobrinas, sobrino que han colaborado con una u otra manera con su apoyo incondicional para lograr cumplir esta meta.

Antonio Germán Suárez Santana.

DEDICATORIA

Dedicado a Dios todo poderoso quien cuida y protege en todo momento.

Dedicada esta etapa de mi vida a mi hijo por su apoyo y ser comprensivo por mi ausencia y esfuerzo durante mi trabajo y estudios.

A mi madre Fanny Alejandrina Santana Franco por su apoyo incondicional en las buenas, en las malas y sus firmes consejos.

A mi padre Sergio Jacinto Suárez Vera también con su apoyo incondicional y sus consejos, recomendaciones, buena aptitud y apoyo moral.

Y de igual manera a mis hermanos, mis sobrinas, sobrino que han colaborado con una u otra manera con su apoyo en este proceso que permite lograr que se cumpla esta meta.

Antonio Germán Suárez Santana



UNIVERSIDAD CATÓLICA

DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, PHD.
DIRECTOR DE CARRERA

f. 

Ing. Ubilia González Ricardo Xavier, Msc.
COORDINADOR DEL ÁREA

f. 

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, Msc.
OPONENTE

ÍNDICE

CAPITULO I: DESCRIPCIÓN GENERAL	2
1.1. Introducción	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Definición del problema	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Objetivos el problema de investigación.....	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Justificación.....	4
1.7. Metodología y Medios	4
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	5
2.1. Red de distribución eléctrica	5
2.1.1. Generación.....	6
2.1.2. Transmisión	6
2.2. Sistema de distribución.....	7
2.2.1. Subestación eléctrica	7
2.3. Red de distribución aérea	8
2.3.1. Postes.....	9
2.3.2. Conductores	10
2.3.3. Crucetas	11
2.3.4. Aisladores	11

2.3.5.	Herrajes	12
2.3.6.	Seccionamiento	13
2.3.7.	Transformadores	13
2.4.	Red de distribución subterránea	14
2.4.2.	Canalización.....	15
2.4.1.	Caja de revisión	15
2.4.2.	Transformador	17
2.4.3.	Cables para soterramiento.....	17
2.4.5.	Pad Switch.....	18
2.4.6.	Barra de distribución subterránea (Gelport).....	19
2.6.	Sistema de alumbrado publico	20
2.7.	Topología de la red	20
2.7.1.	Redes eléctricas con topología radial	22
2.7.2.	Redes eléctricas con topología malla	23
2.7.3.	Redes eléctricas con topología en anillo	24
2.8.	Normativa eléctrica	25
2.8.1.	ARCONEL Regulación 001/18.- Tarifas de servidumbre	25
2.8.2.	Regulación 01/20 “Distribución y comercialización en energía eléctrica”	27
2.9.	Caída de tensión	31
2.10.	Sistema puesto a tierra	31
2.10.1	IEEE: 80	32
CAPITULO III: LEVANTAMIENTO DE INFORMACION		33

3.1. Generalidades	33
3.1.1. Antecedentes de la urbanización	33
3.1.2. Ubicación	33
3.1.3. Red de distribución existente	34
3.1.3. Características de la Urbanización	35
3.1.4. Ubicación de red de distribución	36
CAPITULO IV: DISEÑO ELÉCTRICO	38
4.1. Generalidades	38
4.1.2. Diagrama unifilar de abonado	38
4.1.3. Calculo de carga por abonado	38
4.1.4. Acometida Eléctrica por abonado	36
4.1.5. Sistema de medición por abonado	36
4.1.6. Consumo y demanda promedio	37
4.1.7. Red de distribución	39
4.2. Iluminación	42
Capitulo V: ANALISIS ECONÓMICO	44
5.1. Generalidades	44
5.2. Presupuesto Eléctrico	44
5.3. Tiempo de ejecución	46
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	47
Bibliografía	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Red de distribución eléctrica.....	5
Figura 2. Subestación eléctrica.....	8
Figura 3. Poste de hormigón.....	10
Figura 4. Conductor ACSR.....	10
Figura 5. Cruceta centrada en poste.....	11
Figura 6. Aislador ANSI 56-1.....	12
Figura 7. Herrajes para soportaría.....	12
Figura 8. Seccionadora porta fusible.....	13
Figura 9. Transformador de distribución autoprotegido.....	14
Figura 10. Banco de ductos PVC 6x110mm.....	15
Figura 11. Cajas de revisión.....	16
Figura 12. Transformador tipo pedestal.....	17
Figura 13. Cable XLPE para soterramiento.....	18
Figura 14. Seccionador tipo pedestal.....	19
Figura 15. Ubicación de barras de distribución en la caja de revisión.....	19
Figura 16. Estructura de un sistema de energía eléctrica.....	21
Figura 17. Interconexión de la red de transporte.....	22
Figura 18. topología radial ramificada.....	23
Figura 19. Topología en malla.....	24
Figura 20 Topología en anillo.....	25
Figura 21. Distancia de franja de servidumbre.....	26

Figura 22. Ubicación Geográfica de la urbanización	34
Figura 23. red de distribución	35
Figura 24. Vista frontal de urbanización.....	35
Figura 25. Dimensiones del predio	36
Figura 26. Red de distribución eléctrica Babahoyo	37
Figura 27. Diagrama unifilar de abonado	38
Figura 28. Acometida en sector residencial	37
Figura 29. Red de distribución topología radial	41
Figura 30. Escena de luz en urbanización	42
Figura 31. Escena en color falso.....	43

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Dimensiones de cajas de revisión	16
Tabla 2. Distancias excepcionales de franja de servidumbre	27
Tabla 3. Estimación de carga por abonado.....	35
Tabla 4. Acometida por abonado	36
Tabla 5. Demanda de abonado por manzana	40
Tabla 6. Presupuesto eléctrico red de distribución para urbanización en Babahoyo.	45

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Consumo Total.....	37
Ecuación 2. Potencia pico.....	37
Ecuación 3. Factor de coincidencia	38
Ecuación 4. Potencia total pico	38
Ecuación 5. Potencia aparente total	38
Ecuación 6. Potencia total pico por circuito.....	39
Ecuación 7. Potencia aparente por circuito.....	39

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Dimensionamiento de conductores	52
Anexo 2. Dimensionamiento de ducteria por calibre de conductor.....	53
Anexo 3. Dimensionamiento de conductor puesta a tierra según ampacidad	54
Anexo 4. Dimensionamiento de transformadores monofásicos para redes aéreas	55
Anexo 5. Plano arquitectónico de urbanización	56
Anexo 6. Diseño redes en media y baja tensión, alumbrado público para abonados.....	57

RESUMEN

Las redes eléctricas son parte fundamental del desarrollo de la vida, la dependencia de la electricidad en los sectores residencial, comercial e industrial es indispensable para las actividades, procesos y producción. El presente proyecto de investigación se encuentra repartido en 5 capítulos: donde el capítulo I describe las generalidades del proyecto de investigación, el capítulo II describe el estado del arte y fundamentos científicos que sustentan a las redes de distribución eléctrica. El capítulo III se encargó del análisis de la información donde se evidencio que la urbanización es un proyecto en estudio pensado para una sociedad vulnerable con escasos recursos económicos y que el objetivo es brindar un estilo de vida digna a 270 familias. El capítulo VI determino de que la red de distribución en media tensión para el proyecto es aérea con topología radial, el sistema cuenta con 27 transformadores de 50KVA que distribuyen energía a 22 manzanas, 10 bloques, 2 parques y un área de PTAR y el capítulo V concluyo con un presupuesto eléctrico por suministro, instalación y puesta en servicio de 266,936.88 dólares, donde el proyecto se ejecutara en un tiempo de 210 días.

Palabras claves: redes eléctricas, energía, Distribución, consumidor, calidad, seguridad

ABSTRACT

Electrical networks are a fundamental part of the development of life, dependence on electricity in the residential, commercial and industrial sectors is essential for activities, processes and production. This research project is divided into 5 chapters: where chapter I describes the generalities of the research project, chapter II describes the state of the art and scientific foundations that support electrical distribution networks. Chapter III was in charge of the analysis of the information where it is evident that the urbanization is a project under study designed for a vulnerable society with few economic resources and that the objective is to provide a decent lifestyle to 270 families. Chapter VI determines that the medium voltage distribution network for the project is aerial with radial topology, the system has 27 50KVA transformers that distribute energy to 22 blocks, 10 blocks, 2 parks and a WWTP area and chapter V concluded with an electrical budget for supply, installation and commissioning of 266,936.88 dollars, where the project will be executed in a time of 210 days.

Keywords: electrical networks, energy, Distribution, consumer, quality, security

ACRÓNIMOS

- ARCERNNR: Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables.
- LOSPEE: Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- CIE: Comisión Internacional de Iluminación (IEC por sus siglas en inglés: International Commission on Illumination).
- INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización.
- RGLOSPEE: Reglamento General a la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- ARCONEL: Agencia de Regulación y Control de Electricidad
- AWG: American Wire Gauge”: calibre de alambre estadounidense.
- CNEL EP: Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad.
- DC “Direct current”: corriente directa o continua.
- CONELEC: Consejo Nacional de Electricidad en Ecuador.
- P: Potencia activa, su unidad es el Vatio (W)
- S: Potencia Aparente: su unidad es el Voltio Amperio (VA)
- Q: Potencia reactiva: su unidad es el Voltio Amperio Reactivo (VAR)
- V: Voltaje, su unidad es el voltio (V)
- I: Corriente eléctrica, su unidad es el amperaje (A)
- I: Corriente nominal del circuito
- SGDA: Sistema de generación distribuida de autoabastecimiento
- SGE: Sistema de generación eléctrica
- WGS: World Geodetic System
- UTM: Universal Transverse Mercator
- Kgf: Kilogramos fuerza

CAPITULO I: DESCRIPCIÓN GENERAL

1.1. Introducción

La electricidad a lo largo de los años se ha considerado como una de las energías más indispensables dentro de la sociedad, al igual que la energía térmica, y el combustible (Conejo, y otros, 2007). En la actualidad maquinarias, equipos se han tecnificado para trabajar con energía eléctrica, también el ser humano quien desarrolla sus actividades con el uso de esta energía (Barragan, 2020).

La electrificación residencial, comercial e industrial se ha vuelto parte del desarrollo sostenible y forma parte de un sistema interconectado conocido como red de distribución, la cual cuenta con 4 etapas que tienen como fin el abastecimiento de energía eléctrica a los usuarios mediante una energía ininterrumpida y preservando la calidad de la red (Henriquez, 2008).

El proyecto de investigación propone un estudio del sistema eléctrico de media tensión, baja tensión y alumbrado público de una urbanización ubicada en el cantón Babahoyo para cubrir la demanda necesaria para los habitantes considerados como sociedad vulnerable, brindándoles calidad en la red e ininterrupciones.

1.2. Antecedentes

En el cantón Babahoyo existen sociedades de personas con bajos recursos económicos las cuales viven sin los servicios básicos. Una fundación sin fines de lucro ante tales necesidades ha propuesto un proyecto para

mejorar la calidad de vida para esta sociedad, la cual consiste en la construcción de una urbanización que dote de agua y energía eléctrica.

1.3. Definición del problema

En el cantón Babahoyo existen necesidades en zonas de bajos recursos, que no cuentan con los servicios básicos. Sin embargo, una organización sin fines de lucro ha logrado proponer el diseño de una urbanización para mejorar la calidad de vida de esta sociedad. Ante estos aspectos el problema es el siguiente.

¿Como mejorar el suministro eléctrico a viviendas de una sociedad vulnerable en una urbanización ubicada en el cantón Babahoyo?

1.4. Justificación

La investigación es relevante porque permite estudiar las etapas y tipos de un sistema de distribución eléctrica.

La investigación nos permite analizar las necesidades eléctricas que tiene la urbanización ubicada en Babahoyo.

la investigación permitirá adaptar los conocimientos impartidos en las asignaturas de instalaciones eléctricas para el dimensionamiento del sistema eléctrico.

1.5. Objetivos el problema de investigación

1.5.1. Objetivo General

Proponer un diseño eléctrico de media, baja tensión y alumbrado público a través del levantamiento de la información técnica para suministrar energía a la urbanización ubicada en el cantón Babahoyo.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento de información del número de viviendas que se van a construir en la urbanización ubicada en el cantón Babahoyo.
- Diseñar el sistema eléctrico de media, baja tensión y alumbrado público en la urbanización ubicada en el cantón Babahoyo.
- Elaborar el presupuesto eléctrico referencial de la infraestructura eléctrica del proyecto.

1.6. Hipotesis

El trabajo de titulación al diseñar el sistema eléctrico contribuirá de media, baja tensión y alumbrado público a garantizar la continuidad y calidad del servicio eléctrico en la urbanización ubicada en el cantón Babahoyo.

1.7. Metodología y Medios

La investigación utiliza los enfoques cualitativo y cuantitativo, utiliza el enfoque hipotético deductivo para los cálculos y criterios de la selección de acometidas, protecciones y consumo, también el método descriptivo detalla los elementos usados para el diseño del proyecto, normas, criterios de construcción, fundamentos teóricos para cumplir los objetivos se emplearán el método exploratorio en la fase de levantamiento de información y explicativo para detallar las fases del sistema.

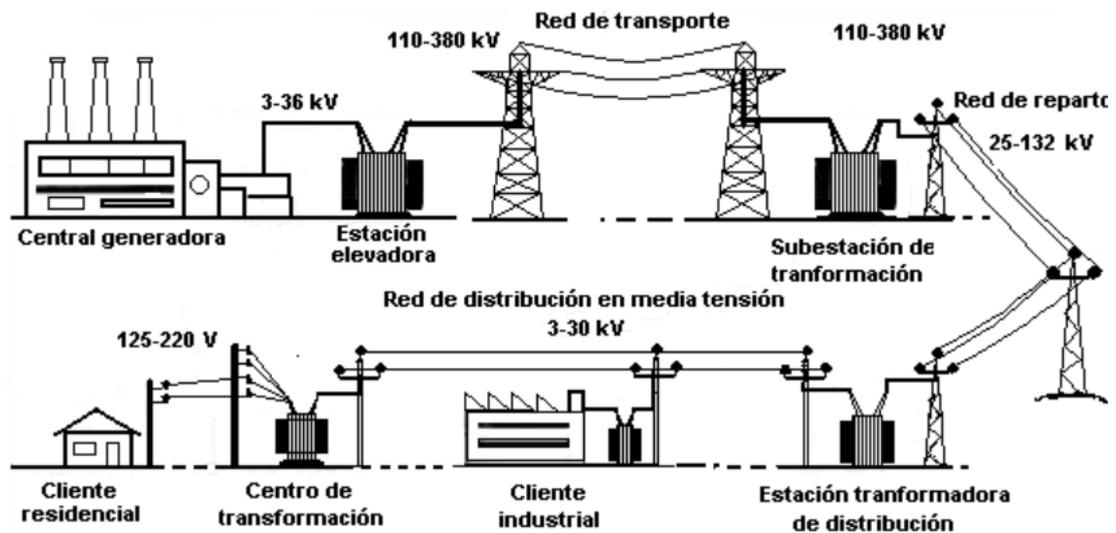
CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Red de distribución eléctrica

El consumo de electricidad se realiza por corriente alterna y uno de los inconvenientes que presenta este tipo de corriente es que no se puede acumular. El sistema necesita producir toda su energía a cada instante lo que implica una etapa de regulación y automatización (Trashorras J. , 2022).

La red de distribución eléctrica es un sistema interconectado permite entregar la energía a los usuarios consumidores de acuerdo con su nivel de voltaje. la distribución parte de la obtención su energía por un generador y a través de conexiones a subestaciones se distribuye la energía a un nivel de tensión determinado y esta es transportada hasta el usuario (Gonzales, 2015). La figura 1. Muestra un esquema de algunas etapas que tiene la red para llegar a un cliente residencial.

Figura 1. Red de distribución eléctrica



Nota: Etapas de una red de distribución eléctrica Fuente: Electropeguntas, 2002

La red de distribución eléctrica está constituida por las siguientes etapas:

- a) Generación
- b) Transmisión
- c) Sistema de Distribución

2.1.1. Generación

Consiste en la obtención de la energía por medio de un sistema capaz de transformar la energía sea termina en energía eléctrica a grandes capacidades. Esta etapa es una de la más importantes debido a que de la generación depende el abastecimiento de la energía al número de usuarios, si el generador no cuenta con la capacidad suficiente para abastecer la demanda de los usuarios la red colapsa y se debe seccionar tramos de la red para abastecer solo a ciertos usuarios limitando el proceso (Orbe, 2016).

Los sistemas de generación se pueden clasificar en no renovable y renovable los cuales son clasificados por la forma de generación ya que la conversión de la energía siempre será energía eléctrica. Los generadores cuentan con una clasificación según la potencia generada siendo esta micro generación con capacidades que no superan los 2MVA, mediana generación hasta 50MVA y gran generación desde 50KW hasta 300MVA (Tacle & Uvidia, 2007).

2.1.2. Transmisión

También conocida como etapa de transporte es aquella que parte desde la subestación eléctrica cercana al generador y traslada la energía eléctrica por medio de extensas líneas soportadas sobre estructuras trifásicas

sobre torres separadas a kilómetros hasta llegar al punto de consumo (Arellano, 2015).

Los niveles de energía eléctrica deben estar transformados elevando su nivel de tensión debido a los largos tramos de línea entre torre y torre se evidencia una caída de tensión (Molina, 2014). Los transformadores ayudan a que el sistema de transmisión tenga un flujo de energía estable hasta llegar al consumidor (Arellano, 2015).

2.2. Sistema de distribución

Es una etapa del proceso de la electrificación, cuenta con una serie de equipos y materiales que protegen, transforman y transportan energía eléctrica hasta el usuario (Pilco & Caiza, 2022).

Un sistema de distribución está conformado por los siguientes apéndices:

- a) Transformadores de distribución
- b) Subestación eléctrica
- c) Transformadores de distribución
- d) Línea de distribución secundarias
- e) Ramales, acometidas y sistema de medición

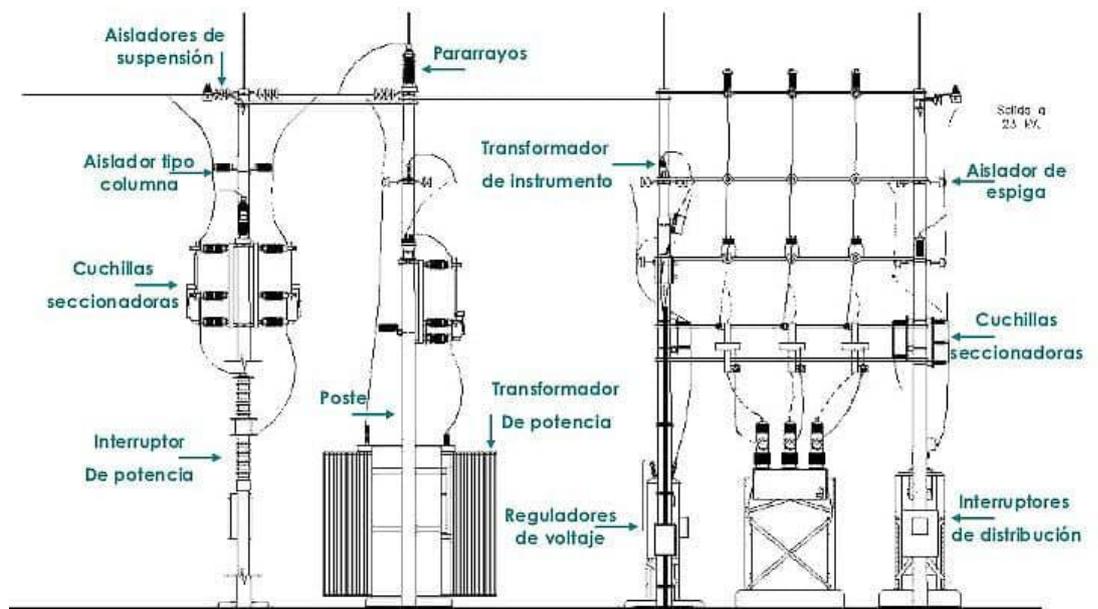
2.2.1. Subestación eléctrica

Es un conjunto de elementos de maniobra, medición, transformación, protección, control y monitoreo forman parte del sistema de potencia. La sinergia de estos equipos y accesorios convergen en una Bahía o estructura metálica conocido como pórtico (Henriquez, 2008).

Las normas como NATSIM (Normas de Acometidas, Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para el suministro de electricidad)

eléctricas indican que una subestación eléctrica debe ser construida cuando la demanda eléctrica supera el 1MVA. La subestación podrá tener un nivel de voltaje en media tensión como 13,8KV, 22KV y 36KV o alta tensión 69KV, 138KV y 230KV según la etapa donde esta se requiera (CNEL EP, 2012). La figura 2. Muestra los equipos y elementos que conforman una subestación eléctrica.

Figura 2. Subestación eléctrica



Nota: Equipos y elementos que conforman una subestación eléctrica Fuente: Electropeguntas, 2002

2.3. Red de distribución aérea

Las redes aéreas son usadas para las etapas de transmisión y distribución de energía eléctrica, el tendido de línea utiliza Aluminio y se encuentra suspendido en estructuras monofásicas o trifásicas separando las fases y su hilo de guarda con aisladores, los soportes están montados en torres o postes de concreto (Ramirez, 2012). Las redes aéreas son las más

usadas en los sistemas de distribución, a continuación, se detallan algunas de las ventajas y desventajas del sistema.

Ventajas

- a) Bajo costo inicial
- b) Fácil mantenimiento preventivo y correctivo
- c) Fácil localización de fallas
- d) Menor tiempo de construcción

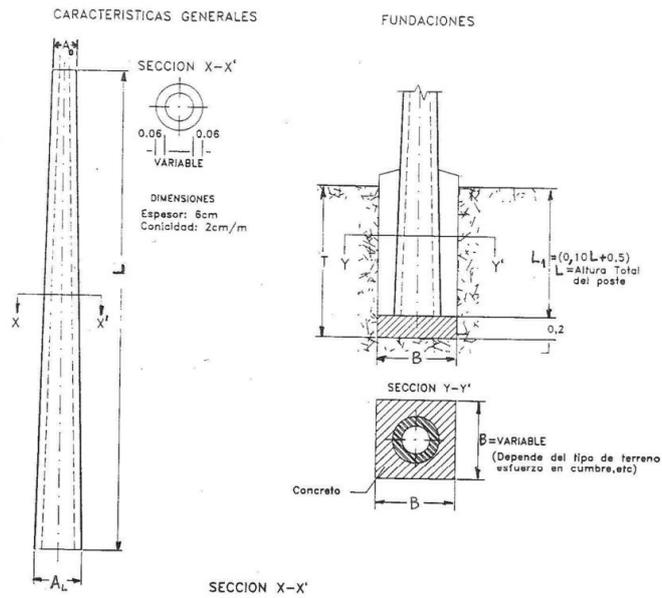
Desventajas

- a) Menos confiabilidad
- b) Impacto visual
- c) Menor seguridad
- d) Susceptible a factores externos (Descargas atmosféricas, gases, desastres naturales, choques, vandalismo)

2.3.1. Postes

Son elementos que se encargan de suspender las redes de distribución eléctrica separados a una distancia que permita formar un vano. Los postes pueden ser de hormigón, metal galvanizado, fibra de vidrio y sus dimensiones y pesos varían según los elementos que se suspendan en el mismo como lo muestra la figura 3.

Figura 3. Poste de hormigón



Nota: características generales de fabricación de poste 12 x 500KGF Fuente: ELECDOR, 2016

2.3.2. Conductores

Son utilizados en la etapa de tendido de línea, los conductores son de aluminio, ACSR, ACAR debido al hurto de conductores en las transiciones aéreas, los conductores de aluminio cuentan con los siguientes calibres que comienzan desde 2 hasta 1000MCM (CNEL EP, 2012). La figura 4. Muestra la composición y numero de hilos de un conductor ACSR.

Figura 4. Conductor ACSR

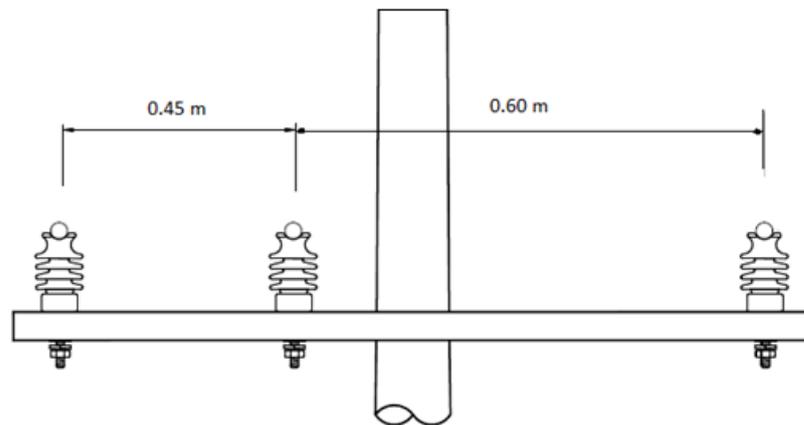


Nota: conductor ACSR 336MCM 19 hilos Fuente: ECUACABLE, 2010

2.3.3. Crucetas

Son elementos que conforman la red de distribución primaria, soportan las líneas y otros elementos de seccionamiento o transformación. Las crucetas están compuestas de acero galvanizado en caliente separando a las líneas con sus respectivos aisladores como lo muestra la figura 5.

Figura 5. Cruceta centrada en poste



Nota: Distancia entre fases y neutro en cruceta Fuente: BURNDY, 2008

2.3.4. Aisladores

Son elementos usados para fijar las líneas de transmisión y redes de distribución, el principio de los aisladores se basa en aislar la corriente eléctrica que circula por el conductor para que no circule hacia la estructura y no genere cortocircuito. Los materiales que conforman estos elementos son cerámica, fibra de vidrio, goma y cuentan con una clasificación según su tipo, nivel de tensión y aplicación como pasante o retención. La figura 6. Muestra un aislador de porcelana con doble revestimiento usado para distribución.

Figura 6. Aislador ANSI 56-1



Nota: Dimensiones de aislador ANSI 56-1 Fuente: GAMMA, 2012

2.3.5. Herrajes

Conjunto de elementos metálicos utilizados para la composición de estructuras y tensores, los elementos son de acero galvanizado y están conformado por varillas preensambladas, varillas de anclaje, grapas, espigas, perno máquina, perno pin, perno u, pie de amigo, crucetas, aisladores. La figura 7. Muestra un conjunto de herrajes, pernos y abrazaderas usados en la para soportar equipos y conductores de distribución.

Figura 7. Herrajes para soportaría

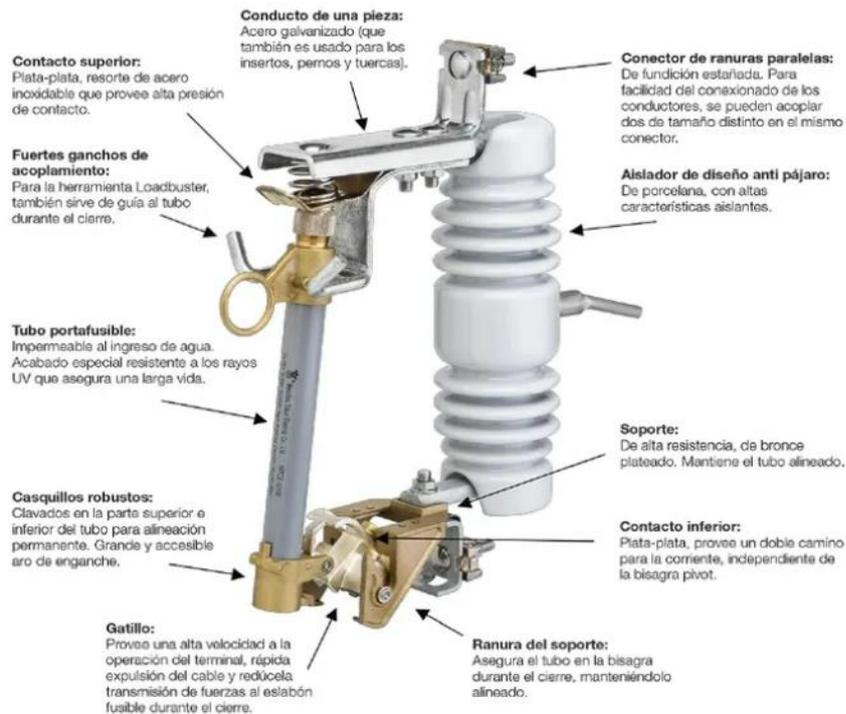


Nota: Se muestra algunas clases de herraje y rack para poste Fuente: EVISA, 2017

2.3.6. Seccionamiento

Son un conjunto de elementos de seccionamiento monopolar usados para la apertura y cierre de red de distribución en media tensión, llamados también caja porta fusible cuenta capacidades de 100A a 600A (CNEL EP, 2012). La figura 8. Muestra las partes de una caja porta fusible y su concepto.

Figura 8. Seccionadora porta fusible



Nota: Partes que conforman la caja seccionador fusible Fuente: ABB, 2000

2.3.7. Transformadores

Los transformadores son equipos que se emplean para transformar los niveles de tensión en la red de distribución, normalmente empleado para medio y bajo voltaje. los transformadores monofásicos cuentan con los siguientes valores nominales entre 10 a 100KVA y para transformadores trifásicos entre 50 a 1000KVA (CNEL EP, 2012). La figura 9. Muestra en la estructura de un transformador de distribución monofásico autoprotegido.

Figura 9. Transformador de distribución autoprotegido



Nota: Transformador autoprotegido de 100KVA Fuente: INATRA, 2002

2.4. Red de distribución subterránea

Las redes aéreas son usadas vía subterránea para la etapa de distribución, cumplen la misma función que una red aérea, sin embargo, al estar soterradas presentan mayor seguridad (Anchatuña, 2022). Las redes subterráneas son usadas en urbanizaciones y estética, a continuación, se detallan algunas de las ventajas y desventajas del sistema.

Ventajas:

- a) Sistema robusto
- b) Estética
- c) No expuesta a vandalismo
- d) Seguridad

Desventajas:

- a) Inversión inicial elevada
- b) Dificultad en el análisis de fallas

- c) Dificultad en maniobras de mantenimiento
- d) Expuestas a la humedad y roedores

2.4.2. Canalización

La canalización subterránea se realiza por medio de banco de ductos estos pueden ser rígidos, semirrígidos o flexibles como PVC de uso eléctrico (Trashorras J. , 2015). La canalización proporciona seguridad a la red de distribución ante sismos, hurto, etc. La figura 10 muestra la instalación de un banco de ductos en un sistema soterrado.

Figura 10. Banco de ductos PVC 6x110mm



Nota: La figura muestra la instalación de un banco de ductos PVC tipo TDP de 6 x 110mm Fuente: CFE, 2008

2.4.1. Caja de revisión

Son cajas construidas o prefabricadas de hormigón armado de 210kgf donde se interceptan los bancos de ductos, la caja de revisión tiene en su interior un espacio libre denominado como espacio de trabajo para las maniobras de mantenimiento, apertura y cierre, también cuenta con un sumidero en el interior, para evitar que las cajas se empocen (MEER, 2012).

De acuerdo con las normas del NEC los pozos de revisión serán ubicadas en calzadas, deberán contener tapa de acero dúctil con medidas de acuerdos al tipo de caja como se ve en la figura 11. y tabla 1.

Figura 11. Cajas de revisión



Nota: Tipo de cajas de revisión según banco de ductos Fuente: MEER, 2012

Tabla 1. Dimensiones de cajas de revisión

Tipos	Largo(m)	Ancho(m)	Profundidad(m)	Aplicación
Tipo A	0.60	0.60	0.75	AP-Acometida
Tipo B	0.90	0.90	0.90	MT-BT-AP
Tipo C	1.20	1.20	1.20	MT-BT-AP
Tipo D	1.60	1.20	1.50	MT-BT-AP
Tipo E	2.50	2.00	2.00	MT-BT-AP
Las profundidades indicadas en la tabla son mínimas y podrá aumentar dependiendo de ductos a instalarse				
Los pozos tipo C son utilizado para derivaciones de baja tensión				
Los pozos C y D se construirán con dos tapas que cubrir el área del mismo				
Los pozos tipo E se podrá colocar módulos premoldeados para derivación y seccionamiento				
los pozos tipo D y E se construirán en las equinas				
AP	Alumbrado publico			
MT	Media tensión			
BT	Baja tensión			

Fuente: MEER, 2012

2.4.2. Transformador

Es una maquina eléctrica estática que transforma niveles de tensión gracias a sus devanados que convergen en un mismo núcleo, la energía ingresa por el devanado primario e induce un campo electromagnético donde la energía sale por el devanado secundario hacia la carga (Chapman, 2005).

Los transformadores utilizados en redes soterradas son tipo sumergible o pedestal y las normas NEC indican que deben ser instalados a intemperie, o en cuartos herméticamente sellados cercano a las cajas de revisión y deben estar montados sobre una base de hormigón (Márlez, 2019). La figura 12. Muestra la estructura de un transformador tipo pedestal.

Figura 12. Transformador tipo pedestal



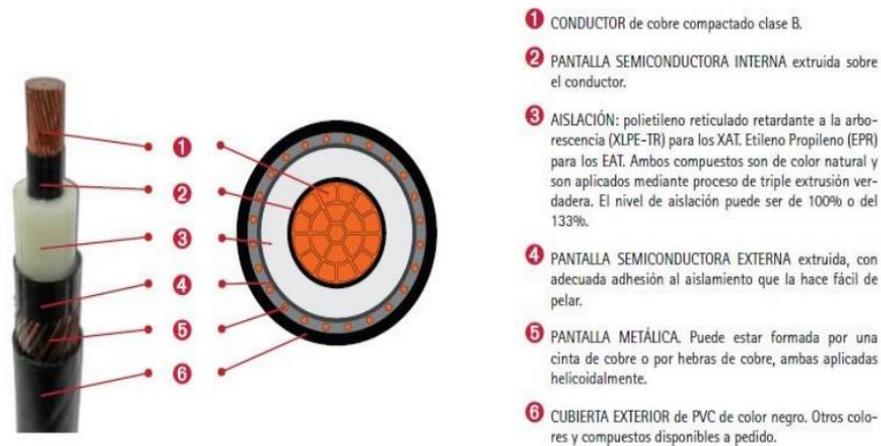
Nota: Transformador monofásico 75KVA 7600V/220-110V Fuente: INATRA, 2006

2.4.3. Cables para soterramiento

Son cables recubiertos con una chaqueta de alta tecnología conocida como XPLE (elastómero de polietileno reticulado) son conocidos por ser robustos y trabajar a altas temperaturas (Escobar, 2019). Tiene un alto

aislamiento y presenta una robustez en su construcción para evitar mordida de roedores y el grosor de la chaqueta permite disipar el calor entre la lámina de aluminio recubierta en su chaqueta, siendo un conductor más eficiente (Centelsa, 2004). La figura 13. Muestra como está conformado el cable.

Figura 13. Cable XLPE para soterramiento



Nota: partes que conforman el recubrimiento de un conductor XLPE Fuente: Centelsa, 2016

2.4.5. Pad Switch

El PAD Switch conocido como gabinete de seccionamiento tipo pedestal permite la interconexión de una o dos redes de distribución en la entrada del sistema, y una sola salida seccionarle hacia el consumidor. Es utilizado en urbanizaciones o centros comerciales ubicados a intemperie cercanos al transformador, en las redes de distribución subterráneas son utilizados para realizar topologías en anillo gracias a la configuración del equipo (S&C, 2012). La figura 14. Muestra la estructura de una cámara de seccionamiento para intemperie.

Figura 14. Seccionador tipo pedestal



Nota: estructura de un seccionador tipo pedestal Fuente: S&C, 2012

2.4.6. Barra de distribución subterránea (Gelport)

Son utilizados para la distribución eléctrica subterránea, la bata tensión de los transformadores tipo pedestal conecta hacia la barra distribuidora la cual cuenta con 4, 6 o 8 puertos de interconexión para lanzar acometidas hacia los predios (Hidalgo, 2003). La figura 15. Muestra la composición de una barra de distribución subterránea.

Figura 15. Ubicación de barras de distribución en la caja de revisión



Nota: acometidas subterráneas en baja tensión desde barra distribuidora en la caja de revisión Fuente: CNEL, 2003

2.6. Sistema de alumbrado publico

Se conoce como el servicio público para iluminar espacios de tipo exterior, perimetral y vías de acceso. Su principio es abastecer de energía lumínica para garantizar una circulación y orientación seguras de los usuarios y a la circulación vial en horarios nocturnos o donde no cuente con iluminación natural (Gonzalez, 2022).

El sistema de alumbrado público se considera un subsistema ramificado separados a distancias considerables para generar un el efecto lumínico deseado sobre el suelo, las tecnologías permiten que la calidad lumínica, eficiencia y ambiente sean los adecuados según la aplicación (Visarrea, 2023).

El arquetipo de un sistema de alumbrado consiste en un ramal principal la cual dependerá del número de lámparas que este alimente y la distancia hasta llegar al último punto, normalmente el calibre del conductor es sobredimensionado considerando las perdidas por caída de tensión, temperatura y misceláneos, se crear derivaciones con cable #12 hacia los puntos de alumbrado cerrando el circuito y retornado al ramal (Encalada, 2012).

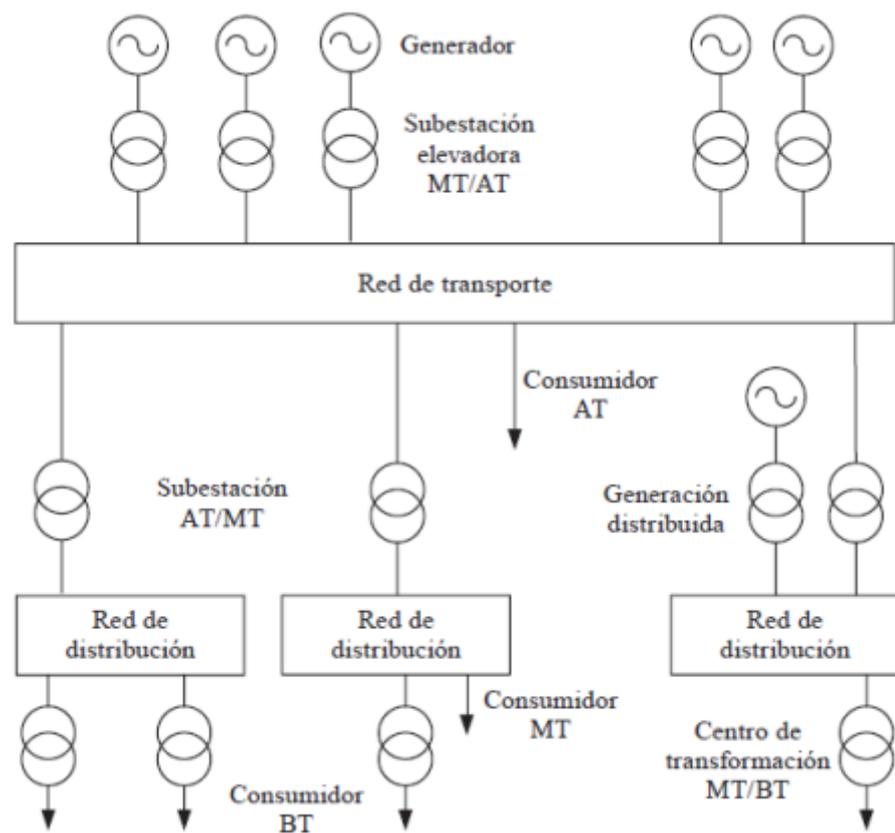
2.7. Topología de la red

La red de distribución eléctrica hace referencia a como está conformada la red, esta cuenta con una serie de etapas está compuesta por ramales y alimentadoras que determinan el modo de entrega de la energía

eléctrica según el tipo de cliente, su capacidad, su voltaje, etc., con el fin de entregar suministro eléctrico ininterrumpido y la calidad en la red al usuario (Alava & Bravo, 2022).

Las redes eléctricas según su tipo de aplicación se pueden dividir en sistemas radial o anillo (Castro & Ramirez, 2015). la figura 16. Muestra una topología de la red desde la etapa de generación hasta distribución.

Figura 16. Estructura de un sistema de energía eléctrica

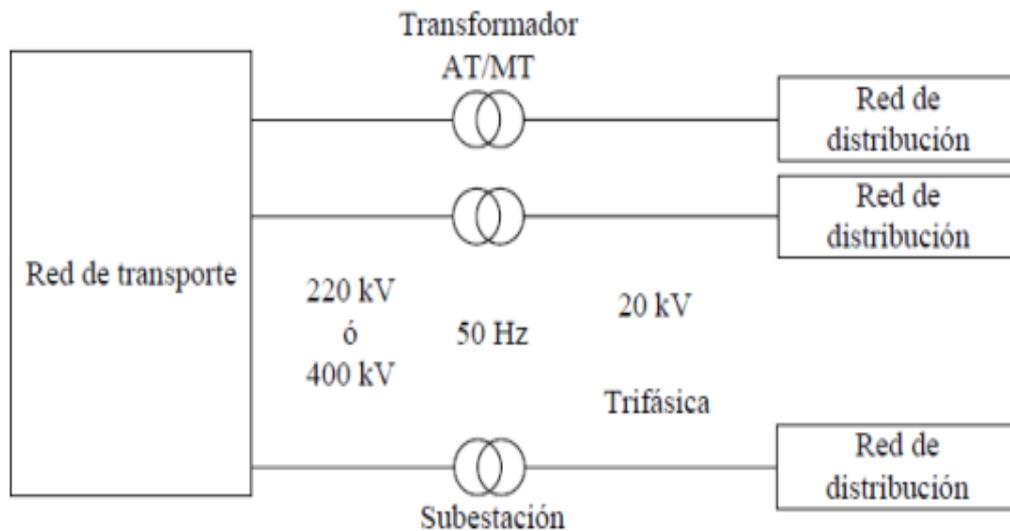


Nota: Estructura de un sistema de energía eléctrico donde AT: Alta tensión, MT: medida tensión, BT: baja tensión Fuente: Instalaciones Eléctricas, 2007

El paso de energía hacia los consumidores se logra gracias a la conexión o conexiones con la red de transporte mediante subestaciones de alta o media tensión. La red de distribución reparte la energía a los consumidores por medio de centros de transformación de media a baja

tensión ya que los centros de consumo muestran diferentes características en cuanto a voltaje, consumo y fiabilidad (Sanchez J. , 2012). La figura 17. Muestra el transporte de energía hacia las redes de distribución.

Figura 17. Interconexión de la red de transporte



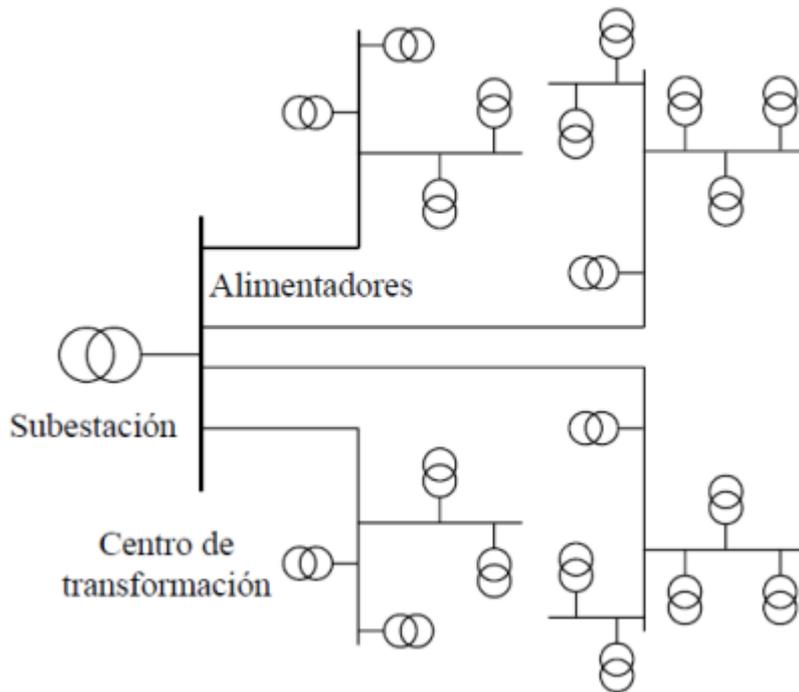
Nota: paso de energía desde la etapa de transporte a las redes de distribución: baja tensión

Fuente: Instalaciones Eléctricas, 2007

2.7.1. Redes eléctricas con topología radial

Las redes de distribución radiales parten de una subestación y se ramifican extendiéndose por un área suministrada, estas se alimentan por un único alimentador y llega a los centros de transformación mediante ramificaciones. Por tanto, la energía solo fluye por un camino hasta alcanzar a los consumidores (Garcia & Proaño, 2017). La figura 18. Muestra el diseño de una red con topología radial.

Figura 18. topología radial ramificada



Nota: Parte desde una subestación en MT Fuente: Instalaciones Eléctricas, 2007

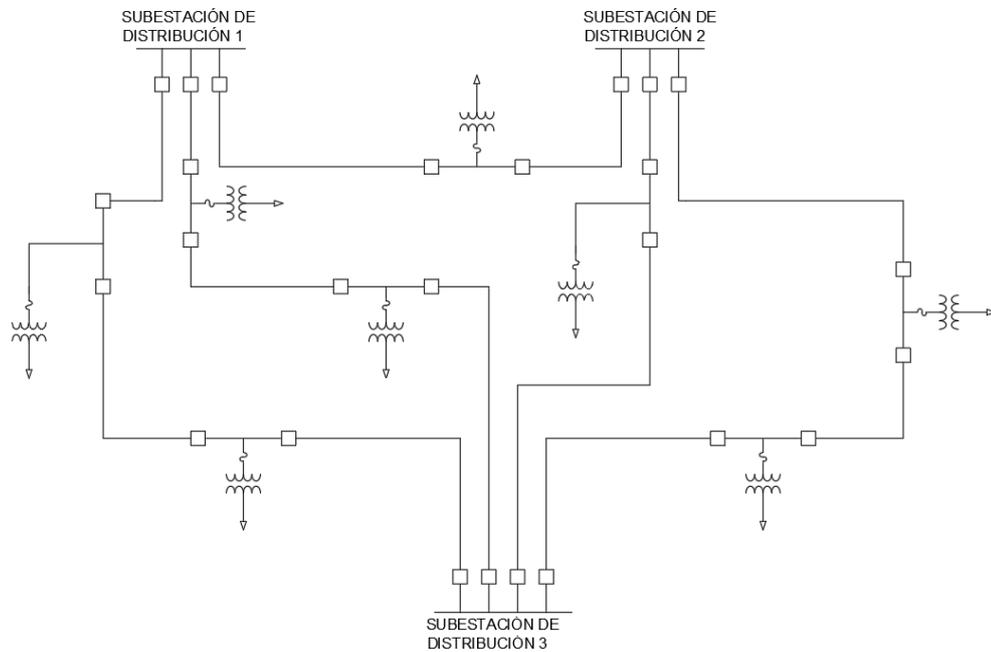
Una ventaja que presenta un arreglo radial es que son simples y económicos. Sin embargo, su desventaja es que cualquier problema en la red deja sin servicio a un número de usuarios hasta que el problema sea resuelto.

2.7.2. Redes eléctricas con topología malla

La topología en malla consiste en la interconexión de subestaciones que transportar la energía hasta los transformadores de diversos sectores, ante un corte de energía estos cuentan con energía ininterrumpida gracias a la malla. Sin embargo, la red se encontrará limitada hasta que se habilite la subestación o se resuelva el fallo en algún tramo del sistema (Montecelos, 2017). Su instalación es más costosa ya que requiere el uso de más equipos de maniobra y bypass se muestra en la siguiente figura, esta conexión es la más costosa que la de arreglo radial, debido a que requiere más equipo sobre

la línea tiene servicio desde dos direcciones (Tenerdor, 2020). La figura 19. Muestra la topología en malla.

Figura 19. Topología en malla



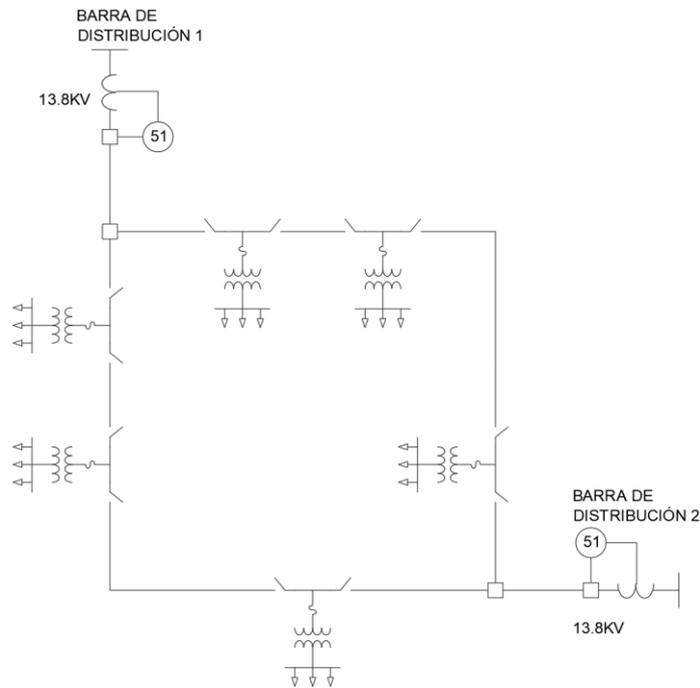
Nota: Es un sistema interconectado donde ante un problema de energía o mantenimiento, se pueden realizar maniobras de seccionamiento para que la red de distribución preserve su energía Fuente:

Autores, 2024

2.7.3. Redes eléctricas con topología en anillo

La topología tipo anillo forma un ciclo de completo entre el lugar de partida y el bastecimiento. Donde el abastecimiento parte de dos subestaciones en puntos diferentes, mediante maniobras de bypass un buss 1 puede abastecer a los consumidores y en caso de un fallo puede cerrar el bus y abril el buss 2 para preservar la calidad de la red (Suarez, 2015). La figura 20. muestra la topología en anillo.

Figura 20 Topología en anillo



Nota: Sistema compuesto por 2 Buss que funcionan de manera individual mediante una coordinación de protecciones para abastecer de energía a los consumidores por el anillo interconectado Fuente: Instalaciones Eléctricas, 2007

2.8. Normativa eléctrica

2.8.1. ARCONEL Regulación 001/18.- Tarifas de servidumbre

La resolución busca determinar las distancias de seguridad en las líneas de servicio de energía eléctrica y edificaciones (ARCONEL, 2018).

A. Objetivo

Determinar la franja de seguridad de las líneas de alto y medio voltaje para disminuir las afecciones en la red y preservar la confiabilidad de las instalaciones en las redes de distribución y edificaciones cuidando la integridad física y los equipos de los predios (ARCONEL, 2018).

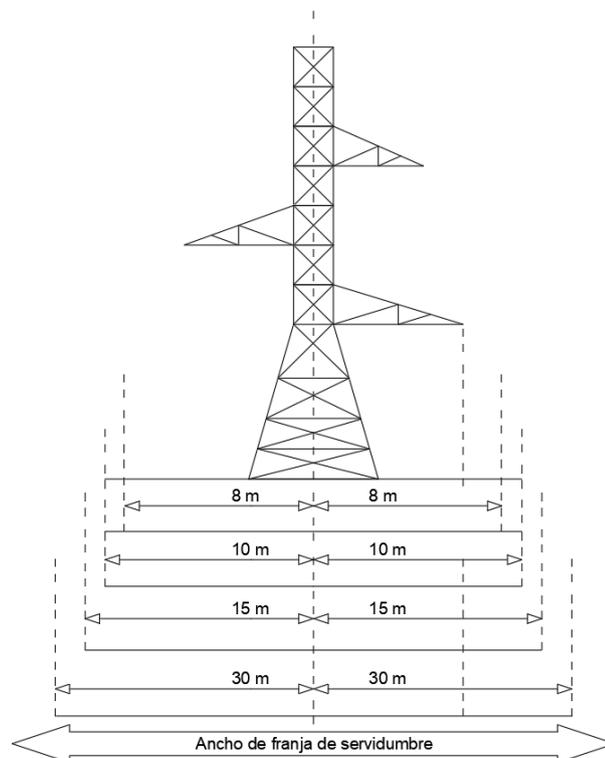
B. Declaratoria de franja de servidumbre

Solo las empresas distribuidoras podrán establecer las franjas de servidumbre en una red de distribución eléctrica. Para empresas privadas que requieran el uso de franja de servidumbre en sus redes deberán solicitar al MEER (Ministerio de energía y minas) como entidad que concede dicho requerimiento (ARCONEL, 2018).

C. Delimitación de franja de servidumbre

La figura 21. Muestra las distancias de franja de servidumbre según los niveles de tensión.

Figura 21. Distancia de franja de servidumbre



Nota: para voltaje de 69KV el ancho de franja es de 16metros, para 138KV el ancho de franja es de 20metros, para 230KV el ancho de franja es de 30metros, para 500KV el ancho de franja es de 60metros, para niveles de media tensión de acuerdo a su rango la distancia Fuente: Autores, 2024

Las empresas distribuidoras para medio y bajo voltaje cuentan con un ancho de franja de servidumbre como lo muestra la tabla 2. Donde muestra dichas distancias para zonas rurales (ARCONEL, 2018).

Tabla 2. Distancias excepcionales de franja de servidumbre

Voltaje (KV)	Ancho de la franja
500	60 m
230	30 m
138	20 m
69	16 m
$34,5 \leq V \leq 46$	16 m
$13,8 \leq V \leq 34,5$	12 m
13,8	6 m

Nota: para voltaje de 13,8KV el ancho de franja es de 6metros, para 13,8KV hasta 34,5KV el ancho de franja es de 12metros, para 34,5KV hasta 46KV el ancho de franja es de 16metros sin embargo para alta tensión la franja tiene distancias establecidas, Fuente: ARCONEL, 2018

2.8.2. Regulación 01/20 “Distribución y comercialización en energía eléctrica”

cumplimiento obligatorio de disposiciones para distribuir y comercializar la energía por las empresas eléctricas de distribución, para el transmisor y para los consumidores que reciben el servicio público de energía eléctrica (ARCENRR, 2021).

A. Objetivo

Regular las características técnicas, comerciales y operativas entre la distribuidora y el consumidor, entre la distribuidora, el transmisor y el consumidor cuando corresponda para la preservación de suministro de energía eléctrica (ARCENRR, 2021).

Responsabilidad de la distribuidora:

Las empresas distribuidoras deben prestar el servicio público de distribución de energía eléctrica para los consumidores sean regulados o no

regulados que estén dentro del área de servicio y legalmente conectados a la red de distribución, para llevar a cabo este proceso se lo hará respetado leyes, reglamentos y regulaciones aplicables (ARCENRR, 2021).

B. Condiciones para prestar servicio de red eléctrica

Las características del suministro de energía eléctrica, para definir las condiciones y cláusulas del contrato de suministro (ARCENRR, 2021), así como las acciones por parte de la empresa distribuidora, son las siguientes:

- a) Punto de entrega
- b) Categoría por grupo de tarifa establecido por el pliego tarifario
- c) Forma de comercialización

C. Punto de entrega

La empresa distribuidora de acuerdo con la información recibida por parte del solicitante la cual es el punto de entrega, el punto de medición. Sin embargo, esto dependerá del nivel de voltaje, la ubicación, el esquema de protecciones del predio, la clase de medición, el sistema de corte y seccionamiento, la puesta a tierra y las obras menores para la conexión del servicio siguiendo la normativa del NATSIM o NEC preservando las condiciones de: seguridad, eficiencia, continuidad, calidad de las instalaciones (ARCENRR, 2021).

Los requerimientos para suministro de red eléctrica son atendidos de acuerdo con los diferentes niveles de voltaje de acuerdo con lo siguiente:

- a) Los consumidores con demanda declarada menor o igual a 12 kW serán atendidos en bajo voltaje (ARCENRR, 2021).

- b) Los solicitantes con demanda declarada mayor a 12 kW podrán ser atendidos en bajo, medio o alto voltaje, según lo determine la distribuidora, en función de los análisis de conexión (ARCENRR, 2021).

D. Categoría por grupo de tarifa establecido por el pliego tarifario

La empresa distribuidora evalúa las características de la carga eléctrica y el uso declarado por el usuario; y, definirá el tipo de tarifa que le corresponde de acuerdo con el servicio solicitado; de conformidad las disposiciones del Pliego Tarifario vigente y su regulación (ARCENRR, 2021).

E. Forma de comercialización

La empresa distribuidora implementa un sistema de comercialización pospago para acceder al esquema de comercialización, también se dispone la de opción prepago para viviendas de difícil acceso o de uso esporádico, ambos servicios tendrán los mismos derechos, obligaciones, tarifas y subsidios con excepción al cargo por comercialización el cual varía de acuerdo con el tipo (ARCENRR, 2021).

F. Estudio de la demanda declarada

La empresa distribuidora, siempre que vea necesario, requerirá al usuario que realice un estudio de demanda que establezca las características principales de sus instalaciones y la carga instalada, (ARCENRR, 2021) como las siguientes:

- a) Levantamiento de la carga
- b) Información sobre los equipos especiales
- c) Demanda
- d) Curva de demanda estimada
- e) Diagrama unifilar
- f) Otra información relevante a la carga

G. Obras para nuevos suministros en baja tensión

Para el suministro de redes en baja tensión hasta el punto de entrega ubicado al límite de propiedad del consumidor. La distribuidora asume la instalación del medidor, la protección, el seccionamiento y el sistema de medición. Las obras civiles para la adecuación de las instalaciones eléctricas son realizadas por parte del consumidor (ARCENRR, 2021).

H. Obras para nuevos suministros en medio y alto voltaje

El suministro de redes en media y alta tensión hasta el punto de entrega ubicado al límite de la propiedad del consumidor sobre la vía pública. De acuerdo con los lineamientos de cada distribuidora misma que será responsable de la extensión de la red hasta el punto de entrega; esto incluye seccionamiento, protección, medición y puesta a tierra. El usuario será responsable de la instalación de la infraestructura eléctrica como: obra civil, transformador de potencial y de corriente en el punto de entrega y la extensión del punto dentro del predio (ARCENRR, 2021).

2.9. Caída de tensión

Es el decremento de voltaje en una red eléctrica reduciendo su valor nominal, la caída de tensión puede ser ocasionado por sobrecarga, saturación, largas distancias desde el transformador hacia la carga, etc. El bajo nivel de voltaje en muchas ocasiones puede causar daños parciales o permanentes que afectan a los equipos e instalaciones (Sagredo, 2021).

Para mejorar esta caída de tensión, es recomendable el sobredimensionamiento de circuitos en distancias que superen los 20 metros, se estima que cada 4 metros cuenta con una caída de 1V, equilibrar la carga en los tableros de distribución, convertir sistemas monofásicos en trifásicos genera mayor robustez y fiabilidad en las instalaciones (Cooper System, 2005).

2.10. Sistema puesto a tierra

Se considera a la conexión de un elemento eléctrico o estructural a algún punto no energizado(tierra) aterrizado por un electrodo. Es considerado un sistema de protección contra perturbaciones eléctricas de la red, o fallos generados por algún circuito dentro del predio donde el excedente de energía es aterrizado a tierra (Sanchez J. , 2010)

Una malla a tierra según el elemento de protección es clasificada en malla estática como gabinetes o estructuras y malla eléctrica como circuitos eléctricos, motores, transformadores, etc. (DEHN, 2012).

La malla a tierra también es conocido como las conexiones bimetálicas que protegen un circuito eléctrico o estructura. Sin embargo, según la aplicación es recomendable tener los parámetros de resistividad necesarias en la tierra física del predio (Quinga & Gualotuña, 2014).

2.10.1 IEEE: 80

Norma internacional de sistema puesta a tierra cuya finalidad es Proporcionar los medios para disipar corrientes eléctricas a tierra sin exceder los límites de operación de la red y de los equipos y Asegurar que el personal dentro de la subestación, entorno de trabajo o vivienda, no estén expuestas al peligro de las corrientes eléctricas de choque por lo cual la regulación establece los criterios de diseño, construcción y selección de material para una malla a tierra (IEEE, 2000).

CAPITULO III: LEVANTAMIENTO DE INFORMACION

3.1. Generalidades

3.1.1. Antecedentes de la urbanización

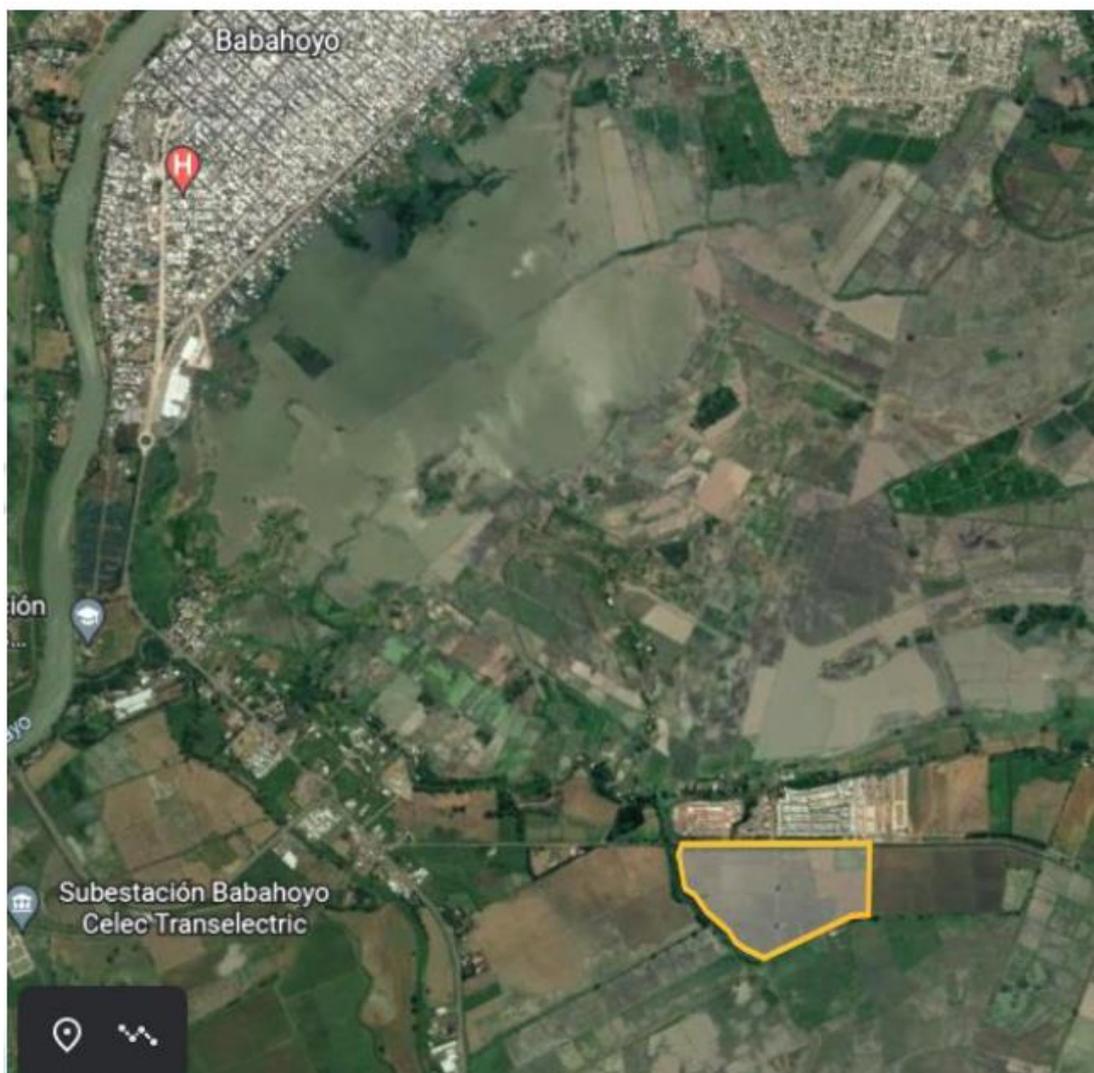
El presente proyecto lo ha estructurado la fundación FEDASIS (Fundación Ecuatoriana de ayuda social iluminando sueños) con el objeto de promover el desarrollo de viviendas y demás establecimientos, esto con base al aporte social, incluyendo estructuras y modelos eficientes fomentando una mejora en la calidad de vida de la sociedad (FEDASIS, 2022).

FEDASIS plantea la construcción de una urbanización para aquellos beneficiarios que no cuentan con terrenos propios en la localidad Babahoyo, provincia de los Ríos - Ecuador. Esto complementa la ayuda social que se brinda, con el propósito de llegar a los grupos sociales más necesitados (FEDASIS, 2022).

3.1.2. Ubicación

La localización de la urbanización se encuentra en el cantón Babahoyo cuenta con una superficie de 1,438.27m² considerado como zona rural con coordenadas UTM con sus siglas en inglés (Universal Transverse Mercator) WGS 84 (World Geodetic System 1984) presenta los siguientes valores X: 662911.51, Y: 9796518.02. la figura. 22. Muestra la ubicación geográfica de la urbanización propuesta.

Figura 22. Ubicación Geográfica de la urbanización



Nota: superficie de terreno de la urbanización en cantón Babahoyo 110mm Fuente: Google Earth, 2023

3.1.3. Red de distribución existente

La red de distribución Se conecta del alimentador pueblo nuevo que parte de la subestación centro industrial, cuenta con un seccionamiento 600A con rompe carga y este recorre de manera lineal para conectarse a otros subsistemas. La figura 23. Muestra el recorrido que tiene la red de distribución donde podemos observar que llega hasta la urbanización propuesta.

Figura 23. red de distribución

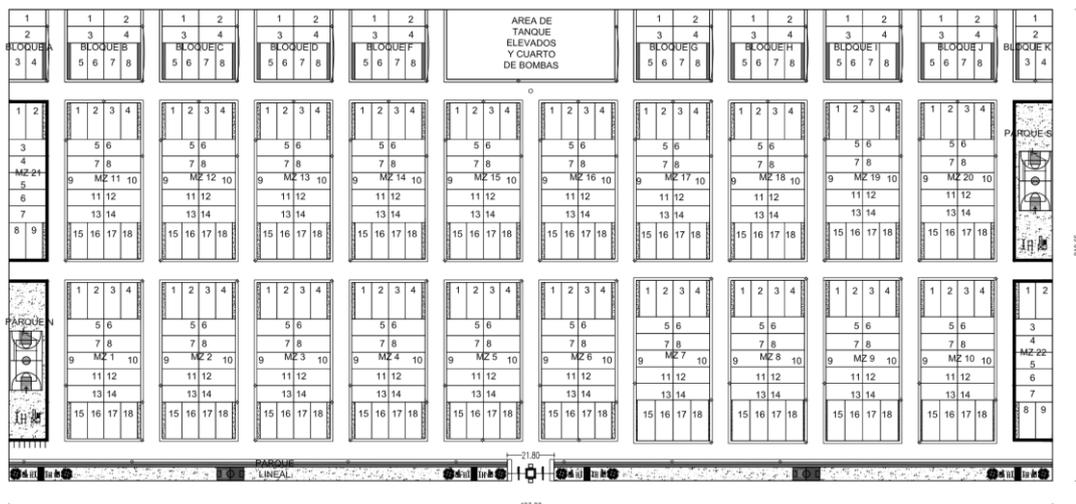


Fuente: CNEL EP, 2023

3.1.3. Características de la Urbanización

La urbanización cuenta 10 Bloques, garita, área de PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), zonas sociales, 2 parques con canchas múltiples de fútbol y básquet y 22 manzanas donde van a habitar 270 familias. La figura 24. Muestra el esquema vista frontal de la urbanización.

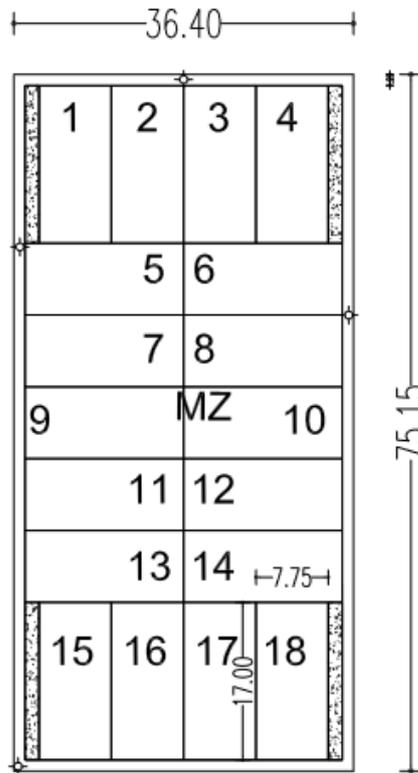
Figura 24. Vista frontal de urbanización



Fuente: FEDASIS, 2023

Cada residencia cuenta con un alto de 17 m y un ancho de 7,75 m y área de 131 m² como lo muestra la figura 25.

Figura 25. Dimensiones del predio



Nota: Área del predio y área de manzana Fuente: FEDASIS, 2023

3.1.4. Ubicación de red de distribución

Babahoyo cuenta con una red de distribución tipo malla que abastece de energía eléctrica a distintos sectores de Babahoyo. La red de distribución más cercana donde se puede interconectar desde la Urbanización valle verde 2. La figura 26. Muestra el sistema interconectado que parte de la subestación.

CAPITULO IV: DISEÑO ELÉCTRICO

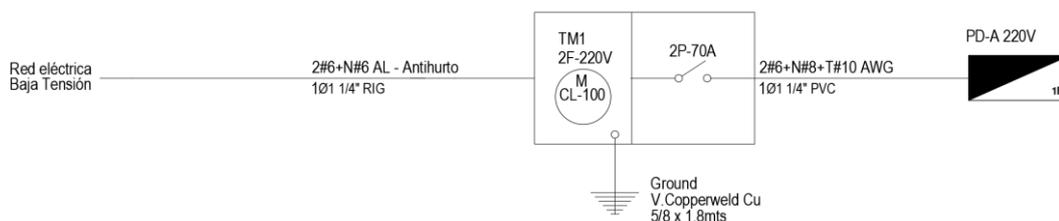
4.1. Generalidades

El presente capítulo realiza el diseño eléctrico de una urbanización en el cantón Babahoyo, provincia de los Ríos para lo cual se tomó la información recopilada en el capítulo III y para el desarrollo de ingeniería, los cálculos y criterios se realizar siguiendo las normativas NEC (Código eléctrico nacional), NATSIM (normas de acometidas cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro) y resolución ARCERNR 01/21.

4.1.2. Diagrama unifilar de abonado

La figura 27. presenta el diagrama unifilar de manera general indicando las protecciones, acometida desde la red de distribución, acometida desde el medidor hasta el panel de distribución, sistema puesto a tierra.

Figura 27. Diagrama unifilar de abonado



unifamiliar Fuente: Autor, 2023

4.1.3. Calculo de carga por abonado

la tabla 3. Muestra el cálculo de carga que se llevó a cabo para un abonado promedio, se consideró puntos básicos y necesarios que requiere una vivienda.

4.1.4. Acometida Eléctrica por abonado

La tabla 4. contiene un resumen de la carga instalada, aplicando los factores de demanda, potencia y un % de reserva por predio ante una posible expansión de carga.

Tabla 4. Acometida por abonado

DETALLE DE TABLERO / PANEL			
CARGA INSTALADA		2969,50	(W)
FACTOR DE DEMANDA (F.D.)	0,7	2078,65	(W)
FACTOR DE POTENCIA (F.P.)	0,92	2259,4	(VA)
RESERVA	20%	451,88	(VA)
TOTAL		2711,28	(VA)

VOLTAJE NOMINAL	220	(V)
CORRIENTE NOMINAL	11,3	(A)
DISYUNTOR	2P-70A	
ACOMETIDA	2#6+N#8+T#10	
CANALIZACION	1 1/4"	

Nota: Voltaje del predio, protección y acometida Fuente: Autor, 2023

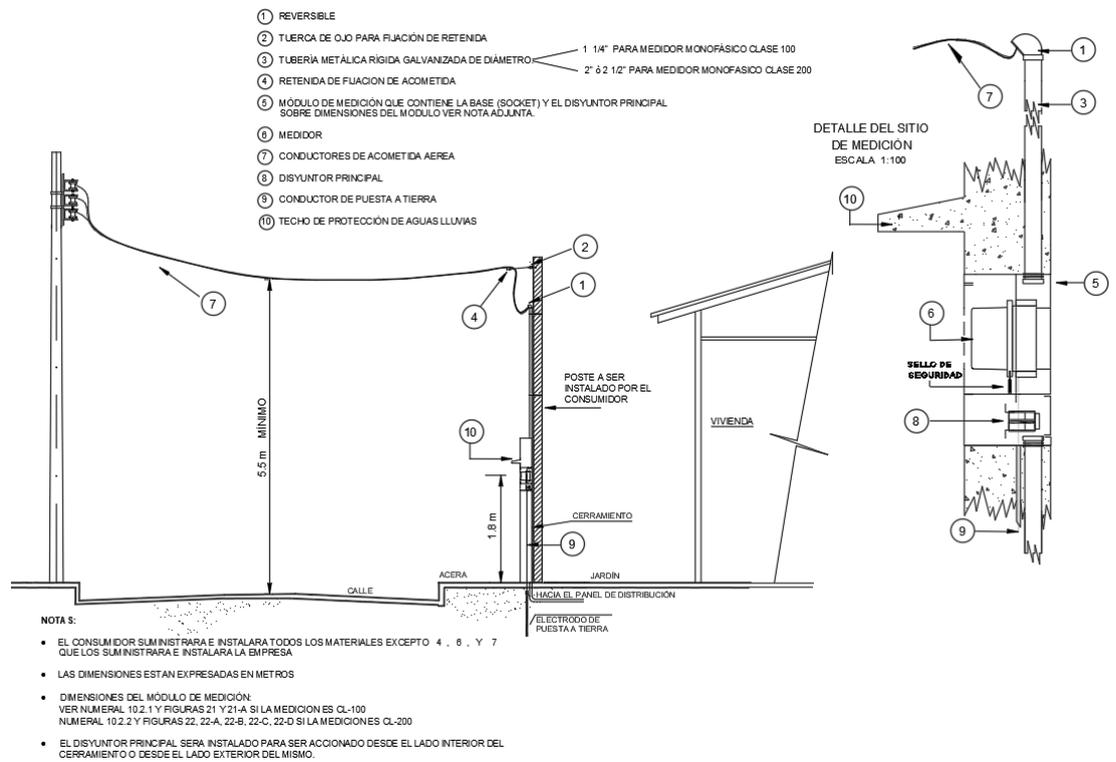
Todos los abonados tendrán un sistema monofásico de 3 hilos 220/110V y una acometida un tramo de acometida aérea que sale de la res de distribución con cable 2#6+N#6 – Al antihurto hasta llegar al medidor.

4.1.5. Sistema de medición por abonado

Cada abonado tendrá fuera de su predio un tablero de medidor CL-100 con un breaker 2P-70A. El tablero contendrá las siguientes dimensiones 70x40x30cm y dentro de la Base socket CL 100, el medidor y la protección.

La conexión con el medidor parte desde el punto de derivación con cable triplex#6-Aluminio, la bajante pasa por un reversible EMT de 1 1/4", baja por una tubería rígida de 1 1/4" hasta llegar al tablero de medidor mismo que estará aterrizado a tierra por medido de un chicote que conecta a una varilla copperweld de 5/8 x1.8mts. La figura 28 muestra la conexión de red eléctrica hacia el abonado por medio de acometida aérea.

Figura 28. Acometida en sector residencial



Nota: Distancia de los conductores con respecto al piso Fuente: NATSIM, 2012

4.1.6. Consumo y demanda promedio

Con el fin de tener el consumo y la demanda pico para una estimación más precisa, se procede a sacar el consumo mensual del abonado mediante la ecuación 1.

Ecuación 1. Consumo Total

$$\text{Consumo total: } \frac{\text{Consumo parcial} \times 30 \text{ dias}}{1000} \quad (1)$$

$$\text{Consumo total: } \frac{2494 \times 30 \text{ dias}}{1000} = 598,75 \text{KWh/mes}$$

A continuación, se procede a sacar la demanda pico mediante el método ebasco, como lo explica la Ecuación 2.

Ecuación 2. Potencia pico

$$\text{Potencia pico: } \frac{\text{Consumo total}}{49,7 \times \text{Consumo total}^{(0.154)}} \quad (2)$$

$$\text{Potencia pico: } \frac{598,75}{49,7 \times 598,75^{(0.154)}} = 4,50 \text{KW}$$

La demanda máxima, se verá afectada por un factor de coincidencia y simultaneidad por abonado siendo este 0,4. El número de abonados de la urbanización Babahoyo son 270. La ecuación 3 muestra el cálculo del coeficiente de coincidencia.

Ecuación 3. Factor de coincidencia

$$Cn: 0,40 + \frac{0,62}{N} \quad (3)$$

$$Cn: 0,40 + \frac{0,62}{270} = 0,40$$

Para sacar la demanda total de la urbanización se requiere multiplicar el factor de coincidencia por el número de abonados y la demanda pico como lo representa la ecuación 4.

Ecuación 4. Potencia total pico

$$Potencia\ total\ pico: Cn * Potencia\ pico * \#abonados \quad (4)$$

$$Potencia\ Total\ Pico: 0,40 * 4,82 * 270 = 485,91KW$$

La capacidad del transformador se calcula en KVA, por lo que se debe emplear el último resultado y dividirlo para FP (Factor de potencia). La ecuación 5. muestra la potencia aparente de la urbanización.

Ecuación 5. Potencia aparente total

$$Potencia\ aparente\ total: \frac{Potencia\ Activa}{FP} \quad (5)$$

$$Potencia\ aparente\ total: \frac{485,91}{0,92} = 528KVA$$

La selección de transformador por manzana toma en cuenta los 18 abonados como se en la figura 24. La ecuación 6. tomará la potencia total y lo multiplicará para los abonados por manzana.

Ecuación 6. Potencia total pico por circuito

$$\text{Potencia total pico: } 0,40 * \text{Potencia pico} * \#\text{abonados} \quad (6)$$

$$\text{Potencia Total Pico: } 0,40 * 4,82 * 18 = 32,39\text{KW}$$

La capacidad del transformador por manzana repite el mismo criterio anterior. La ecuación 7. muestra la potencia aparente que necesita el transformador por manzana.

Ecuación 7. Potencia aparente por circuito

$$\text{Potencia aparente por circuito: } \frac{\text{Potencia Activa}}{FP} \quad (7)$$

$$\text{Potencia aparente por circuito: } \frac{32,39}{0,92} = 35,21\text{KVA}$$

Para las manzanas con 18 abonados se empleará un transformador de distribución monofásico de 50KVA con tensión 6900/220-110V.

Para los 2 parques se considerará un transformador de 25KVA, donde cuenta la iluminación por reflectores, puntos básicos de tomacorriente y puntos de 220V para soldadura y otros trabajos especiales.

Para la PTAR se considerará un transformador de 50KVA de uso general el cual suministrará de energía a los puntos básicos, que se encuentren en la urbanización, así como la luminaria exterior y perimetral.

4.1.7. Red de distribución

La red de distribución en media tensión es aérea, debido a que para este tipo de urbanización por ser un proyecto de ayuda social se sugirió que el sistema de distribución sea aéreo con topología radial que se interconectara de uno de los tramos de la red principal. La tabla 5. Indica la distribución de los transformadores entre las fases de la red principal, también las manzanas y bloques que alimenta.

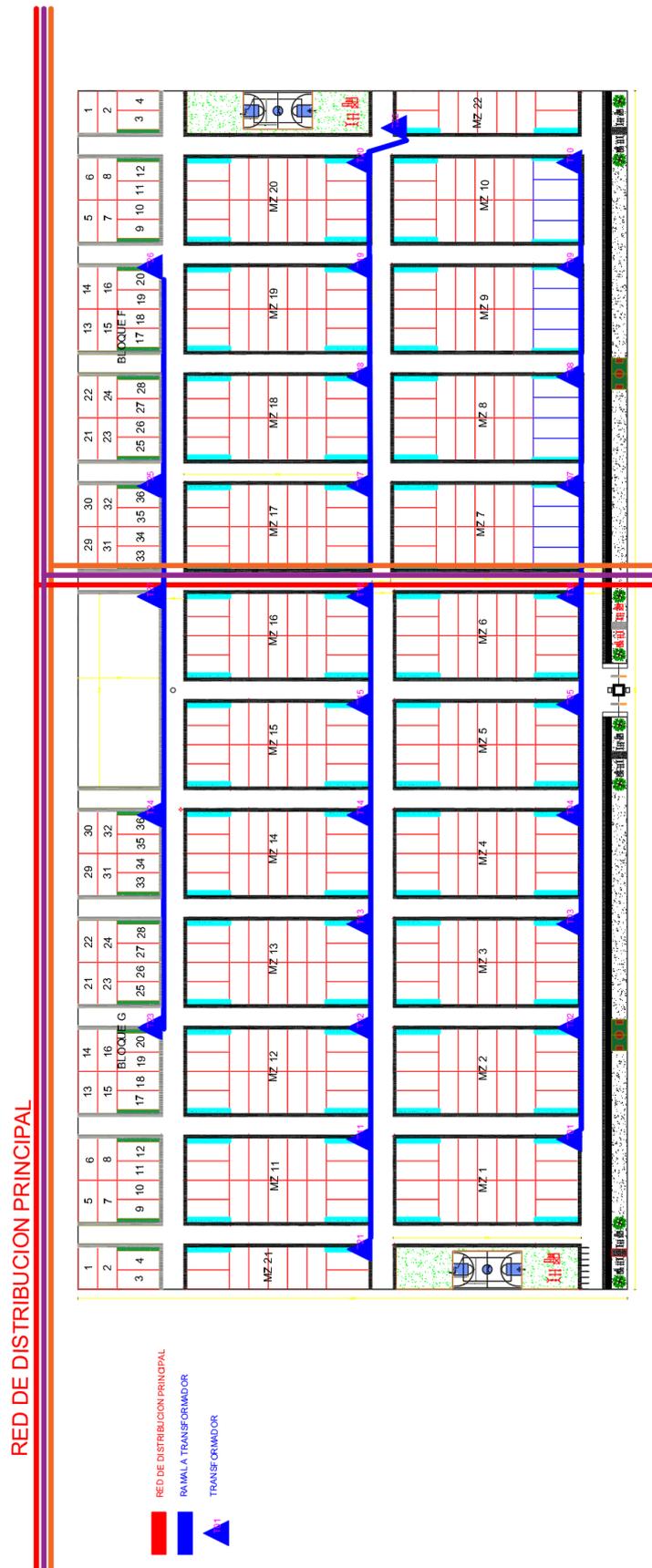
Tabla 5. Demanda de abonado por manzana

Transformador	Alimentador Trifásico			Detalle
	A	B	C	
T1	50KVA			Manzana 1
T2		50KVA		Manzana 2
T3			50KVA	Manzana 3
T4	50KVA			Manzana 4
T5		50KVA		Manzana 5
T6			50KVA	Manzana 6
T7	50KVA			Manzana 7
T8		50KVA		Manzana 8
T9			50KVA	Manzana 9
T10	50KVA			Manzana 10
T11		50KVA		Manzana 11
T12			50KVA	Manzana 12
T13	50KVA			Manzana 13
T14		50KVA		Manzana 14
T15			50KVA	Manzana 15
T16	50KVA			Manzana 16
T17		50KVA		Manzana 17
T18			50KVA	Manzana 18
T19	50KVA			Manzana 19
T20		50KVA		Manzana 20
T21			50KVA	Manzana 21, Parque 1
T22	50KVA			Manzana 22, Parque 2
T23		50KVA		Bloque A, Bloque B, Bloque C
T24			50KVA	Bloque D, Bloque F
T25	50KVA			Bloque G, Bloque H
T26		50KVA		Bloque I, Bloque J, Bloque K
T27			50KVA	PTAR
TOTAL	450KVA	450KVA	450KVA	

Nota: los transformadores son monofásicos sin embargo estarán interconectados a una red de distribución aérea trifásica Fuente: Autor, 2023

Los 27 transformadores serán repartidos acorde a la distribución de fases en la tabla 5, sin embargo, la acometida principal viene de la parte posterior de la urbanización actualmente alimentando la urbanización Valle Verde 2. La figura 28. Muestra la tipología del sistema de distribución para la urbanización en Babahoyo.

Figura 29. Red de distribución topología radial



Nota: distribución de la energía eléctrica hacia los transformadores Fuente: Autor, 2023

4.2. Iluminación

los circuitos de alumbrado exterior y perimetral estarán equipados por luminaria led de 150W soportado por un brazo de 1.5 metros en postes de hormigón armado de 12 m x 500KGF.

El diseño lumínico se realizará mediante el software Dialux para identificar el número de lámparas y la altura necesaria que necesita para que la urbanización se encuentre iluminada. La figura 29. Muestra la curva lumínica emitida por el programa.

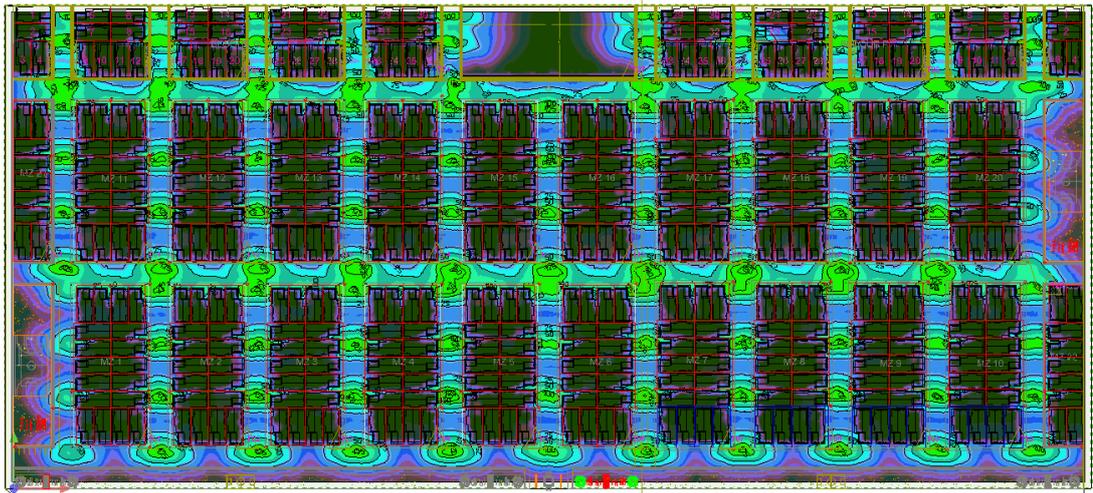
Figura 30. Escena de luz en urbanización



Nota: El cálculo eleva a las lámparas led a una altura de 6 metros Fuente: Autor, 2023

El software Dialux indicó que por un área de 108167 m² se recomienda la instalación de 240 lámparas led separadas a distancias de 20 m de poste a poste. El cálculo indica que la urbanización cuenta con una iluminancia perpendicular media de 25.1 Luxes Como lo muestra la figura 30.

Figura 31. Escena en color falso



Nota: divisa un espectro de color para indicar las zonas donde no cuenta con un nivel de luminancia aceptable de acuerdo a las normas eléctricas Fuente: Autor, 2023

Capítulo V: ANALISIS ECONÓMICO

5.1. Generalidades

El presente capítulo evalúa el costo beneficio del proyecto, desde el punto de vista técnico y económico mediante un análisis de variables en función a ventajas que propone vs el costo del proyecto para si el proyecto es rentable. Para ello se debe conocer el costo de la implementación del proyecto y sus indirectos en caso de haberlo.

5.2. Presupuesto Eléctrico

El capítulo V busca realizar un coste del proyecto y evaluarlo desde el punto de vista económico y el tiempo de ejecución del proyecto. Para realizar el presupuesto, se contempló el suministro, instalación y puesta en servicio de la red, También el tiempo de ejecución, maquinaria y personal.

El presupuesto eléctrico detalla la construcción de una red de distribución eléctrica en medio, bajo voltaje y alumbrado público para la urbanización en el cantón Babahoyo como lo muestra La tabla 6.

Tabla 6. Presupuesto eléctrico red de distribución para urbanización en Babahoyo.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Suministro e instalación de Transformador de distribución monofásico autoprotegido 50KVA 6900/220-110V	u	27	\$ 2.850,00	\$ 76.950,00
2	soporte para trasformador con abrazadera de 3 pernos	u	27	\$ 79,50	\$ 2.146,50
3	Suministro e instalación de estructura monofásica pasante 15KV	u	27	\$ 79,50	\$ 2.146,50
4	Cable preensablado 2x70 + 70 AL.	m	1200	\$ 1,49	\$ 1.782,00
5	Suministro e instalación de caja seccionador fusible 100A	u	27	\$ 265,50	\$ 7.168,50
6	Suministro e izado de poste de hormigón armado 12m x 500KGF	u	240	\$ 303,30	\$ 72.792,00
7	Suministro e instalación de lampara led 150W incluye brazo soporte, abrazadera	u	240	\$ 295,50	\$ 70.920,00
8	Suministro e instalación de Tensor farol	u	7	\$ 115,50	\$ 808,50
9	Suministro e instalación de Tensor puesta a tierra	u	7	\$ 103,50	\$ 724,50
10	Suministro e instalación de poste a poste	u	1	\$ 103,50	\$ 103,50
10	Suministro e instalacion rack de 1 vias con abrazadera de 3 pernos	u	27	\$ 103,50	\$ 2.794,50

	SUBTOTAL:	\$ 238.336,50
	IVA 12%:	\$ 28.600,38
	DESCUENTO:	
	TOTAL:	\$ 266.936,88

Nota: el presupuesto contempla indirectos Fuente: Autor, 2023

El presupuesto eléctrico concluyo con un valor de 266,936.88 dólares, es considerado como un proyecto de largo plazo por el monto económico y el tipo de sistema.

5.3. Tiempo de ejecución

El proyecto por su complejidad tiene un tiempo de ejecución de 210 días (7 meses), dentro de este tiempo está contemplado el suministro, readecuaciones, izado de postes, montaje de estructuras y racks en media y baja tensión.

CONCLUSIONES

El levantamiento de información encontró que proyecto fue pensado para abastecer de energía eléctrica a un urbanización ubicada en Babahoyo donde residirán para 270 familias en viviendas, 2 parques, 1 PTAR y servicios de generales y se alimentará por un ramal que parte de la red de distribución en media tensión que parte desde la subestación centro industrial.

El diseño que la red de distribución que surtirá de energía eléctrica a una demanda de 528KVA, donde 27 transformadores monofásicos de 50KVA 6900/220V estarán interconectados en cada fase del ramal principal trifásico en media tensión, la iluminación exterior y perimetral de la urbanización contara 240 lámparas de alumbrado público de 150W para iluminar un área de 108167 m² abasteciendo a los residentes y servicios generales de la urbanización.

El presupuesto eléctrico proyectado fue de 266,936.88 dólares y según el tipo de proyecto y su monto económico se considera un proyecto de largo plazo con inversión y este tendrá un tiempo de 210 días para el suministro, instalación, y puesta en servicio del sistema eléctrico.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un nuevo estudio para la urbanización ubicada en Babahoyo, mediante una red de distribución subterránea y ver las ventajas y desventajas que esta tiene con respecto a la red aérea.

Se recomienda la implementación de un parque fotovoltaico para minorizar el consumo eléctrico de la población vulnerable y evaluar si el proyecto es sustentable dentro del ciclo de vida útil del sistema.

Se recomienda realizar un estudio del nivel isoceraunico en la urbanización ubicada en Babahoyo.

Bibliografía

- Alava, A., & Bravo, J. (2022). *Diseño de redes eléctricas en medio voltaje, bajo voltaje y alumbrado público para urbanizaciones*. Guayaquil: Universidad Politecnica Salesiana.
- Anchatuña, K. (2022). *Diseño de la red eléctrica subterránea en medio y bajo voltaje del barrio Eloy Alfaro*. Quito: Universidad Politecnica Salesiana.
- ARCENRR. (2021). *Regulación 01/20 "Distribución y comercialización en energía eléctrica"*. Quito: Agencia de regulación y control de energía de recursos naturales y no renovables.
- ARCONEL. (2018). *Regulación 001/18.- Tarifas de servidumbre*. Quito: Agencia de regulación y control de electricidad.
- Arellano, E. (2015). *Línea de transmisión Milagro Recinto*. Quito: Universidad Politecnica Nacional.
- Barragan, R. (2020). *Generación de energía eléctrica para el desarrollo industrial en el Ecuador a partir de energías renovables*. Quito: Universidad internacional SEK.
- Castro, m., & Ramirez, A. (2015). *Automatización por telemando en redes eléctricas de media tensión para el mejoramiento de la calidad de servicio de alimentadores en la provincia de Callao*. Universidad Nacional de Callao.
- Centelsa. (2004). *Cables de media tensión*. Colombia: Centelsa company.
- Chapman, S. (2005). *Maquinas eléctricas*. España: Mcgraw-Hill.
- CNEL EP. (2012). *Normas de Acometidas, Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para el suministro de electricidad*. Guayaquil: Corporación Nacional de Electricidad.
- Conejo, J., Arroyo, J., Milano, F. C., Polo, J., Garcia, R. C., Lopez, L., & Clamagirand, A. (2007). *Instalaciones Eléctricas*. España: Universidad de Castilla-La Mancha.

- Cooper System. (2005). *Distribucion electrica y sistemas de proteccion*.
- DEHN. (2012). *Tomas de tierra de profundidad*. Alemania.
- Encalada, O. (2012). *mejoramiento del sistema de alumbrado público en la via Cuenca - Descanso*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Escobar, V. (2019). *Diseño e implementación del sistema de cableado eléctrico y control de carga de las baterías para un prototipo de auto eléctrico biplaza uta-cim17*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.
- FEDASIS. (2022). *PROYECTO DE VIVIENDA HUMANITARIO SOCIAL PARA LAS PERSONAS EN ESTADO DE VULNERABILIDAD DE ESCASOS RECURSOS EN EL CANTÓN BABAHOYO, PROVINCIA DE LOS RÍOS, ECUADOR*. Los Rios: Fundación Iluminando Sueños.
- Garcia, D., & Proaño, W. (2017). *Transmisión y distribución de energía eléctrica*. Colombia: Editorial UD.
- Gonzales, C. (2015). *Gestión y operación de la red electica*. España: Escuela de organización industrial.
- Gonzalez, D. (2022). *Diseño eficiente de un sistema de alumbrado publico y ornamental para el parque recreacional de la comunidad Pindo Rumiyacu*. Quito: Universidad Politecnica Saleciana.
- Henriquez, G. (2008). *Manual Del Técnico En Subestaciones Eléctricas, Industriales Y Comerciales*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Hidalgo, j. (2003). *Implementación de Equipos de Silicona de Gel en Redes Subterráneas*. Guayaquil: Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil EP.
- IEEE. (2000). *Sistema puesta a tierra*. Instituto de Ingenieros Electricos y Electronicos.
- Márlez, E. (2019). *Transformadores electricos, principios, analisis y calculo electromagnetico*. Colombia: Universidad del valle.

- MEER. (2012). *Especificacion tecnica de pozos*. Guayaquil: Ministerio de electricidad y energia renovable.
- Molina, J. (2014). *Motores y Maquinas Electricas*. Colombia: Alfaomega Editor.
- Montecelos, J. (2017). *Mantenimiento de Redes Eléctricas Subterráneas de Alta Tensión*. España: Marcombo.
- Orbe, A. (2016). *Generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de residuos sólidos: el caso del Loja*. Quito: Universidad Flasco Andes.
- Pilco, B., & Caiza, A. (2022). *Evaluación de la red electrica subterranea en media y baja tension del sistema de transformación para el alumbrado publico de la "urbanización Consorcio Habitacional Colinas del Sur" localizado en el cantón Salcedo*. Ambato: Universidad Tecnica de Cotopaxi.
- Quinga, C., & Gualotuña, M. (2014). *Diseño y construcción de un sistema puesta a tierra para la protección electrica del mini centro comercial "Mi Balcon"*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Ramirez, S. (2012). *Redes de distribución de energia*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- S&C. (2012). *Funcionamiento de un seccionador tipo pedestal*. Brazil: S&C Electric.
- Sagredo, J. (2021). *Problemas Resueltos de Fundamentos de Ingeniería Eléctrica*. España: Universidad de Burgos.
- Sanchez, J. (2010). *Diseño puesta a tierra para el colegio tecnico industrial Gualaceo, basado en las recomendaciones practicas para el aterrizamiento de sistemas electicos comerciales e industriales de la IEEE*. Cuenca: Universidad Politecnica Saleciana.
- Sanchez, J. (2012). *Operaciones de Montaje de Apoyos en Redes Electricas Aereas*. España: Ic Editorial.

- Suarez, J. (2015). *Protección de instalaciones y redes electricas*. España: Anvaria.
- Tacle, W., & Uvidia, R. (2007). *Comercialización independiente en los mercados mayorista y minorista de energia electrica aplicada en Ecuador*. Quito: Universidad Politecnica Nacional.
- Tenerdor, A. (2020). *Montaje y mantenimiento de redes eléctricas subterráneas de alta tensión*. Colombia: Ecoe Ediciones.
- Trashorras, J. (2015). *Subestaciones Eléctricas*. España: Parafinto.
- Trashorras, J. (2022). *Desarrollo de redes eléctricas y centros de transformación*. España: Paraninfo.
- Visarrea, K. (2023). *Diseño del sistema de alumbrado público ornamental para el Parque Lineal Norte de la ciudad de Otavalo - Imbabura*. Quito: Universidad Tecnica del norte.

ANEXOS

Anexo 1. Dimensionamiento de conductores

Sección	Temperatura nominal del conductor (véase Cuadro 310-13)						Sección
	60 °C (140 F)	75 °C (167 F)	90 °C (194 F)	60 °C (140 F)	75 °C (167 F)	90 °C (194 F)	
AWG/ MCM	Tipos TW* UF*	Tipos FEPW*RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS,SA, SIS, FEP*, FEPB*,NI RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW* UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS,SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, RHH*, RHW-2, USE-2,XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	AWG/ MCM
	Cobre			Aluminio o Aluminio recubierto de cobre			
18	...	...	14	...	...	...	...
16	...	...	18	...	...	...	...
14	20*	20*	25	...	...	...	...
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
10	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCION							
5	Tempe ratura Ambiente en °C	Para temperaturas ambientales distintas de 30 °C (86 °F), multiplicar las anteriores intensidades por el correspondiente factor de los siguientes					Temperatura Ambiente en °F
	21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	70-77
	26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78-86
	31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	87-95
	36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	96-104
	41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	105-113
	46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	114-122
	51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	123-131
	56-60	...	0.58	0.71	...	0.58	132-140
	61-70	...	0.33	0.58	...	0.35	141-158
	71-80	...	...	0.41	...	...	159-176

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobreintensidad de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 Amperios para el número 14; 20 Amperios para el número 12 y 30 Amperios para el número 10, todos de cobre; o 15 Amperios para el número 12 y 25 Amperios para el número 10 de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por la temperatura ambiente y el número de conductores.

Anexo 2. Dimensionamiento de ducteria por calibre de conductor

Letras tipo	Calibre del conductor AWG/ MCM	SECCIÓN COMERCIAL EN PULGADAS											
		½	¾	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6
TW	14	9	15	25	44	59	98	140	216	288	370	581	839
	12	7	12	19	33	45	75	107	165	221	284	446	644
	10	5	9	14	25	34	56	80	123	164	212	332	480
	8	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
RHH*, RHW *, RHW-2, THHW	14	6	10	17	29	39	65	93	143	191	246	387	558
THW, THW-2	12	5	8	13	23	32	52	75	115	154	198	311	448
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	10	3	6	10	18	25	41	58	90	120	154	242	350
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW,	8	1	4	6	11	15	24	35	54	72	92	145	209
RHW-2*, THHW, THW,	6	1	3	5	8	11	18	27	41	55	71	111	160
THHW, THW,	4	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
THW-2,	3	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45	71	103
RHH*,	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	38	60	87
RHW*,	1	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61
RHW-2*,	1/0		1	1	2	3	6	8	13	18	23	36	52
TW, THW,	2/0		1	1	2	3	5	7	11	15	19	31	44
THHW,	3/0		1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	37
THW-2	4/0			1	1	1	3	5	8	10	14	21	31
	250			1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	300			1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	350				1	1	1	3	5	6	8	13	19
	400				1	1	1	3	4	6	7	12	17
	500				1	1	1	2	3	5	6	10	14
	600				1	1	1	1	3	4	5	8	12
	700					1	1	1	2	3	4	7	10
	750					1	1	1	2	3	4	7	10
	800					1	1	1	2	3	4	6	9
	900						1	1	1	3	4	6	8
	1.000							1	1	2	3	5	8
	1.250							1	1	1	2	4	6
	1.500							1	1	1	2	3	5
	1.750								1	1	1	3	4
	2.000								1	1	1	3	4

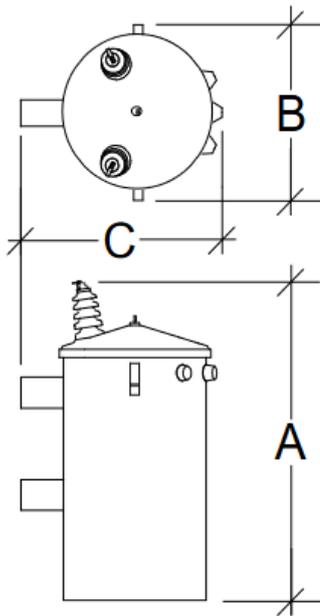
* Los cables RHH, RHW y RHW-2, sin recubrimiento externo.

Anexo 3. Dimensionamiento de conductor puesta a tierra según ampacidad

Intensidad o posición máxima del dispositivo automático de protección contra sobreintensidad en el circuito antes de los equipos, conductores, etc. (Amperios)	Sección	
	Cable de cobre n.º AWG/MCM	Cable de aluminio o de aluminio revestido de cobre* n.º AWG/MCM
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	1/0
1,000	2/0	4/0
1,200	3/0	250 MCM
1,600	4/0	350 MCM
2,000	250 MCM	400 MCM
2,500	350 MCM	600 MCM
3,000	400 MCM	600 MCM
4,000	500 MCM	800 MCM
5,000	700 MCM	1,200 MCM
6,000	800 MCM	1,200 MCM

Véase limitaciones a la instalación en la Sección 250-92(a).

Nota: Para cumplir con lo establecido en la Sección 250-51, los conductores de tierra de los equipos podrían ser de mayor sección que lo especificado en este cuadro.

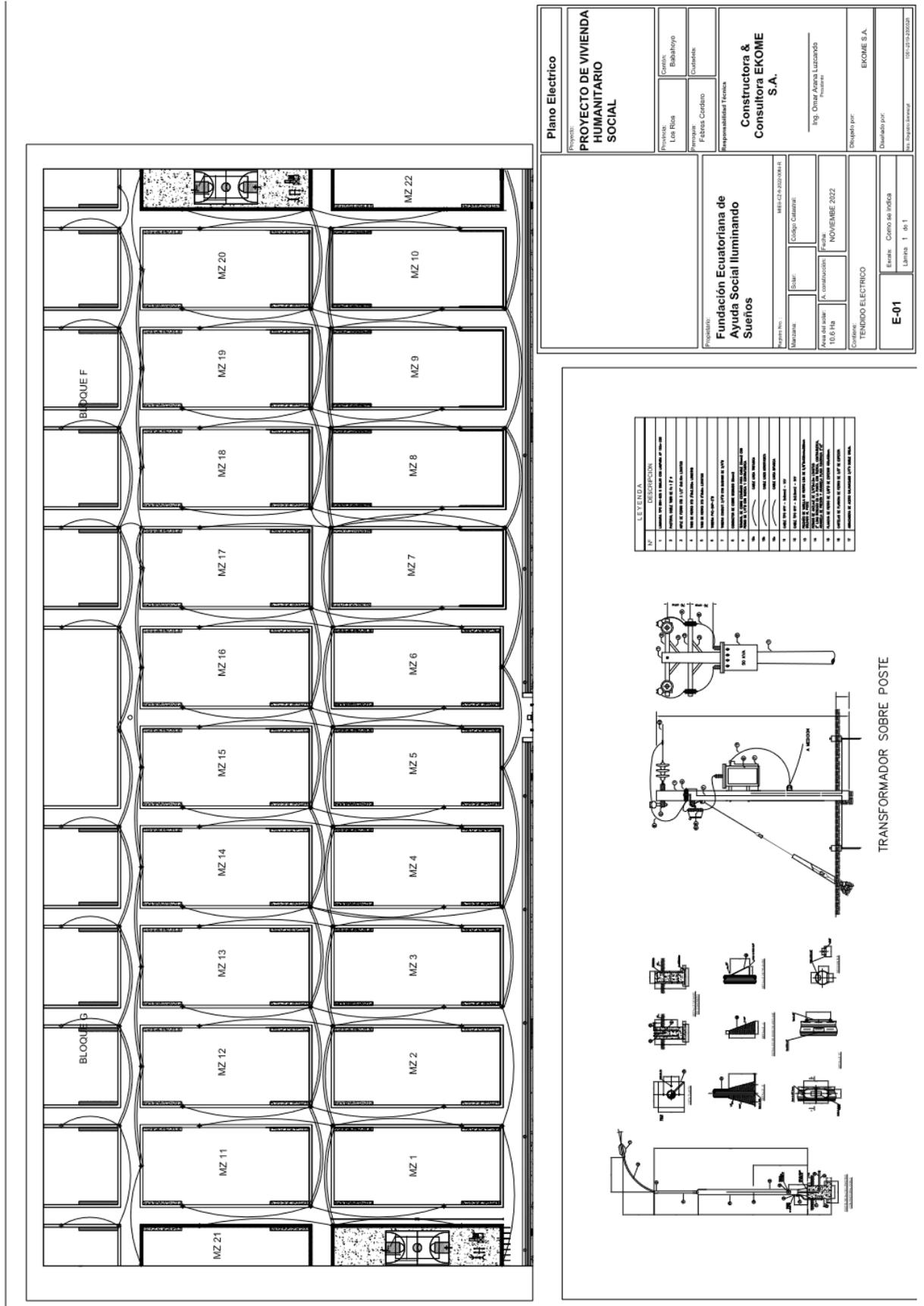


Dimensiones de transformadores monofásicos de distribución (tipo convencional)				
Capacidad kVA	Marca Ejemplo	Dimensiones*		
		A	B	C
10	ECUATRAN	87	43	52
	ABB	85	45	55
	INATRA	89	38	57
15	ECUATRAN	87	43	52
	ABB	85	45	55
	INATRA	89	38	57
25	ECUATRAN	97	50	59
	ABB	90	50	60
	INATRA	99	44	62
37.5	ECUATRAN	102	55	64
	ABB	105	55	65
	INATRA	117	49	67
50	ECUATRAN	102	55	64
	ABB	120	55	65
	INATRA	118	53	71
75	ECUATRAN	117	60	74
	ABB	120	60	80
	INATRA	118	89	83
100	ECUATRAN	117	67	84
	ABB	120	80	80
	INATRA	118	96	88
167	ECUATRAN	127	70	84
	ABB	125	90	95
	INATRA	129	106	90
250	General Electric	135	89	79
	INATRA	135	107	90
333	General Electric	135	109	92
	INATRA	135	110	100

* DIMENSIONES EN CENTIMETROS,

Nota: Las marcas ejemplos utilizadas en la presente tabla son referenciales y no significa ninguna Insinuación para su utilización.

Anexo 6. Diseño redes en media y baja tensión, alumbrado público para abonados





DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Estrada Moran Bruno Xavier**, con C.C: # 1205099987 autor/a del trabajo de titulación: **Estudio del sistema eléctrico De media tensión, baja tensión Y alumbrado público de una urbanización Ubicada en el Cantón Babahoyo de la provincia de los Ríos** previo a la obtención del título de **Ingeniería en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **15 de febrero de 2024**

f. _____

Nombre: **Estrada Moran Bruno Xavier**

C.C: **1205099987**



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Suárez Santana Antonio Germán**, con C.C: #**1205578139** autor/a del trabajo de titulación: **Estudio del sistema eléctrico De media tensión, baja tensión Y alumbrado público de una urbanización Ubicada en el Cantón Babahoyo de la provincia de los Ríos** previo a la obtención del título de **Ingeniería en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **15 de febrero de 2024**

f. _____

Nombre: **Suárez Santana Antonio Germán**

C.C: **1205578139**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Estudio del sistema eléctrico De media tensión, baja tensión Y alumbrado público de una urbanización Ubicada en el Cantón Babahoyo de la provincia de los Ríos		
AUTOR(ES)	Estrada Moran Bruno Xavier Suárez Santana Antonio Germán		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Bohórquez Escobar Celso Bayardo		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Electricidad		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de febrero de 2024	No. DE PÁGINAS:	83
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas eléctricos, Energías renovables, Instalaciones eléctricas		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	redes eléctricas, energía, Distribución, consumidor, calidad, seguridad		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>Las redes eléctricas son parte fundamental del desarrollo de la vida, la dependencia de la electricidad en los sectores residencial, comercial e industrial es indispensable para las actividades, procesos y producción. El presente proyecto de investigación se encuentra repartido en 5 capítulos: donde el capítulo I describe las generalidades del proyecto de investigación, el capítulo II describe el estado del arte y fundamentos científicos que sustentan a las redes de distribución eléctrica. El capítulo III se encargó del análisis de la información donde se evidencio que la urbanización es un proyecto en estudio pensado para una sociedad vulnerable con escasos recursos económicos y que el objetivo es brindar un estilo de vida digna a 270 familias. El capítulo VI determino de que la red de distribución en media tensión para el proyecto es aérea con topología radial, el sistema cuenta con 27 transformadores de 50KVA que distribuyen energía a 22 manzanas, 10 bloques, 2 parques y un área de PTAR y el capítulo V concluyo con un presupuesto eléctrico por suministro, instalación y puesta en servicio de 266,936.88 dólares, donde el proyecto se ejecutara en un tiempo de 210 días.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 593 988279195 ,+593990107106	E-mail: bruno.estrada@cu.ucsg.ec; antonio.suarez01@cu.ucsg.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ricardo Xavier Ubilla González		
	Teléfono: +593999528515		
	E-mail: Ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			