



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

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

TEMA:

Análisis y diseño en media y baja tensión para los 16 bloques que conforman APANOR

AUTOR:

Macías Melgar, Gary William

Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título
INGENIERO EN ELECTRICIDAD.

TUTOR:

Palau De La Rosa, Luis Ezequiel

Guayaquil, Ecuador.

Agosto, 2023



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 **Gary William Macías Melgar**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad**.

TUTOR

f. _____

M. Sc. Palau De La Rosa, Luis Ezequiel

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Ph,D

Guayaquil, a los 29 días del mes de agosto del año 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Gary William, Macías Melgar**

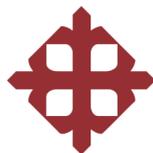
DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Análisis y diseño en media y baja tensión para los 16 bloques que conforman APANOR**” previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad**, 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 29 días del mes de agosto del año 2023

f. _____
Gary William, Macías Melgar



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

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

AUTORIZACIÓN

Yo, **Gary William, Macías Melgar**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, “**Análisis y diseño en media y baja tensión para los 16 bloques que conforman APANOR**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 29 días del mes de agosto del año 2023

EL AUTOR:

f. _____
Gary William, Macías Melgar

REPORTE COMPILATIO



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Análisis y diseño en media y baja tensión para los 16 bloques que conforman APANOR

4%
Similitudes

< 1%
Texto entre comillas

< 1%
similitudes entre comillas

< 1%
Idioma no reconocido

Nombre del documento: TESIS GARY 28 AGOSTO 2023.docx
ID del documento: fc715c490a8343a1501bfa6a56ce93451a921503
Tamaño del documento original: 9,74 MB
Autor: Gary Macías Melgar

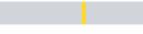
Depositante: Gary Macías Melgar
Fecha de depósito: 28/8/2023
Tipo de carga: url_submission
fecha de fin de análisis: 28/8/2023

Número de palabras: 13.575
Número de caracteres: 87.666

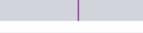
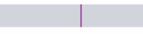
Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 rentadepalantas.com.mx ¿Qué son los generadores para media y baja tensión? https://rentadepalantas.com.mx/generadores-media-baja-tension-diferencias/#:~:text=Son los gener...	2%		🔗 Palabras idénticas: 2% (249 palabras)
2	 www.gob.ec https://www.gob.ec/sites/default/files/regulaciones/2020-06/Documento_Regulacion-Nro-ARCONEL-0...	2%		🔗 Palabras idénticas: 2% (235 palabras)
3	 pdfslide.tips (PDF) Resolución Nro. ARCONEL-xxx/19 REGULACIÓN Nro. ARCONEL ... https://pdfslide.tips/documents/resolucion-nro-arconel-xxx19-regulacion-nro-arconel-00x19-el-directo... 2 fuentes similares	1%		🔗 Palabras idénticas: 1% (201 palabras)
4	 Evaluación del modelo de mercado eléctrico vigente en el Ecuador a partir de 19... http://aridspace/bitstream/15000/2013/6/CD-2840.pdf.txt 2 fuentes similares	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
5	 repositorio.espe.edu.ec Guía de instalación de acometidas y medidores para el á... http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/36080	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 www.telecomunicaciones.gob.ec https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/NORMAS-CONSTL...	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
2	 Documento de otro usuario #718333 🔗 El documento proviene de otro grupo	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
3	 www.doi.org https://www.doi.org/10.14482/NDE.36.2.10711	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
4	 www.electricistasdelafuentemadrid.com ¿Qué es una acometida eléctrica? • Ele... https://www.electricistasdelafuentemadrid.com/blog/que-es-acometida-electrica/	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
5	 localhost Rediseño del sistema eléctrico general del conjunto residencial Valdivi... http://localhost:8080/xmlui/bitstream/317/12497/3/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-179.pdf.txt	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

Reporte Compilatio del trabajo de integración curricular de la Carrera de Ingeniería en Electricidad: **Análisis y diseño en media y baja tensión para los 16 bloques que conforman APANOR**, del estudiante **Gary William, Macías Melgar** se encuentra al 4% de coincidencias.

f. _____

M. Sc. Palau De La Rosa, Luis Ezequiel

AGRADECIMIENTO

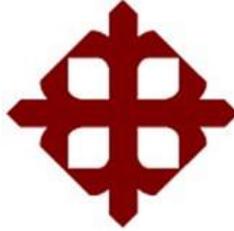
Este resultado corresponde como fruto del esfuerzo, dedicación y perseverancia con la que me he mantenido en mis estudios a pesar de los grandes tropiezos que he cometido por malas decisiones.

Esto es un logro que tengo que agradecer a Dios, a mis padres quienes fueron mis pilares principales junto a mi tío a quien aprecio bastante, agradezco de sobremanera el tiempo y la fuerza con la que me empujaron para llegar hasta aquí. Además, doy las gracias a mi novia por la ayuda y por entender de diferentes maneras el camino que recorrí y darme la mano implícitamente en las cosas que necesitábamos para seguir creciendo.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios y a mis padres, son quienes me han dado fuerzas para continuar en este camino, quienes han mantenido y depositado fe en mí y en mis cumplimientos, adicional que ellos para mi forman todo para mi vida.

Quienes me han inculcado grandes valores, soy el fruto de la formación que me han dado y gracias a esto me atrevo a decir que una de mis fortalezas es intentar varias veces y no rendirme por más difíciles que sea, hasta conseguirlo.



**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, Ph.D
DIRECTOR DE CARRERA.

f. _____

Ing. Ricardo Xavier Ubilla González, M.Sc.
COORDINADOR TITULACIÓN.

f. _____

M.Sc. Gallardo Posligua Jacinto Esteban
OPONENTE.

ÍNDICE

RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	3
CAPITULO I	4
GENERALIDADES.....	4
1.1. Justificación y alcance.....	4
1.2. Planteamiento del problema.....	5
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Hipótesis.....	5
1.5. Metodología de investigación.....	5
CAPITULO II.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. Estado del arte	7
2.2. Tipos de energía	8
2.2.1. Energía Renovable.....	8
2.2.2. Energía No Renovable	8
2.3. Sistema de suministro eléctrico	9
2.3.1. Planta de generación.....	9
2.3.2. Infraestructura de transporte	10
2.3.3. Subestación de transporte.....	11
2.3.4. Subestación de distribución.....	12
2.4. Estructura de un sistema eléctrica.....	13

2.4.1. Diferencias entre Corriente Alterna y Continua	14
2.5. Generador eléctrico	15
2.5.1. Generador de media tensión.	15
2.5.2. Generador de baja tensión.	16
2.6. Transformador eléctrico.....	16
2.6.1. Clasificación de transformadores.....	17
2.7. Receptores Eléctricos.....	19
2.8. Tablero de distribución eléctrico.	19
2.8.1. Estructuras del tablero de distribución	20
2.8.2. Importancia del tablero de distribución	21
2.8.3. Sistema integrado de instalaciones (IFS)	22
2.9. Pad Switch o interruptor eléctrico	23
2.9.1. Tipos de interruptores eléctricos.....	23
2.10. Acometida Eléctrica.....	24
2.10.1. Instalación del soporte de acometida	25
2.10.2. Altura mínima de sujeción de la acometida	26
2.11. Equipos de protección	26
2.12. Distribución de postes	28
2.12.1. Instalación de postes	28
CAPÍTULO III.....	36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.1. Características de la investigación	36
3.2. Tipos de la investigación	37
3.2.1. Metodología analítica	37
3.2.2. Metodología cuantitativa.....	42
3.2.3. Técnicas de investigación aplicadas al estudio.....	42
3.3. Metodología de desarrollo	45

3.3.1. Ventajas de metodología de desarrollo empleada	46
CAPÍTULO IV	47
DESARROLLO Y PROPUESTA DEL PROYECTO.....	47
4.1. Objetivo de la propuesta.....	47
4.2. Diseño y normas de la propuesta	47
4.3. Alcance de los trabajos internos de la propuesta.....	48
4.4. Planos del diseño	49
4.5. Carga de Departamento Modelo.....	60
4.6. Tablero General Bloque	63
4.7. Suministro de energía a emplear en transformadores	64
4.7.1. Sistema en Media Tensión	65
4.7.2. Sistema en Baja Tensión.....	67
4.7.3. Análisis de carga del transformador.	69
4.8. Presupuesto	71
4.9. Conclusiones.....	91
4.10. Recomendaciones.....	91
BIBLIOGRAFÍA	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Sistema suministro eléctrico.....	9
Figura 2. Planta de generación de energía	10
Figura 3. Torres de transmisión	11
Figura 4. Subestación de transporte o seccionamiento	12
Figura 5. Subestación de distribución	12
Figura 6. Estructura de un sistema eléctrico	13
Figura 7. Símbolos de corriente continua y alterna	15
Figura 8. Transformador Eléctrico.....	17
Figura 9. Tablero de distribución eléctrica.....	20
Figura 10. Detalles de la importancia del tablero eléctrico	22
Figura 11. Red de alumbrado público.	30
Figura 12. Información destacada de la historia de Apanor.....	38
Figura 13. Ubicación de Apanor	39
Figura 14. Vista de los bloques de Apanor.....	40
Figura 15. Evidencias fotográficas de la situación eléctrica de los bloques de Apanor.	41
Figura 16. Observación de la situación eléctrica de los bloques de Apanor.	43
Figura 17. Diseño de elementos para el funcionamiento eléctrico propuesto para los bloques de Apanor	47
Figura 18. Primera parte del Plano retiro de redes existentes de los bloques de Apanor	50
Figura 19. Segunda parte del Plano retiro de redes existentes de los bloques de Apanor	51
Figura 20. Primera parte del Plano canalización de los bloques de Apanor.	52
Figura 21. Primera parte del Plano canalización de los bloques de Apanor.	53
Figura 22. Primera parte del Plano de media tensión de los bloques de Apanor.	54
Figura 23. Segunda parte del Plano de media tensión de los bloques de Apanor	55
Figura 24. Primera parte del Plano Red 500 MCM de los bloques de Apanor.	56
Figura 25. Segunda parte del Plano Red 500 MCM de los bloques de Apanor ...	57
Figura 26. Primera parte del Plano de luminarias de los bloques de Apanor.....	58

Figura 27. Segunda parte del Plano de luminarias de los bloques de Apanor.	59
Figura 28. Análisis de Carga Departamento Modelo.	60
Figura 29. Análisis de Carga servicio general de Bloque	62
Figura 30. Análisis de Tablero de Medición por Bloque.....	64
Figura 31. Análisis de Carga en Bloque para Transformador	81

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Definiciones y características de la investigación	25
Tabla 2. Especificaciones de la altura mínima de la sujeción de la acometida. ...	26
Tabla 3. Especificaciones de los equipos de seguridad y protección.	27
Tabla 4. Organismos Reguladoras de Energía en el país.	32
Tabla 5. Síntesis de la metodología de desarrollo.	45
Tabla 6. Descripción de los trabajos internos de la propuesta.....	48
Tabla 7. Transformadores energizados desde el Centro de Carga y asignados a los Bloques APANOR.	66
Tabla 8. Transformadores energizados desde el Centro de Carga y asignados a los Bloques APANOR.	67
Tabla 9. Detalle de los materiales de obra civil en la propuesta del proyecto.	72
Tabla 10. Detalle del material eléctrico en la propuesta del proyecto.	73
Tabla 11. Detalle del material de media tensión en la propuesta del proyecto. ...	78
Tabla 12. Detalle del material de estructura en la propuesta del proyecto.....	79
Tabla 13. Detalle del costo/hora de la mano de obra del proyecto.	80
Tabla 14. Detalle del costo/hora del equipo para la ejecución de la propuesta. ..	81
Tabla 15. Detalle de transporte de materiales para la ejecución de la propuesta.	83
Tabla 16. Detalle del presupuesto de la propuesta.	85

RESUMEN

Se ejecutará el análisis de una red eléctrica de potencia de un sector de la urbe para el estudio que llevará acabo el diseño del soterramiento del sistema de las redes eléctricas en baja y media tensión de los Bloques Apanor, esto generará una limpieza visual de las redes eléctricas aéreas ya que evitará el enredo de conductores como lo está actualmente.

Además, en la actualidad, el sitio presenta varios inconvenientes por pérdidas de energía debido a fáciles accesos para los hurtos de energía, es por esto que, el soterramiento de las redes eléctricas contribuirá a la eliminación de las pérdidas eléctricas de energía anteriormente mencionadas, esto se llevará a cabo debido a la implementación de equipos eléctricos de distribución y transformación los cuales ofrecerán una hermeticidad en su funcionamiento con diferentes tipos de accesorios que incluyen en cada uno de ellos; dichos accesorios presentan características básicas de protección externas los cuales permitirán obtener un frente muerto en cada uno de sus elementos y así llevar a cabo la anulación en las pérdidas eléctricas anteriormente mencionadas.

Este diseño así mismo, tendrá como finalidad la limpieza visual del sector de entre todas las líneas eléctricas aéreas, es decir, habrá una limpieza del 90% de entre todos los conductores eléctricos que actualmente existen en la ubicación.

Palabras claves: (red eléctrica de potencia, soterramiento de redes eléctricas, baja tensión, media tensión, conductores eléctricos, enredo de conductores, pérdidas de energía, equipos eléctricos de distribución, equipos eléctricos de transformación, hermeticidad, frente muerto).

ABSTRACT

The analysis of a power electrical network of a sector of the city will be carried out for the study that will carry out the design of the burial system of the low and medium voltage electrical networks of the Apanor Blocks, this will generate a visual cleaning of the networks aerial electric since it will avoid the entanglement of conductors as it currently is.

In addition, at present, the site presents several inconveniences due to energy losses due to easy access for energy thefts, which is why the burying of electrical networks will contribute to the elimination of the aforementioned electrical energy losses, this it will be carried out due to the implementation of electrical distribution and transformation equipment which will offer hermeticity in its operation with different types of accessories that are included in each one of them; Said accessories present basic external protection characteristics which will allow obtaining a dead front in each of its elements and thus carry out the annulment in the aforementioned electrical losses.

This design, likewise, will have as its purpose the visual cleaning of the sector among all the overhead power lines, that is, there will be a 90% cleanliness of all the electrical conductors that currently exist in the location.

Keywords: (electrical power network, buried electrical networks, low voltage, medium voltage, electrical conductors, conductor entanglement, energy losses, electrical distribution equipment, electrical transformation equipment, hermeticity, dead front).

INTRODUCCIÓN

Emplear la metodología de soterramiento de las redes eléctricas aéreas en baja y media tensión ayuda de manera significativa el mejoramiento de calidad de energía que llega a nuestros hogares, ya que se obtiene una mayor confiabilidad en el sistema debido a la disminución de pérdidas por hurtos de energía, lo que normalmente provocaría excedentes de potenciales debido a los picos bajos y altos generadas por cargas no contempladas en un determinado circuito.

Por ello, este estudio va dirigido a contemplar el soterramiento de las redes en una zona muy conflictiva debido a lo poblada que se encuentran actualmente los Bloques de Apanor; estas redes eléctricas aéreas presentan una alta vulnerabilidad debido a que están expuestas y así se pueda presentar fácilmente pérdidas significativas de energía.

Los transformadores padmounted, los equipos de distribución como el PadSwicht y centros de carga, son equipos de distribución y transformación eléctrica diseñados para las redes subterráneas, éstas son de gran importancia ya que cumplen con normas y parámetros establecidos para que exista una alta confiabilidad en el sistema eléctrico y así poder ofrecer energía estable a los hogares.

Este análisis permitirá hacer posible que el diseño pueda establecer el cumplimiento de las normas y parámetros establecidos por CNEL – EP, como, por ejemplo, los conductores y tuberías necesarios para energizar los equipos de distribución y transformación necesarios hasta llegar al tablero que aloja los sistemas de medición de cada departamento correspondiente a cada bloque.

ANTECEDENTES

La institución de la Corporación Nacional de Electricidad Cnel. – EP, se ha visto beneficiada en varios aspectos del sistema de soterramiento que se implementa en varios sectores de nuestra Urbe Porteña, ya que disminuye significativamente las pérdidas; estos perjuicios se enfocan tanto en lo monetario, así como también en pérdidas de energía que implícitamente además se ven afectados los domicilios por las grandes variaciones de voltajes generadas.

Con la generación de este desarrollo de redes eléctricas soterradas y con el extra de disminuir la suciedad visual por los conductores aéreos, lo cual es aprobado positivamente por la sociedad, hace muy posible que este tipo de implementación sea algo real.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Justificación y alcance.

Los bloques Apanor es una extensión de un conjunto de condominios en donde en cada uno existen hasta 16 departamentos, éstos cuentan con su sistema de medición de consumo promedio de 17 amperios por cada departamento, de forma limitada. En la actualidad, por falta de mantenimiento y un control adecuado de las instalaciones, los tableros que alojan dichos medidores se encuentran en un estado de poca funcionalidad por su alto nivel de oxidación, es allí en donde existen hurtos por diferentes usuarios ya que aprovechan de las acometidas principales para hacer derivaciones con conductores eléctricos hacia sus departamentos, además se recuerda que en base a la red aérea existente es fácil conseguir la maniobrabilidad para llevar líneas desde dichas redes hacia cargas residenciales.

Es por esto que al elaborar un diseño y análisis del soterramiento de redes eléctricas principales y de las acometidas se logrará una mejora que ayudará a eliminar las pérdidas de energía por los hurtos, recordemos que al ser 16 bloques residenciales en donde en cada uno de ellos alojan hasta 16 departamentos, los niveles de pérdidas de energía son altos. Es menester indicar que si bien es cierto “Bloques de Apanor” contempla 16 condominios o edificaciones, los que conllevarán dentro de nuestro estudio serán 15 de ellos, ya que un bloque, el esquinero de la calle María Egas, ya está dentro de un proyecto ya ejecutado constructivamente en la actualidad.

Este trabajo de investigación busca analizar y diseñar en media y baja tensión para los 16 bloques que conforman APANOR, con el fin de que funcionen los medidores adecuadamente y se evite maniobrar las acometidas del condominio, por lo que esto demuestra un alcance significativo, cuyo resultado final será el mejoramiento de las acometidas y sobre todo reducir el alto porcentajes de hurtos de energía eléctrica que se ha previsto los últimos años.

1.2. Planteamiento del problema.

En base a la necesidad de incrementar una confiabilidad del sistema eléctrico es necesario eliminar las pérdidas de energía, esto se debe, a que generan un desbalance de cargas no contempladas inicialmente en un diseño. Las sobrecargas que también son generadas por pérdidas permiten que haya picos de corrientes que se reflejan en la ausencia de energía en un determinado sector ya que se sobrecarga el sistema de protección termoeléctricos en niveles de media tensión.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Ejecutar un análisis y el diseño de los bloques Apanor para eliminar las pérdidas de energía, limpieza visual y obtener una confiabilidad alta en el sistema eléctrico para los diferentes usuarios del sector y de los condominios.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Elaborar un análisis de carga de los bloques para plantear el estudio reflejado en el diseño con equipos que pueda abastecer de forma correcta.
- Elaborar el diseño eléctrico del sistema de soterramiento contemplando equipos previamente estudiados por cargas y planteándolos para generar la confiabilidad de sistema que se persigue.
- Realizar un análisis presupuestario de manera general para contemplar el costo de ejecución del proyecto.

1.4. Hipótesis.

El cambio de las redes eléctricas aéreas a subterráneas incrementará la confiabilidad del sistema eléctrico y evitará la contaminación visual del mismo. El buen uso de elementos y equipos para un sistema subterráneo ayudará a ofrecer todas las aptitudes del proyecto anteriormente mencionadas.

1.5. Metodología de investigación.

La metodología que se desarrolla en este documento es analítica y cuantitativa.

En la investigación se ha considerado aplicar una metodología analítica debido a que mediante ella se puede analizar y estudiar las cargas que está demandando cada bloque para así contemplar equipos de transformación con capacidades idóneas para una determinada carga eléctrica, para luego, entender el desempeño y evitar sobrecargas por la mala ejecución de las conexiones, mediante el buen análisis de las ideas importantes indagadas. Además, se aplica esta investigación porque permite valorar adecuadamente los hechos, para luego, probar una hipótesis planteada en la investigación, mediante la compilación de artículos o información importante. (Ortega, 2023)

Por otro lado, esta investigación también contará con la metodología cuantitativa permitirá cuantificar y generalizar los resultados mediante muestras o valores propuestos en la investigación, previamente fijados. Además, puede ser útil esta metodología porque cuantifica y trata los datos de forma estadística. A partir, de ella, se puede proceder a la elaboración de un estudio del presupuesto que requerirá contemplar todos los elementos necesarios para el soterramiento de las redes y de la instalación de los equipos eléctricos necesarios.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del arte

De acuerdo a análisis y estudios promovidos principalmente por las instituciones municipales encargadas de Regeneración Urbana, junto a la Corporación Nacional de Electricidad CNEL – EP, aseguran que el soterramiento de redes eléctricas aéreas brinda un beneficio en el sector eléctrico, debido a la disminución de perdidas eléctricas generadas por hurtos de energía y por la simple realidad de crear una buena imagen del sector y de la vía que se trabajaría. Los soterramientos de redes generan una seguridad física e integral de la ciudadanía, es por esto que según el Art. 4 del Acuerdo Ministerial MEER No 211 se dispone que cada central de CNEL.EP debe considerar convertir las redes aéreas a subterráneas en los accesos a ciudades, patrimonios culturales, centros turísticos e históricos, accesos a puertos, aeropuertos y demás lugares que producirían poner en riesgo la seguridad ciudadana.

Existen convenios para la ejecución de los soterramientos de redes eléctricas que conllevarían físicamente un trabajo en conjunto con las redes aéreas de telecomunicaciones, es por esto, que las empresas públicas bajo convenios firmados deben trabajar en unión con la empresa privada para el soterramiento de las redes de manera que paulatinamente se puedan ir desarrollando. (Cnel EP, 2013)

Hay tres etapas dentro de la cadena de generación de energía eléctrica que son: generación, transmisión y distribución. La etapa de la distribución consiste en redes de voltaje mediano y bajo (menos de 57.5 kV), que pueden estar en el aire o subterráneo, generalmente los usan por su menor costo de inversión. Esta fase es responsable de usar la oferta de energía eléctrica al usuario final de las subestaciones de transformación. Se utilizan para la red de voltaje medio, conductores, generalmente para reducir los costos de la red y usar el aire como aislador del conductor. Los conductores son compatibles con estructuras concretas

que se denominan soporte o postes. (Villa & Álvarez, 2021)

2.2. Tipos de energía

Actualmente existen conflictos con la generación de energía debido a su contaminación en algunas plantas generadoras los cuales repercuten en daños ocasionados al medio ambiente. Es por esto que se impulsa cada vez más la generación de energía con fuentes limpias mediante las fuentes renovables para así minimizar el impacto ambiental y así disminuir el uso de combustibles fósiles para la generación de la misma. Estos se dividen y se definen como Energía Renovable y Energía No Renovable. (Acciona, 2023)

2.2.1. Energía Renovable

Energía Renovable son aquellas generadas por medio de centrales con recursos naturales, esto permite una fuente ilimitada del recurso y ofrece la disminución muy considerable de gases contaminantes como el CO₂ el cual produciría daños al medio ambiente. (Organización de Naciones Unidas, 2023)

Entre las fuentes para la energía renovable comúnmente usadas y que en Ecuador son las más factibles debido a la facilidad de obtenerla son las centrales hidroeléctricas, centrales eólicas, centrales solares y centrales de energía geotérmica. (Unicef, 2018)

2.2.2. Energía No Renovable

Energía No Renovable se trata de la generación de energía en base a actividades opuestas a la renovable, ya que éstas son creadas en base a combustibles fósiles, gases naturales, entre otros, es menester aclarar que estos materiales fósiles para la creación de energía no renovable son limitadas que al ser consumidas no pueden generarse a corto plazo. (Enel, 2022)

A pesar que las centrales que crean estas energías son las que producen la mayor parte de energía que se consume, habrá un momento a largo plazo que podrá repercutir enormemente en la contaminación, ya que, en un crecimiento abrupto de una determinada zona, dicha central en pro de abastecer la demanda de energía, creará una contaminación mayor a la que actualmente genera. Estas centrales son las térmicas y las nucleares. (Terreros, 2015)

2.3. Sistema de suministro eléctrico

Un sistema eléctrico de potencia es el conjunto dotado de infraestructuras, equipos, mecanismos de control, entre otros, los cuales deben estar correctamente sincronizados y acoplados con el propósito de generar, transformar, transportar, distribuir y consumir la energía eléctrica destinada hacia los diferentes consumidores. (CEPAL, 2021)

La generación, transporte y distribución de energía debe ser llevado a cabo con una gestión técnica por las entidades públicas a cargo para garantizar un servicio continuo y así proporcionando a la red una confiabilidad del sistema, es decir, un servicio sin interrupciones y sin diferencias de potenciales indebidas no contempladas en el recorrido. (TEL, 2016)

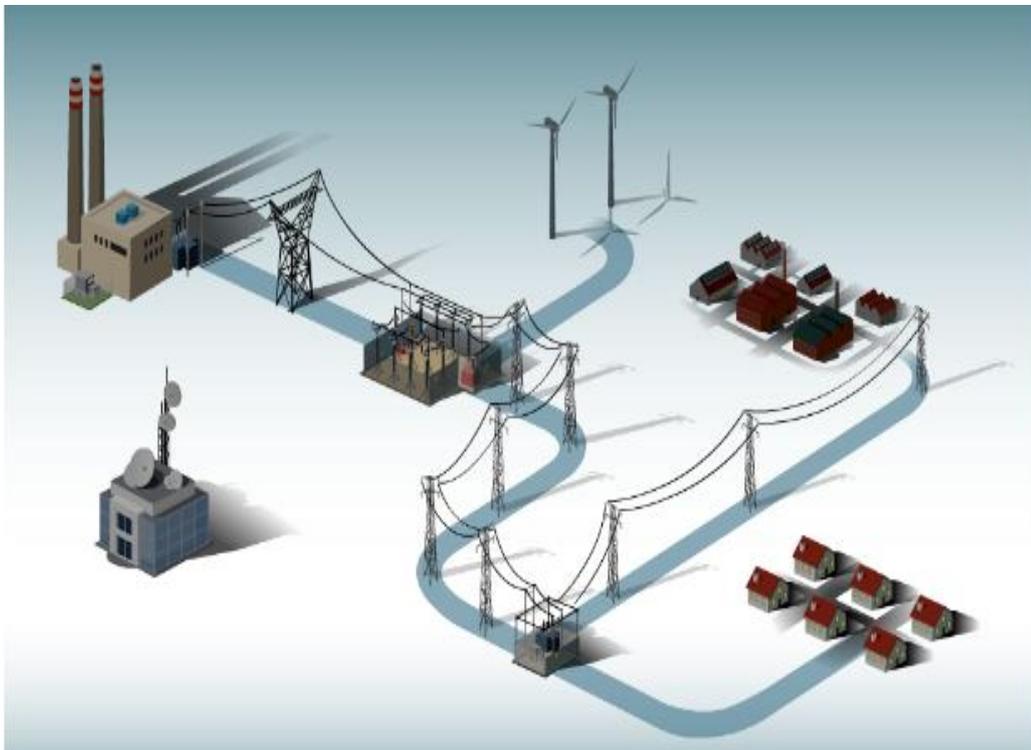


Figura 1. Sistema suministro eléctrico. Información tomada de la investigación de campo.

2.3.1. Planta de generación

La planta de generación es la central eléctrica que genera energía renovable o no renovable detalladas en líneas anteriores. Una central eléctrica es una instalación que conlleva el conjunto de edificaciones y elementos utilizados para

que en movimiento con la fuente primaria se realice el giro de una turbina para luego haga girar a un alternador y así generar la electricidad. (Finetti & Ramos, 2018, pág. 69)

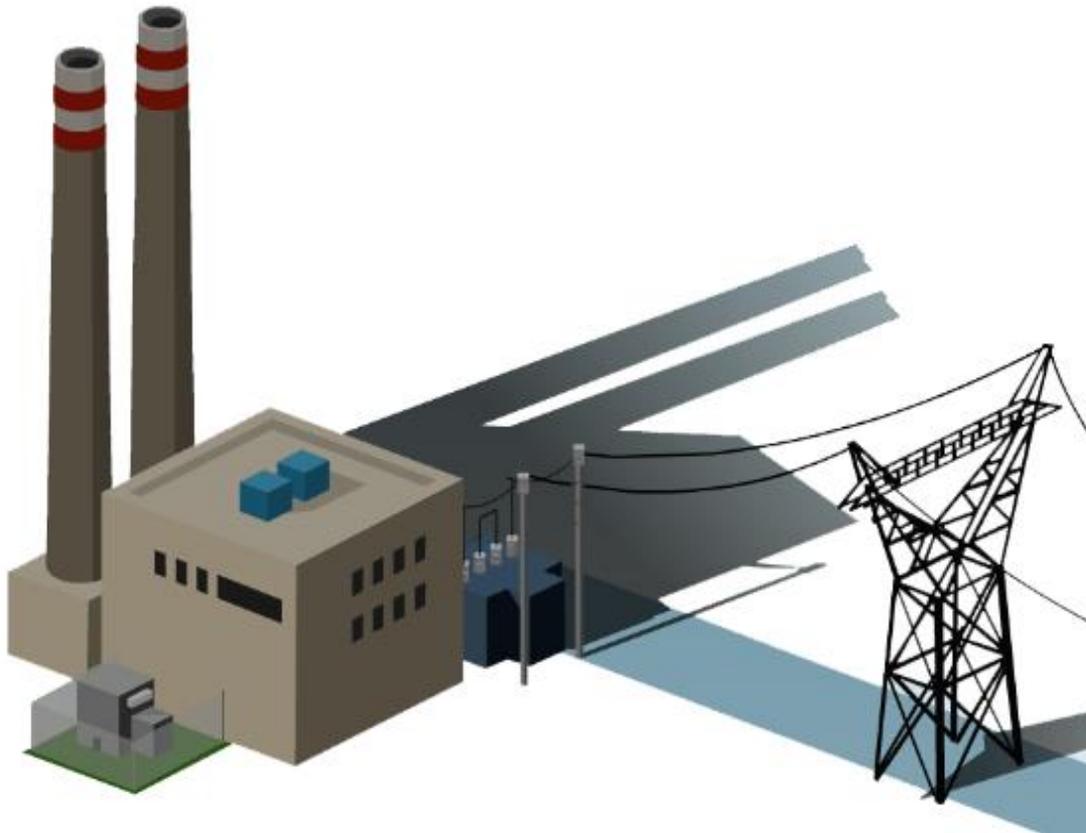


Figura 2. Planta de generación de energía. Información tomada de la investigación de campo.

2.3.2. Infraestructura de transporte

La infraestructura de transporte es por donde se realiza la transmisión de energía eléctrica en alta tensión a grandes distancias, estas son transportadas por medio de líneas dimensionadas correctamente para la carga y el voltaje que estará destinada. (Fayos, 2019)

Esto es el conjunto de torres de transmisión, elementos de sujeción, tensores, soportes, conductores dimensionados correctamente ya sea de aluminio o de cobre, etc. (SERCE, 2023)

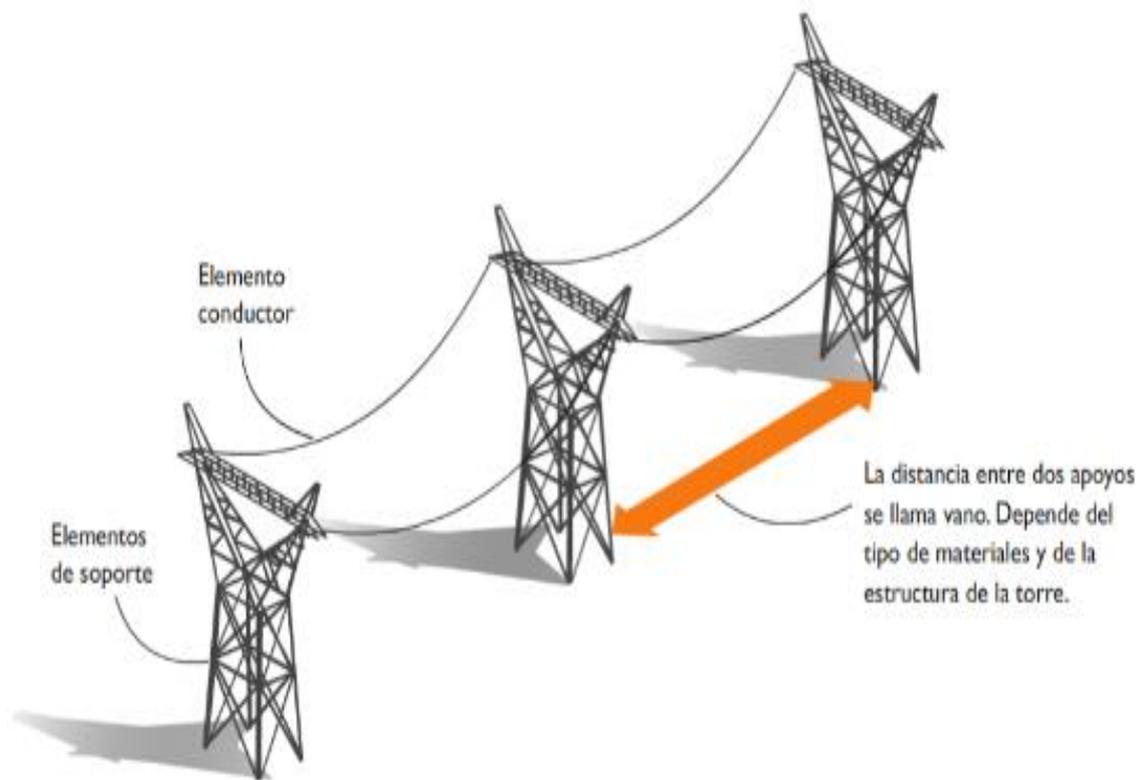


Figura 3. Torres de transmisión. Información tomada de la investigación de campo.

2.3.3. Subestación de transporte.

La subestación es una parte muy vital en el proceso para llevar al cliente la energía. Este cumple con la función de reducir los niveles de voltaje, normalmente de 220Kv – 400Kv a 132Kv. La energía que llega a esta subestación es alta debido a que es energía que recorre largas distancias, sin embargo, por medio de transformadores reductores arroja en su salida una tensión menor ya que irá en dirección a la subestación de distribución. (Endesa, 2021)

Una subestación cumple con la función de conectar y desconectar alimentadores principales que van hacia diferentes clientes grandes en base a la demanda que ellos requieran transportar, esto se da generalmente para la importación / exportación de energía, ya que para abastecimiento local el alimentador no tendrá necesidad de desconectarlo a menos de requerirlo en casos puntuales. (Dorta, 2018)

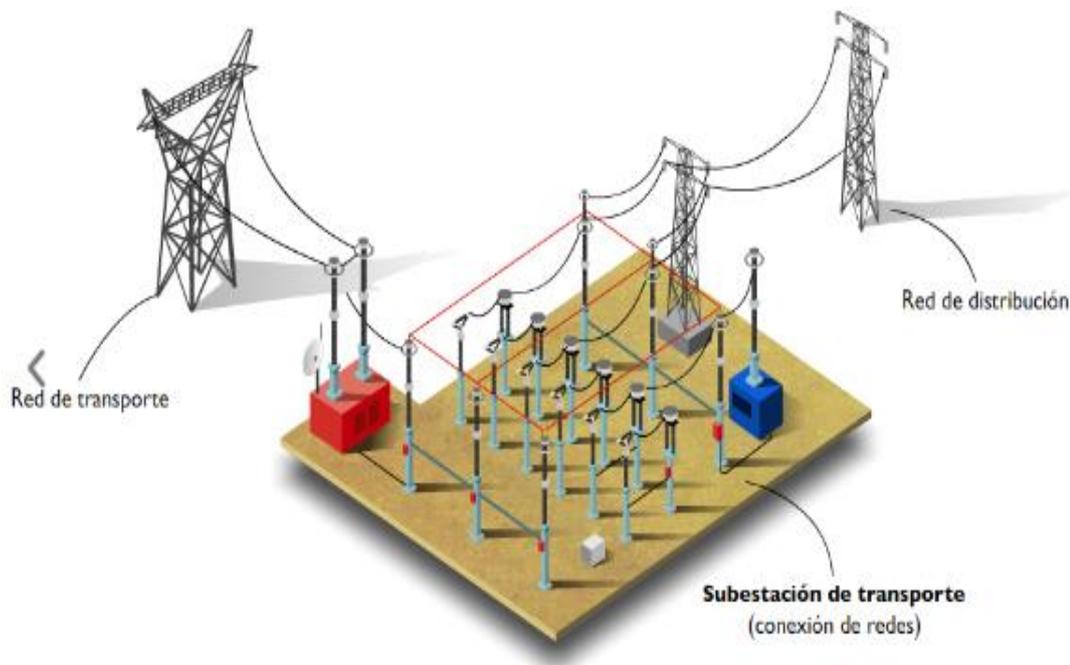


Figura 4. Subestación de transporte o seccionamiento. Información tomada de la investigación

2.3.4. Subestación de distribución.

La subestación de distribución es la encargada de ser suministrar de energía para la distribución local, ya sean los usuarios de un sector o para un cliente grande. La principal función es la de reducir la tensión por medio de transformadores reductores, es decir, de pasar de niveles de voltaje de transmisión a niveles de distribución. (Terreros, 2015)

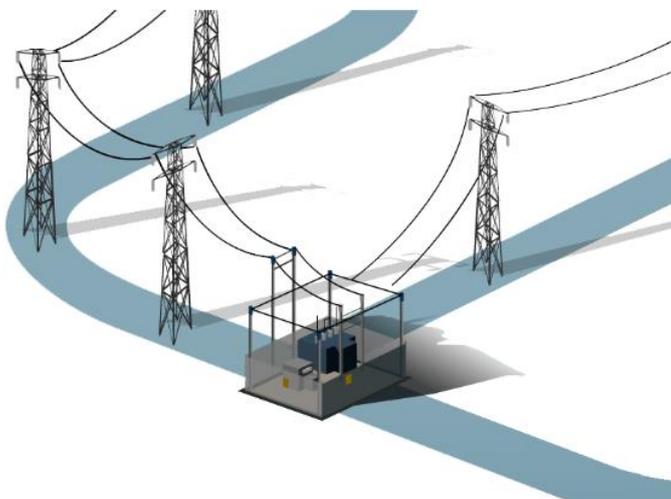


Figura 5. Subestación de distribución. Información tomada de la investigación de campo.

2.4. Estructura de un sistema eléctrica.

El sistema eléctrico se define como un conjunto de objetos, conductores y equipos necesarios para generar, transportar y distribuir electricidad. La figura 6 muestra un esquema para la estructura del sistema eléctrico actual de generación, transporte y distribución de electricidad. (Juárez, 2019)

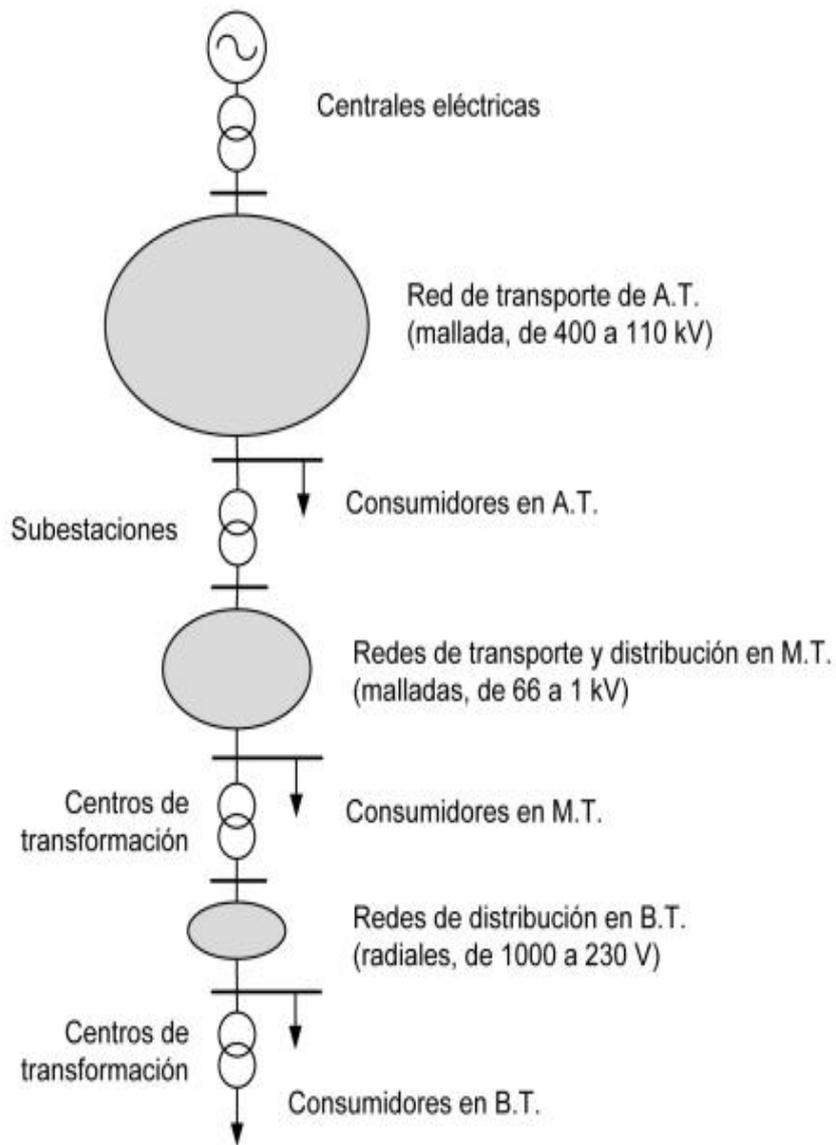


Figura 6. Estructura de un sistema eléctrico. Información tomada de la investigación de campo.

La generación de electricidad ocurre en las centrales eléctricas. Los generadores centrales producen energía eléctrica en el voltaje promedio, de 6 a 30 kV, para el cual, el voltaje que aumenta. La red de transporte y distribución ha formado líneas que transfieren esta energía a los consumidores. El transporte se realiza en alto

voltaje (400, 220 y 132-110 kV) para reducir pérdidas. Las líneas de voltaje más bajas que forman las redes de distribución de voltaje promedio (de 66 a 1 kV) y en los centros de transformación en el que la tensión disminuye hasta el final. Los consumidores recientes se convierten en otras redes de bajo voltaje (400 y 230 V). Finalmente, hay consumidores de esta energía eléctrica que se genera en las plantas. (Watt, 2020)

2.4.1. Diferencias entre Corriente Alterna y Continua

La diferencia entre las corrientes directas (Corriente Continua) y la alterna, son las siguientes:

- ✓ Energía total transportada: en corriente continua, la energía transportada se limita a la capacidad de transporte de los elementos utilizados (baterías, baterías, etc.). Por otro lado, la alterna, se mejora el límite, lo que produce esa energía.
- ✓ Conexión: en CC, es muy importante conectar cada polo con su opuesto, de modo que ahora, pero si hablamos de alternar corrientes, cambia. No hay problema en el que conectamos el dispositivo, permitiendo conexiones (enchufes de la casa).
- ✓ Flujo de corriente: mientras que la corriente continua tiene una dirección. La corriente alterna es como si hubiera tomado los pasos hacia adelante y otros al revés. Esto se debe a que la fuente que produce la corriente no siempre tiene la misma intensidad, por lo tanto, continúa cambiando.
- ✓ La tensión utilizada: en la corriente continua, el voltaje siempre serán la misma. Por otro lado, en las corrientes alternas puede variar dependiendo de dónde se encuentre. Por lo general, antes de llegar a la ciudad, el voltaje se reduce para que no haya unas sobretensiones cortes de luz a través del transformador.
- ✓ Almacenamiento: la energía transportada por la corriente continua se puede almacenar, como sucede en el sistema fotovoltaico con una batería. Por otro lado, las corrientes alternas no tienen esta opción, por lo que siempre se utilizará lo que se consume. (Tuenergía, 2022)

Adicionalmente, los símbolos con los que se representan son diferentes, tal como se muestra en la figura 7, en la cual, se identifica a la corriente continua con una línea recta con una dirección única, mientras que la alterna, posee una onda senoidal.

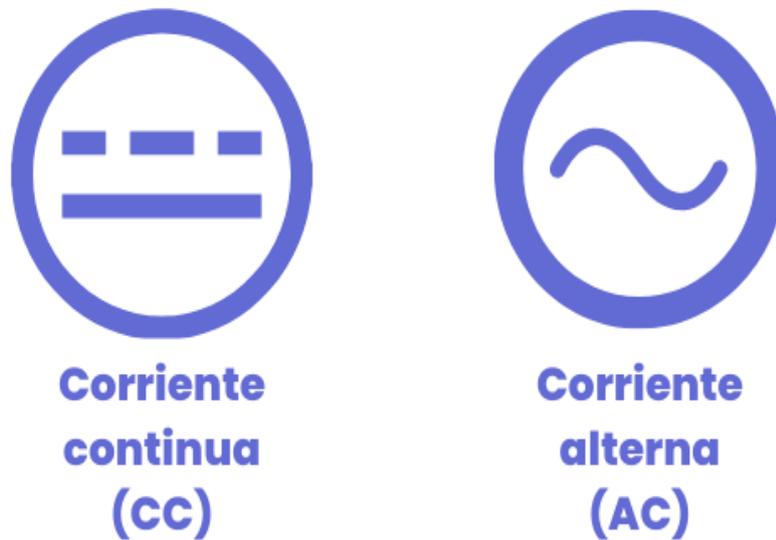


Figura 7. Símbolos de corriente continua y alterna. Información tomada de (Tuenergía, 2022)

2.5. Generador eléctrico

Un generador eléctrico es un dispositivo que transforma la energía química, mecánica y térmica, en energía eléctrica necesaria para originar la diferencia de potencial que hace que las cargas se mantengan en movimiento. Para que el generador logre mantener fija la diferencia de potencial, debe consumir energía, y esta energía le puede ser suministrada de diversas formas, por ejemplo, mecánica, calorífica, radiactiva, química, entre otras. (Cumbre, 2019)

2.5.1. Generador de media tensión.

Son los generadores que alcanzan potencias eléctricas de entre 4160 v y 13800v, aunque de manera rigurosa todo equipo que supere la potencia de 1000v entra en la categoría. Como es lógico este tipo de generador se emplea cuando la energía a disponer es alta. (Endesa, 2021)

Contar con este equipo es más conveniente cuando el costo en el uso de un sistema de baja tensión es demasiado alto. También, cuando se agrega un transformador al generador de baja tensión para conseguir más potencial resulta muy caro o la instalación abarca mucho espacio. La media tensión se emplea para impulsar los sistemas de bombeo en el traslado de aguas blancas y negras. Asimismo, para el auto suministro de complejos empresariales e industriales que se encuentran ubicados en áreas remotas. (Juárez, 2019)

2.5.2. Generador de baja tensión.

A diferencia del generador anterior, el de baja tensión solo tiene la capacidad de suministrar un potencial eléctrico por debajo de los 1000v. En la mayoría de los casos, las marcas fabricantes de estos generadores usan alternadores de 480v y, en menor medida, de 600v. (Rodríguez, 2021)

Este tipo de generador es más conveniente cuando la capacidad de amperios requeridos es más bien baja. En ese caso, para ahorrar en el presupuesto recomendamos escoger la caja de tensión. Incluso si se trabaja con equipos sincronizados es posible seguir manteniendo un generador de baja tensión. Lo único que necesitas es que los equipos no consuman más de los límites establecidos para la baja tensión (Soad, 2021)

2.6. Transformador eléctrico.

El transformador es una máquina eléctrica que, basada en los principios de inducción electromagnética, transfiere energía de un circuito eléctrico a otro, sin cambiar la frecuencia. La transferencia se lleva a cabo con un cambio en el voltaje y la corriente. El transformador aumenta o reduce la corriente alterna si es necesario. (TECSA, 2019)

Estas máquinas ayudan a aumentar la seguridad y la eficiencia de los sistemas de energía durante la distribución y la regulación a largas distancias. Los tres componentes más importantes del transformador son:

- ✓ un núcleo magnético
- ✓ el devanado principal y el secundario.

En la figura 8, se puede observar a un transformador eléctrico y sus componentes esenciales para su funcionamiento.

TRANSFORMADOR ELÉCTRICO

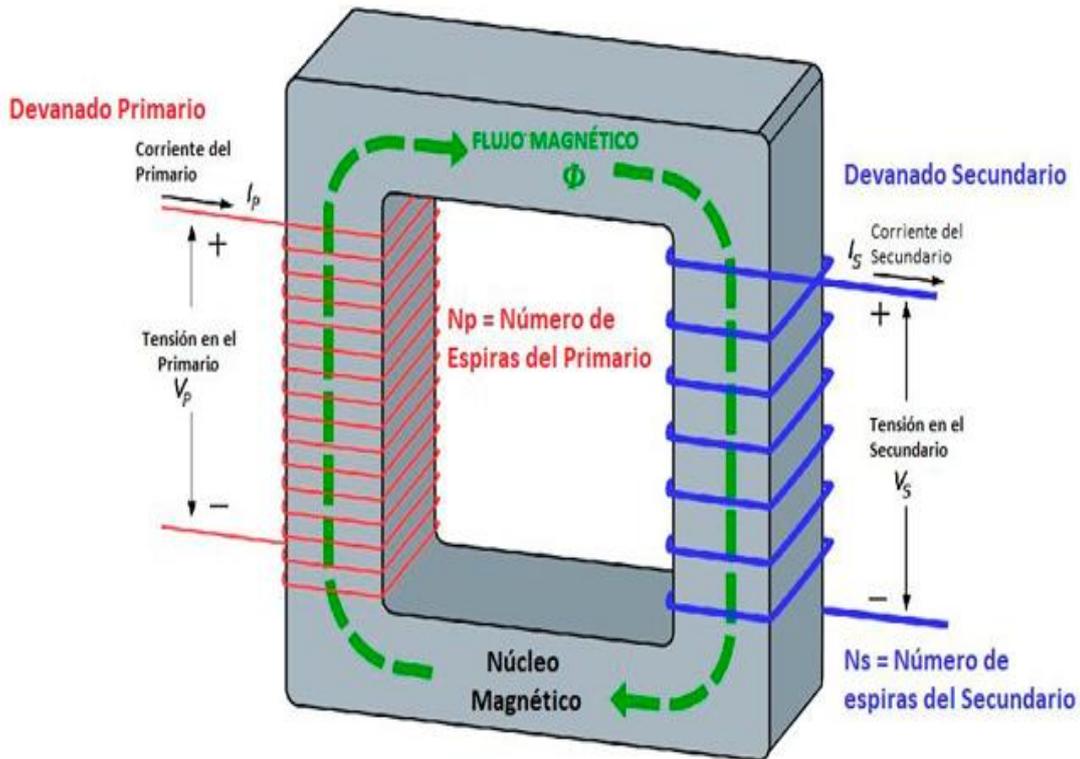


Figura 8. Transformador Eléctrico. Información tomada de (TECSA, 2019)

El transformador eléctrico utiliza la ley de Faraday en la inducción electromagnética para el funcionamiento: "La velocidad de flujo del enlace de la corriente relativamente tiempo es directamente proporcional al campo electromagnético inducido en la bobina o conductor". (Kennet, 2020)

La base física del transformador se encuentra en la inducción mutua entre dos cadenas asociadas con una conexión magnética común. Esto generalmente está equipado con dos devanados: primario y secundario. Tienen un núcleo magnético laminado, y la inducción mutua, que ocurre entre estas cadenas, ayuda a transferir energía de un punto a otro. (Altamirano, 2021)

2.6.1. Clasificación de transformadores

El transformador se clasifica de acuerdo con el sistema de enfriamiento. En el caso de un transformador sumergido en la solución de aislamiento, la identificación está representada por el código de cuatro letras que se describe a continuación.

Primera letra:

Medio de enfriamiento interno

-O: aceite mineral o aislamiento sintético con un punto de encendido de 300 ° C o menos.

-K: aislamiento con puntos de encendido superiores a 300 ° C.

-L: aislamiento con un punto de encendido increíble.

Segunda letra:

Mecanismo de circulación del entorno de enfriamiento interno

-N: flujo natural o tropical a través del dispositivo de enfriamiento y la bobina.

-F: Circulación forzada y flujo de termosifón de bobina a través del dispositivo de enfriamiento.

-D: El dispositivo de enfriamiento se vio obligado a circular y fue instruido por el equipo de enfriamiento al menos para la bobina principal.

Tercera letra:

Medio de enfriamiento externo

-A: aire;

-W: Agua.

Cuarta Letra:

Mecanismo de circulación del entorno de enfriamiento externo

-N: convección natural;

-F: convección forzada (ventilador o bomba).

Además de lo anterior, el transformador también es un componente que se puede ver en oportunidades futuras, como boquillas, identificación terminal y tanques. (Guía eléctrica, 2021)

2.7. Receptores Eléctricos.

En contraposición a los generadores eléctricos están los receptores, que realizan el proceso inverso al que hasta ahora se ha mencionado. Un receptor eléctrico es un dispositivo o máquina que transforma la energía eléctrica en cualquier otro tipo de energía. (Cumbre R. , 2019)

Así como existen distintos tipos de generadores eléctricos, existen distintos tipos de receptores, los cuales varían de acuerdo al tipo de energía que se obtiene. Entonces, se habla de receptores térmicos, lumínicos, electroquímicos y mecánicos.

- Receptor térmico: la energía eléctrica se transforma en calor. Por ejemplo: estufas, calentadores, planchas, secadores y en general cualquier aparato que cuente con resistencia.
- Receptor lumínico: reciben energía eléctrica y la transforman en luz. El mejor ejemplo de este tipo son las lámparas.
- Receptor electroquímico: convierten la energía eléctrica en energía química, creando de este modo reacciones químicas. Ejemplo: células electrolíticas.
- Receptor mecánico: su función es transformar la energía eléctrica en mecánica. Como ejemplo tenemos los motores eléctricos.

2.8. Tablero de distribución eléctrico.

EATON (Powering Business Worldwide) en su investigación en (2023) mencionó que:

Los tableros de distribución se utilizan para distribuir la electricidad de manera segura en todas las instalaciones comerciales e industriales. Un tablero de distribución es un componente de un sistema eléctrico de distribución que divide una alimentación de energía eléctrica en circuitos derivados, al tiempo que proporciona un disyuntor o fusible de protección para cada circuito, en un gabinete común. Los tableros de distribución normalmente tienen un voltaje nominal máximo de 600 Vac/Vdc y un bus nominal máximo de 6000 A, y están diseñados para cumplir con las normas UL891 y NEMA PB2. (Powering Business Worldwide , 2023)

La figura 9, muestra un tablero de distribución eléctrico adecuado para las necesidades de una instalación industrial.



Figura 9. Tablero de distribución eléctrica. Información tomada de (Powering Business Worldwide , 2023)

2.8.1. Estructuras del tablero de distribución

El tablero de distribución se puede configurar con una sola estructura vertical o estructuras múltiples, dependiendo de la cantidad y el tamaño de la carga a aplicar en el sistema. La estructura principal incluye el corte principal o las terminales

principales, a menudo incluidas en los dispositivos de medición del cliente, los servicios públicos y la protección contra sobretensiones. El cableado se puede ingresar directamente en la estructura principal o mediante otra estructura de tracción separada. La estructura de tracción se usa comúnmente en el tablero de distribución de entrada de servicio. El cable puede ingresar a la estructura desde el piso (la entrada inferior) o la parte superior (entrada superior). (Powering Business Worldwide , 2023)

La estructura de distribución se divide en energía a un dispositivo de protección de circuito derivado, envía energía y suministra cargas de baja corriente al siguiente circuito derivado. La energía fluye desde la estructura principal hasta la estructura de distribución a través de un bus horizontal.

En la mayoría de las instalaciones, el tablero de distribución se adjunta cerca de la pared y solo se puede acceder desde el frente. Si es necesario, la placa de distribución se puede construir de una manera que permita que el frente y el post - accesos sean posibles. Es de acceso trasero, el cual, facilita el acceso y el mantenimiento, pero generalmente es más profundo que la placa de distribución de acceso delantero. (De La Rosa, 2021)

Los componentes principales de la estructura del tablero de distribución son marcos, autobuses, dispositivos de protección contra corriente, planificados, gabinetes y cubiertas externas. El marco de la placa de distribución es un esqueleto metálico que alberga todos los demás componentes. Los autobuses de cobre o aluminio están unidos a este marco. El bus distribuye energía del conductor del cable de entrada al dispositivo de circuito derivado. El bus horizontal distribuye energía a cada sección de la placa de distribución. Por el contrario, los buses verticales distribuyen energía al dispositivo de protección del circuito en cada sección. (Alvear, 2019, pág. 52)

2.8.2. Importancia del tablero de distribución

Los tableros eléctricos son gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente. Existen varios tipos de tableros eléctricos como ser: Residencial, Comercial,

Industrial. En los tableros eléctricos cada circuito debe estar señalado para su apertura o cierre sin afectar a otro tipo de circuito. Debido su gran importancia deben estar instalados en lugares visibles, seguros y fácilmente accesibles. (GSL Industrias, 2021)

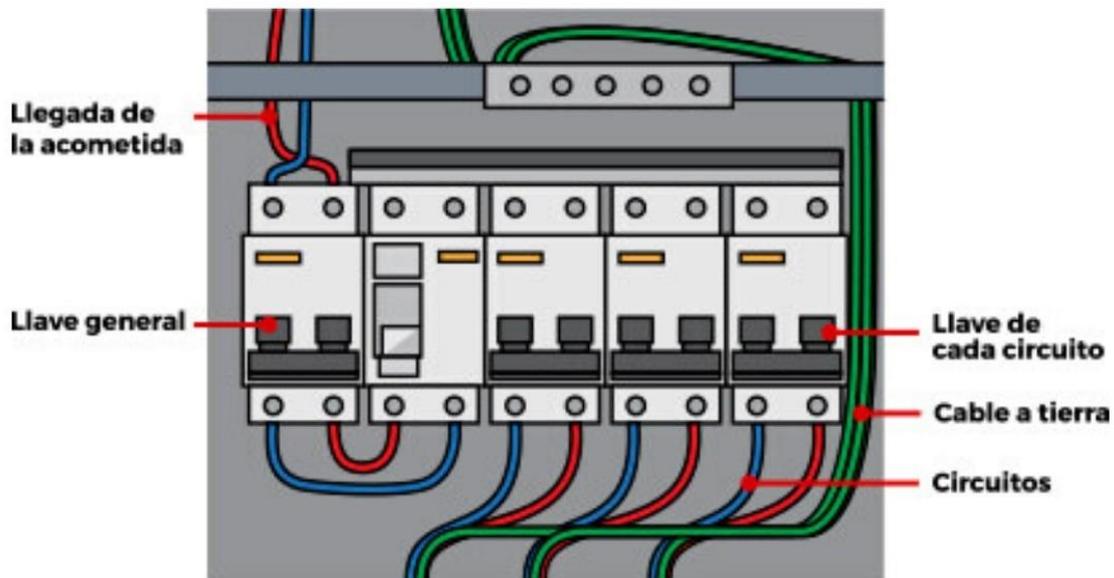


Figura 10. Detalles de la importancia del tablero eléctrico. Información tomada de la investigación.

2.8.3. Sistema integrado de instalaciones (IFS)

Los tableros de distribución pueden expandirse más allá de sus funciones básicas de distribución y protección de circuitos para incluir varios otros equipos como parte de un Sistema integrado de instalaciones (Integrated Facility System, IFS). Por ejemplo, los sistemas IFS a menudo incluyen transformadores de distribución de bajo voltaje, interruptores de transferencia automática, suministro de energía ininterrumpido y equipos de comunicación de datos. (Powering Business Worldwide , 2023)

Al integrar los distintos equipos en la planta, los sistemas IFS reducen la huella y el tiempo de instalación en el sitio del cliente. Las soluciones de tipo IFS son populares en aplicaciones de sitios múltiples como cadenas de tiendas y restaurantes, y en la construcción general donde las soluciones prefabricadas se están expandiendo.

2.9. Pad Switch o interruptor eléctrico

Es un dispositivo que permite abrir o cerrar circuitos eléctricos que normalmente funcionan manualmente. Sin embargo, hay otros que habilitan la abertura o el cierre eléctrico de manera inteligente con nuevas tecnologías, pero un interruptor eléctrico se usa fácilmente para encender o apagar la luz. Hay muchos tipos de interruptores de luz, los más convencionales son aquellos que tienen a la mayoría de las personas en casa donde simplemente se concentran en encender y apagar la luz. Sin embargo, hay muchos tipos de interruptores eléctricos con los que puede hacer su trabajo de manera mucho más eficiente al llevar a cabo dicha instalación. En las siguientes líneas encontrará la información que necesita para obtener más información al respecto. (Elektron, 2022)

2.9.1. Tipos de interruptores eléctricos

- ✓ **Interruptor termomagnético:** es un dispositivo que combina dos elementos de la mayor importancia para su operación: calor y magnetismo. Su función principal es interrumpir el paso de esta corriente cuando excede ciertos límites. Esto se hace mediante la dilatación de un metal a través del calor y con las fuerzas de atracción generadas por campos magnéticos.
- ✓ **Interruptor electromagnético:** ayudan cuando hay una corriente de fuga del circuito. Estas fugas pueden ocurrir debido a errores de instalación o corrientes generados por electricidad estática.
- ✓ **Interruptor de seguridad:** es un dispositivo que ofrece protección y puede evitar que una persona se electrocute evitando accidentes y pérdidas de energía. Su operación se basa en un sistema de cuchilla colocado en el interior del gabinete. Como su nombre indica, el personal no solo protege al personal de los dispositivos eléctricos energéticos, sino que también ofrece protección contra las condiciones ambientales. Hay 2 tipos de interruptores de seguridad: uso general y uso pesado.
- ✓ **Interruptor de doble tiro:** están diseñados de tal manera que la corriente eléctrica controla a dos destinos diferentes. En sí mismo, es un tipo de operación con el que puede encender y apagar una carga eléctrica o controlar dos elementos diferentes en distintos puntos. Estos tipos de interruptores también se pueden conservar bajo el nombre del interruptor bipolar y

generalmente están hechos de policarbonato.

- ✓ **Interruptores Riel:** Es uno de los tipos de interruptores termomagnéticos. Se utilizan principalmente en áreas residenciales, lugares comerciales y centros industriales para proteger las conexiones eléctricas. Su función principal es proteger los cortocircuitos y las sobrecargas de energía en grandes instalaciones eléctricas.
- ✓ **Interruptor de presión:** consisten en un elemento de reconocimiento y un interruptor eléctrico. El interruptor hace posible si el contacto con cierta presión se abre y cierra. (Arqhys, 2023)

2.10. Acometida Eléctrica

La acometida eléctrica es la conexión aire o subterránea, que conecta la parte de la red de distribución de la empresa que es suministrada con cajas de protección comunes en las instalaciones eléctricas. El bajo voltaje se acumula en la caja protectora común, donde se define como el comienzo de una instalación interna o de usuario. En condiciones de un usuario, la carrera termina en un gabinete de protección y una medida que puede colocar fusibles de protección general y medidores de instalación. (Electricistas de la Fuente, 2019)

Por otro lado, es importante saber también que las acometidas eléctricas son propiedad de la compañía distribuidora de electricidad que opera en cada zona o área geográfica del país. Los proyectos de acometidas deben tener puesta a tierra en cualquiera de estos supuestos:

- ✓ Cuando el sistema puede ser puesto a tierra de modo que la tensión eléctrica máxima a tierra de los conductores no puestos a tierra no exceda 150 V.
- ✓ Cuando en un sistema de tres fases y cuatro conductores conectado en estrella el neutro se utilice como conductor del circuito.
- ✓ Cuando en un sistema de tres fases y cuatro conductores conectado en triángulo el punto medio del devanado de una fase se utilice como conductor del circuito.
- ✓ Cuando un conductor de acometida puesto a tierra no esté aislado.

En la tabla 1, se puede evidenciar las definiciones de palabras esenciales en la investigación, proporcionadas por CNEL EP (2020).

Tabla 1. Definiciones y características de la investigación

Palabra a definir	Definición y características
Acometida en bajo voltaje	Es la que se conecta a una red de distribución con voltaje de hasta 600 V
Acometida en medio voltaje	Es la que se conecta a una red de distribución sobre 600 V y hasta 40 kv y comprende los conductores de alimentación con sus accesorios, desde dicha red hasta los bornes del transformador o hasta el sistema de medición en medio voltaje, en caso de existir.
Acometida individual	Derivación física que se instala para suministrar el servicio eléctrico a un solo Consumidor y comprende la línea de alimentación con sus accesorios, desde la red de distribución hasta el punto de entrega de la energía.
Acometida bifásica, trifilar	Es aquella que arranca desde la red de distribución con dos conductores activos y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema.
Acometida trifásica	Es aquella que arranca desde la red de distribución con tres conductores activos y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema.
Caja de protección	Es una caja de seguridad de material metálico o policarbonato que está diseñada para contener el medidor de energía.

Información tomada de (CNEL EP, 2020). Elaborado por el autor.

2.10.1. Instalación del soporte de acometida

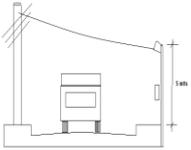
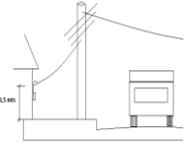
El soporte de acometida es un poste o tubo metálico galvanizado según especifique MEER, que sirve para sujetar la acometida a una altura determinada a partir del suelo. Se utiliza un cerramiento en línea de fábrica o tubo empotrado de 2 ½" ó 3" de diámetro y 2mm de pared de espesor como mínimo por 5 a 7 metros de alto para anclaje del medidor y soporte de acometida. Se debe indicar que la obra civil (base del suelo) donde se enterrará el tubo galvanizado debe ser preparada con hormigón (cemento) y el tubo debe colocarse en el lindero del

predio. (CNELEP, 2016)

2.10.2. Altura mínima de sujeción de la acometida

El punto de fijación mínimo de los conductores de acometida aérea a un inmueble u otra estructura debe estar de acuerdo a la tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones de la altura mínima de la sujeción de la acometida.

ÍTEM	LUGAR DE COLOCACIÓN	ALTURA DESDE EL SUELO (MTS)	ILUSTRACIÓN
a)	Cruces de calle, vías públicas, caminos y carreteras de alto tráfico.	5	
b)	En la acera o vías exclusivamente peatonales.	3,5 m	

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Se podrá colocar a mayor altura conforme lo determinen los inspectores y/o fiscalizadores para lo cual deberá existir los debidos justificativos por ejemplo tomando en consideración que por las vías del Área de Servicio de la empresa contratante circulan vehículos de gran altura. (Watt, 2020)

2.11. Equipos de protección

El equipo de seguridad es un factor clave para evitar accidentes con energía eléctrica en el trabajo. Es importante tener experiencia en la gestión del riesgo eléctrico y conocer equipos de seguridad que lo ayudarán a evitar accidentes desde un cortocircuito hasta descargas eléctricas. A continuación, le mostramos varios equipos de seguridad a considerar. (Safety Solutions, 2021) En la tabla 3, se establecen los 5 equipos de protección más importante, así como sus

características y fotos.

Tabla 3. Especificaciones de los equipos de seguridad y protección.

Nombre del equipo	Características	Imagen
Pértigas dieléctricas	<p>Son varas de alta capacidad dieléctrica y elevada resistencia mecánica construidas en fibra de vidrio con alma de poliuretano. Estas permiten realizar gran cantidad de tareas en trabajos con y sin tensión como la apertura y cierre de interruptores de desconexión o sustituir fusibles en transformadores ya que permiten acoplar gran variedad de herramientas en su punta. Existen tres tipos principales de pértigas dieléctricas: telescópicas, acoplables y de gancho retráctil.</p>	
Banquetas y alfombras aislantes	<p>Proporcionan aislamiento al trabajador con respecto al suelo. Estos evitan que circule la corriente por el cuerpo convirtiéndolo en una toma a tierra a través del contacto por los pies. Las alfombras dieléctricas se clasifican en diferentes clases como clase 2, clase 3 y clase 4 dependiendo de la tensión eléctrica de trabajo.</p>	
Equipo de puesta a tierra y cortocircuit o	<p>Su principal objetivo es la protección del trabajador ante la puesta en funcionamiento accidental o un posible retorno de tensión durante los trabajos. Puede estar dirigido a la de los equipos eléctricos, señales electrónicas o protección atmosférica. La puesta a tierra resguarda la seguridad de las personas que están cerca de las</p>	

instalaciones y, además, protege los objetos personales que en las viviendas puedan encontrarse.

Guantes
dieléctricos

Son fabricados en goma o látex, para trabajar en tareas eléctricas evitando la posibilidad de sufrir daños ante una posible descarga eléctrica. Se pueden encontrar de diferentes clases, las cuales varían de acuerdo a la tensión eléctrica máxima con la que se trabajará como lo son: los de clase 00, clase 0, clase 1, clase 2, clase 3 y clase 4.



Es por ello que los detectores de tensión eléctrica son elementos indispensables, que a través de señales acústicas y luminosas nos indican la presencia o ausencia de tensión.

Detectores
de tensión
eléctrica



Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

2.12. Distribución de postes

Esto se selecciona en base a la longitud o capacidad del poste que se requiere para su instalación, por lo tanto, se escogerá en base a la mayor resistencia de instalación de los transformadores, postes en esquinas, remates y ángulos.

2.12.1. Instalación de postes

De acuerdo a CNELEP (2020), se toman en cuenta las siguientes especificaciones para la instalación de postes:

- a) Los agujeros en el suelo que alojaran a los postes, deben ser suficientemente amplios como para permitir el uso de apisonadoras para compactar el terreno alrededor del poste en toda su profundidad.
- b) En terrenos inclinados (laderas) la profundidad del agujero siempre será

medida desde el lado más bajo del borde del mismo.

- c) La profundidad mínima de empotramiento de los postes de distribución será como sigue:
- d) $E = (H \cdot 0.10) + 0.50$
- e) E=Empotramiento de los postes en tierra
- f) H=Altura de poste hormigón
- g) Los huecos tienen que tener una profundidad de 1.60m.
- h) Se utilizará normalmente postes circulares de hormigón armado, plástico reforzado con fibra de vidrio o cualquier otro material que cumpla con las exigencias del MEER, normas INEN y características necesarias para su uso en redes de distribución eléctrica.
- i) Los postes normalizados son de 10 m 400 kg y 12 m 500 kg, adicionalmente por condiciones especiales de funcionamiento, se pueden utilizar postes de 14, 16 y 18 m.
- j) Se utilizará postes con carga horizontal de rotura de 2000 kg (autosoportantes), para evitar el uso de tensores en casos de extrema necesidad. El reemplazo del tensor tipo A por postes autosoportantes está sujeto a análisis de esfuerzos mecánicos.
- k) Los postes serán instalados en línea recta de tal manera de que las crucetas se alternen con las caras en direcciones opuestas, excepto en los fines de línea donde los dos últimos postes tendrán la cruceta en dirección del fin de línea.
- l) En curvas los últimos tres postes tendrán la cruceta en dirección de la curva.
- m) En esquinas y ángulos los últimos postes tendrán las crucetas en dirección de la esquina o el ángulo.
- n) En terreno inclinado todos los postes tendrán las crucetas en dirección cuesta arriba.
- o) Cada poste debe quedar y mantenerse en forma vertical a plomada. Los postes deben quedar bien alineados, Después de colocados y alineados debidamente los postes, los agujeros se rellenarán con material adecuado y serán bien apisonados en capas sucesivas de no más de 15 cm de espesor,
- p) El relleno del poste deberá ser cuidadosamente apisonado en toda su profundidad. La tierra excedente deberá ser apilada alrededor del poste.
- q) El constructor se encargará de que el lugar en que se instaló la estructura

embargo, solo está permitido dentro de las áreas verdes. En este caso, los conductores utilizados deben ser de aluminio con doble aislamiento XLPE-PVC 600 Volts, 90°C. (Fajardo & Astudillo, 2018)

En el circuito de puesta a tierra del conducto se debe utilizar un solo conductor de 600 voltios y 75 °C con aislamiento de PVC. Los circuitos de baja tensión de 208 voltios para alumbrado público en caminos vecinales pueden instalarse en forma aérea o subterránea y alimentarse de un transformador común. El control de la luz para estos circuitos normalmente se realiza individualmente a través de una barrera de luz unida a cada luz. (CODENSA S.A. ESP, 2022)

Para las redes de distribución secundaria residenciales existentes con cinco conductores, estas luminarias de ruta local se conectan entre la línea de control de iluminación y la segunda fase (Fase B) de la red, y los circuitos de iluminación se conectan a múltiples electromagnéticos. Puede ser controlado por contactor. Con un controlador de fotos o un reloj.

En las redes de distribución secundaria con redes trenzadas, la iluminación se conecta entre diferentes fases y se controla individualmente mediante controles de luz. Cada transformador de distribución debe alimentar la iluminación dentro de su área de servicio. Según los resultados del levantamiento fotométrico, las torres de la red de distribución secundaria urbana se colocarán a una distancia de 30-40 metros. (Arqhys, 2023)

Por Lo tanto, la instalación de una caja térmica con sus respectivos breakers (32 Amperios) debe ser colocada de manera vertical con tornillos autoperforantes y por encima de la caja antihurto bifásica, es importante indicar que la puesta a tierra no irá conectada a la barra de conexiones del neutro de la caja térmica, sino como se indicó anteriormente.

2.14. Organismos Reguladores

Es importante conocer cuáles son los organismos reguladores de electricidad en el país, por lo tanto, en la tabla 3, se puede visualizar el nombre y la actividad que realizan.

Tabla 4. Organismos Reguladoras de Energía en el país.

Organismo	Función
Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL)	Regular y controlar las actividades relacionadas con los Servicios Públicos de Energía Eléctrica y Alumbrado Público General, contribuyendo al desarrollo sostenible y sustentable del sector estratégico de electricidad, precautelando los intereses de la ciudadanía.
Centro Nacional de Control de Energía (CENACE)	Es el encargado del manejo técnico y económico de la energía en bloque, Además, garantiza en todo momento una operación adecuada que redunde en beneficio del usuario final, busca que las pérdidas de energía disminuyan hasta valores óptimos a fin de que el costo de la energía que se entregue a los usuarios sea el menor posible.
Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARC)	La entidad tiene como misión precautelar y garantizar los intereses del consumidor o usuario final, promoviendo el aprovechamiento óptimo de estos recursos con responsabilidad social y ambiental.
Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP)	Encargada de proporcionar el servicio público de distribución y comercialización de energía eléctrica en el territorio ecuatoriano.

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Por lo tanto, con la tabla 4, se evidencia la importancia de un organismo regulador que tiene como fin proteger los derechos de los consumidores. Estos

órganos regulan y gestionan los aspectos legales y técnicos y gestionan la relación entre los usuarios consumidores y los proveedores. (Congreso de la República, 2022) Debido a que son de carácter público y ejercen controles autónomos, funcionales, técnicos, financieros y económicos.

2.15. Normativas

Entre las normativas que van de acorde al tema tratado en la investigación se tiene, que el artículo 313 de la “Constitución de la República del Ecuador”, para los sectores estratégicos, servicios y empresas públicas indica:

Art. 313.- El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y administrar los sectores estratégicos de acuerdo con los principios, sostenibilidad medioambiental, cautela, prevención y eficiencia. Los sectores estratégicos de decisión nacional y control exclusivo son aquellos que por su importancia y tamaño tienen un impacto económico, social, político o ambiental decisivo y que deben estar orientados al pleno desarrollo de los derechos e intereses sociales. Los sectores estratégicos incluyen energía en todas sus formas, telecomunicaciones, recursos naturales no renovables, transporte y procesamiento de hidrocarburos, diversidad biológica y patrimonio genético, espectro radioeléctrico, agua y otros que determine la ley. (Asamblea Nacional, 2018)

Adicional, el “Reglamento a Ley Orgánica Del Servicio Público de Energía Eléctrica” menciona que debe tomarse en cuenta dos artículos sobre la distribución y comercialización en el artículo 32 y 33, de la misma, que indican:

Artículo 32.- Empresas distribuidoras y comercializadoras de energía eléctrica - Empresas distribuidoras y comercializadoras de electricidad. La venta de energía eléctrica la realiza el Estado a través de personas jurídicas, la cual se encuentra aprobado oficialmente por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. Los suministros de servicio eléctrico a los consumidores dentro del área de servicio. Además, ellos están encargados de prestar los servicios de alumbrado público en general.

ARTÍCULO 33.- prestación de servicios - Corresponde al comerciante la prestación de servicios públicos distribución y comercialización de energía eléctrica y alumbrado público en general; consumidores dentro de su área de servicio según

lo dispuesto en el título de prestación de dichos servicios en áreas no definidas en el Título Autorizado. (Gobierno Nacional del Ecuador, 2019)

La Resolución Nro. ARCONEL-006/2020, especifica los siguientes puntos para las adecuaciones eléctricas que el solicitante (empresa) debe seguir para que se lleve a cabo lo que se propone el solicitante, mediante los puntos 9.1, así:

Obras para nuevos suministros en bajo voltaje: Los costos asociados a la atención de nuevos suministros a ser servidos desde las redes de bajo voltaje hasta el punto de entrega, ubicado en el límite de la propiedad del solicitante, serán asumidos por la distribuidora, el cual incluye: protección, seccionamiento, sistema de medición y puesta a tierra en el punto de entrega. Las obras o adecuaciones civiles necesarias para la provisión del servicio público de energía eléctrica, en el punto de entrega, serán asumidas por el solicitante. La distribuidora atenderá la solicitud del servicio en función de su planificación y de la disponibilidad de recursos. En caso de que el solicitante requiera el servicio en un plazo menor al planificado por la distribuidora, el solicitante podrá financiar la expansión de red y la distribuidora será responsable de la respectiva ejecución. Se exceptúa de este financiamiento los costos de la acometida, la protección, el seccionamiento, el medidor y la puesta a tierra, los mismos que serán cubiertos por la distribuidora. La distribuidora deberá llegar a un acuerdo de pago con el nuevo consumidor en bajo voltaje por el capital financiado más intereses determinados con base a la tasa activa efectiva referencial para el segmento de inversión pública vigente determinado por el Estado. (ARCONEL, 2020)

Por último, el punto 9.4, de la Resolución Nro. ARCONEL-006/2020, también especifica, como serían las adecuaciones en las instalaciones eléctricas del solicitante:

Adecuaciones en las instalaciones eléctricas del solicitante: La distribuidora podrá requerir al solicitante que adecúe sus instalaciones para la prestación del suministro del servicio público de energía eléctrica. Para el efecto, el solicitante será responsable del diseño y de la construcción de las obras requeridas, bajo normas y lineamientos de la distribuidora; las mismas que, para suministros que estén servidos en medio y alto voltaje, deberán ser realizadas por un ingeniero

eléctrico o un profesional facultado, conforme la legislación aplicable y vigente en el país, o empresas autorizadas para realizar diseño y construcción de sistemas de distribución eléctrica, en todo caso, el diseño y la construcción del proyecto serán aprobados por la distribuidora. (ARCONE, 2020)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Características de la investigación

La investigación es el proceso sistemático que surge de un problema evidenciado y aplicado para el desarrollo de un estudio, en ocasiones suele ser un proceso empírico, desarrollada de una hipótesis. Por lo que, la investigación busca la realización de actividades que el investigador desea descubrir. (Zita, 2022)

El propósito de esta investigación es analizar que ha ocurrido con los tableros que alojan los medidores de los departamentos que alojan este bloque habitacional de la ciudad de Guayaquil. Después de ello, se procederá al desarrollo de la propuesta para revertir el inconveniente o problema planteado en el capítulo I de esta investigación. Por eso, se tomarán en cuenta las siguientes características de la investigación:

- **Procedimental:** es la parte del proceso que seguirá el estudio en base a los capítulos descritos en toda la investigación, lo que conllevará a la conclusión y recomendación del investigador.
- **Sistemática:** Corresponderá al orden del sumario que haya aplicado el investigador, como son: generalidades, marco teórico, metodología de la investigación y desarrollo de la propuesta de investigación.
- **Estructurada:** Es la consecución de la investigación de capítulo a capítulo del estudio, lo que hace posible relacionar el objetivo principal propuesto con los objetivos específicos bajo la estructura de los capítulos.
- **Universal:** es aplicable a la línea de técnicas para el desarrollo, bajo la problemática analizada, y cómo influye su aplicación con la vida cotidiana mejorando la calidad de vida de los beneficiarios.
- **Inagotable:** Una vez realizada las conclusiones de esta investigación, se procederá al establecimiento de recomendaciones que surgen del estudio, lo que a próximas generaciones formarán conexiones a nuevas investigaciones con líneas de estudio que se asemejen a las existentes, debido a posibles interrogantes.
- **Interconectada:** Es el hilo conductor de las ideas que quedan en la

investigación para generar una red de conocimiento previo ante otras inquietudes que puedan surgir.

3.2. Tipos de la investigación

Esta investigación contará de una investigación mixta, porque mezclará dos metodologías de investigación, como son:

- Analítica
- Cuantitativa

3.2.1. Metodología analítica

Es un procedimiento empleado para el análisis del problema planteado, en un modelo de investigación técnico- científico. En base a ello, es posible evaluar los hechos ante los problemas, facilitando las conexiones de todo los elementos de investigación y la incidencia de la misma en el problema que ha conllevado al estudio. (Salazar, 2023)

Adicional, esta metodología, permite establecer una hipótesis, mediante el pensamiento crítico y posterior la observación de los hechos que se deben evaluar y validar mediante las técnicas de investigación. Por ello, esta metodología busca analizar en primera instancia, la historia de los bloques de Apanor, su ubicación y la información que se ha encontrado, para el desarrollo posterior de la propuesta de investigación.

3.2.1.1. Historia bloques de Apanor

Los bloques de Apanor en la Alborada fue una propuesta llevada a cabo en agosto de 1981. Esto surgió de un programa especial de Edificios funcionales construidos bajo costo, con un revolucionario sistema de construcción. Su nombre inicial en 1981, fue de APANOR 400. Las primeras viviendas tuvieron un costo de 625.00 sucres, lo que para muchos resultó una ganga.

Estos bloques llevan situados 42 años en el corazón de Guayaquil, en cuarta etapa de la Alborada, por eso, sigue siendo una de las edificaciones mejores situadas de la ciudad, a pesar de que sus instalaciones requieren de atención inmediata, por la cantidad de años que ya ha pasado desde su construcción.

En la figura 12, se puede observar una imagen presentada de Apanor 400 en los años 80, por el diario El Universo, esta figura fue publicado por la red social de “La Memoria de Guayaquil” (2021). Sin embargo, este nombre fue cambiado en el año 2000, a Apanor.

Figura 12. Información destacada de la historia de Apanor. Información tomada de La Memoria de Guayaquil. Elaborado por el autor.. Elaborado por el autor.

3.2.1.2. Ubicación

En este caso particular el Sector a intervenir en la ciudad de Guayaquil, es en el norte de la ciudad; “Av. Isidro Ayora, entre las calles José María Roura y José María Egas”. Esta avenida separa en el tramo indicado a dos ciudadelas; por el Sur-Oeste

hasta el 410. Cada Condominio (Bloque) tiene cuatro niveles, cada nivel tiene cuatro departamentos. Entonces cada Condominio tiene 16 departamentos. En la figura 14, se puede evidenciar como se aprecian los bloques de Apanor.



Figura 14. Vista de los bloques de Apanor. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

3.2.1.3. Aplicación de la metodología analítica: Levantamiento de información.

Los Proyectos de regeneración urbana en la ciudad de Guayaquil, son una referencia de la planificación de la ciudad, y se ha enfocado, en muchos casos, en la reducción de los problemas sociales y económicos de la comunidad en áreas urbanas determinadas, mejorando los aspectos físicos y medio ambientales del sector a intervenir, dependiendo de su nivel de prioridad distribuidos por la Municipalidad de la ciudad.

Por lo cual, se considera realizar el remplazo de las líneas aéreas de media y baja tensión existentes de los Bloques de Apanor, excepto la Red 69 KV existente, así también como algo complementario de las redes de comunicación aéreas, por redes subterráneas, si bien es cierto, esto no es vital, pero si complementa a que el funcionamiento de la propuesta pueda desarrollarse en excelentes condiciones.

Es así, como en la actualidad los tableros que alojan dichos medidores se encuentran en un estado de poca funcionalidad por su alto nivel de oxidación, es

allí en donde existen hurtos por diferentes usuarios ya que aprovechan de las acometidas principales para hacer derivaciones con conductores eléctricos hacia sus departamentos, además se recuerda que en base a la red aérea existente es fácil conseguir la maniobrabilidad para llevar líneas desde dichas redes hacia cargas residenciales. Para esto se deberá realizar los desmontajes de las redes aéreas existentes, postes y acometidas domiciliarias. Los trabajos que incluyen el desmontaje de bienes pertenecientes a la CNEL E.P. U.N. Guayaquil, deberán ser ejecutados únicamente por la CNEL E.P. U.N. Guayaquil. En la figura 15, se puede observar el estado de las instalaciones eléctricas de los bloques de Apanor.



Figura 15. Evidencias fotográficas de la situación eléctrica de los bloques de Apanor. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

3.2.2. Metodología cuantitativa

Esta metodología recolecta y analiza datos cuantificables, a razón de la observación empírica por parte del investigador. (Parra, 2023) Los datos cuantitativos conectan la dimensión conceptual del estudio. Por ende, la recolección de datos es de forma digitales a través de las matemáticas o estadísticas.

La metodología cuantitativa en el estudio investigativo del tema propuesto, permitirá lo siguiente:

- Validar los resultados de forma cuantitativa, según la técnica de investigación aplicada.
- Visualizar datos matemáticos adecuados para la aplicación de una propuesta en base a los resultados interpretados del estudio.
- Organizar la información recopilada en base a las necesidades de la investigación.
- Presentar respuestas concluyentes a la hipótesis de investigación.
- Recolectar y analizar los resultados de forma confiable.

Entonces, es importante presentar las técnicas de investigación que se han empleado en el presente estudio.

3.2.3. Técnicas de investigación aplicadas al estudio

Las técnicas de investigación buscan garantizar que el proceso del estudio se lleve de forma metodológica y sistemática para resolver una hipótesis planteada y resuelva un problema. (Ramírez, 2023)

Por consiguiente, este estudio aplicará las siguientes técnicas de investigación:

- a) La observación.
- b) Revisión bibliográfica

3.2.3.1. La observación.

Esta técnica se encarga de la recopilación de información y del registro para luego analizarla. (Ramírez, 2023) Es por eso, que este estudio, en base de la

información que se ha levantado a partir de la observación, se estableció la problemática de la investigación. Este es un paso fundamental para el arranque del estudio y adecuar los temas que se indagará a medida que avance la investigación.

La cantidad de datos que se vayan estableciendo permitirá que se tenga éxito el análisis de la información. Esta técnica también servirá de referencia a futuras generaciones, para que evalúen que es lo que se puede mejorar en cada estudio según las necesidades que estas tengan previo a su desarrollo.

La figura 16, representa la observación del investigador en los bloques de Apanor, ya que de esa manera ha podido recopilar la información que se desea investigar a fin de obtener los resultados deseados.



Figura 16. Observación de la situación eléctrica de los bloques de Apanor. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

3.2.3.2. *Revisión bibliográfica*

Estas revisiones son una evaluación importante de temas o problemas específicos relacionados con lo que se ha planteado en la hipótesis. El propósito es sistemático, integral y reproducible, porque se desea identificar, evaluar y sintetizar un conjunto de pruebas existente a partir de los hechos observados, ya sea por el investigador o de terceros. (Sutton , 2019)

Las reseñas de libros adoptan una variedad de formatos. Algunas reseñas de libros son proyectos independientes. Por lo que, las revisiones sistemáticas en una forma única de bibliografía permiten encontrar toda la investigación sobre causas por las que se han generado un problema. Algunas revisiones sistemáticas creadas según los protocolos precisos han extraído datos de todas las investigaciones y las han compilado en un conjunto de datos completo, evaluando el estado actual de evidencia sobre el problema. Adicional, conlleva aplicar una revisión rápida con algunas simplificaciones u procedimientos omitidos.

Por ello, en el capítulo II, se ha registrado bases teóricas que fundamentan el análisis de contenido de lo que se está investigando, es por eso, que se precisa de información que sea parte fundamental de la estructura y cuerpo de la investigación. Esto busca adecuar sistemáticamente las piezas que ayuden a desarrollar la propuesta y mostrar una acción de lo que se requiere efectuar.

Las revisiones bibliográficas se basan en dos tipos de fuentes:

- Fuentes primarias
- Fuentes secundarias

Las fuentes primarias son aquellas que vienen de la recopilación de información de publicaciones, periódicos, libros, las cuales son escritos de primera mano para el desarrollo del estudio.

Las fuentes secundarias son aquellas que vienen en concordancia de las fuentes primarias, por lo general, son desarrolladas por el investigador, como encuestas o entrevistas.

3.3. Metodología de desarrollo

En la tabla 5, se puede encontrar sintetizada de lo que se aplicará en el análisis y desarrollo del trabajo investigativo. De esta manera se podrá ejecutar en el futuro el proyecto investigado y evaluado.

Tabla 5. Síntesis de la metodología de desarrollo.

Ventajas de la metodología en desarrollo	Metodologías aplicadas
<ul style="list-style-type: none"> • Permite mejorar la comunicación. • Brinda herramientas que facilitan la toma de decisiones. • Asegura que el proceso de investigación sea eficiente y controlado. • Normaliza las fases del ciclo de vida del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Metodología Analítica: Es un procedimiento empleado para el análisis del problema planteado, en un modelo de investigación técnico- científico. En base a ello, es posible evaluar los hechos ante los problemas, facilitando las conexiones de todo los elementos de investigación y la incidencia de la misma en el problema que ha conllevado al estudio. (Salazar, 2023) • Metodología Cuantitativa: Esta metodología recolecta y analiza datos cuantificables, a razón de la observación empírica por parte del investigador. (Parra, 2023) Los datos cuantitativos conectan la dimensión conceptual del estudio. Por ende, la recolección de datos es de forma digitales a través de las matemáticas o estadísticas.
<p>Técnicas de investigación</p>	<ul style="list-style-type: none"> a) La observación. b) Revisión bibliográfica
<p>Fuentes de investigación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes primarias • Fuentes secundarias

Información tomada del desarrollo de la investigación. Elaborado por el autor.

3.3.1. Ventajas de metodología de desarrollo empleada

Para desarrollar el trabajo de investigación, se ha utilizado la metodología analítica y cuantitativa, se determinaron los objetivos y el proyecto se ha desarrollado sobre la base de su implementación.

La secuencia que se usó se describe en detalle a continuación:

- Inicio de fase: Se desarrolló el enfoque del problema.
- Planificación: Las etapas del proyecto fueron estructuradas por capítulos.
- Ejecución: Desarrollo de la propuesta, inspección INSITU, elección del equipo para desarrollar la propuesta.
- Monitorear y controlar: Se ha desarrollado el modelo propuesto del proyecto.
- Finalización del proyecto: Se establecerán conclusiones y recomendaciones de trabajo de investigación.

Por otro lado, se presentan las ventajas de las metodologías utilizadas, que son las siguientes:

- Esto permitirá determinar rápidamente el objetivo general que se ha propuesto en el capítulo I.
- Mantener una estructura clara a través del desarrollo del proyecto, a través de los capítulos del estudio.
- Asegurar un orden o secuencia del trabajo.
- Desarrollo de la documentación en cada etapa del proyecto.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO Y PROPUESTA DEL PROYECTO

4.1. Objetivo de la propuesta

Presentar una solución eléctrica técnicamente viable, que permita garantizar la calidad de servicio eléctrico en el área a intervenir, permitir el funcionamiento óptimo de los equipos a instalar, con el propósito de otorgar niveles de energía seguros y el adecuado funcionamiento del sistema eléctrico estimado para los 16 bloques que conforman APANOR.

4.2. Diseño y normas de la propuesta

En la figura 17, se puede observar 4 fases para el diseño de la propuesta presentada, esto es en base a los parámetros que se requieren para efectuar el diseño en media y baja tensión.

Tipo de Distribución	Voltaje de Diseño	Regulación	Conductores
<ul style="list-style-type: none">• Red Primaria: Trifásica y Monofásica• Red Secundaria: Monofásica	<ul style="list-style-type: none">• Red Primaria: 13.8/7.9 KV• Red Secundaria: 120/240 Voltios	<ul style="list-style-type: none">• Red Primaria: 2,5% para máxima carga• Red Secundaria: 2,5% para máxima carga	<ul style="list-style-type: none">• Red Primaria: Cobre aislado 15 KV tipo T/XLPE• Red Secundaria: Cobre o AL aislado 2000 V TTU

Figura 17. Diseño de elementos para el funcionamiento eléctrico propuesto para los bloques de Apanor. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Adicional a esta información sobre el diseño que mantendrá la propuesta, se detallan las siguientes normas importantes a tomar en cuenta para la posible puesta en marcha a partir del análisis y diseño del proyecto de investigación.

Se han considerado para la elaboración de este Proyecto, el documento propuesto por la Unidad Eléctrica de Guayaquil, denominado NATSIM. Además, en algunos términos se hace referencia a los siguientes documentos:

- National Electrical Manufacture Association (NEMA)
- American National Standards Institute (ANSI)
- Manual de Distribución EBASCO
- Unidades de propiedad de Redes de Distribución (MEER)

4.3. Alcance de los trabajos internos de la propuesta

Este alcance tiene que ver con los trabajos adicionales que se llevarán acabo en la parte interna del proyecto completo, con el fin de que se cumpla con el objetivo de la propuesta presentada. En la tabla 6, se puede describir en 3 secciones los trabajos internos que se realizarán durante la ejecución de la misma.

Tabla 6. Descripción de los trabajos internos de la propuesta.

Descripción de los trabajos internos de la propuesta	
Trabajos a realizarse	Detalles
Trabajos en Media Tensión	Suministro e instalación de: <ul style="list-style-type: none"> • Red 3F en Media Tensión desde Poste de Transición hasta Pad Switch • Red 3F en Media Tensión desde Pad Swicht a Centro de Carga. • Acometidas 1F en Media Tensión desde Centros de Carga a Transformadores. • Suministro e instalación de: Pad Switch, Centro de Carga, Transformadores, etc. • Sistemas de Aterrizamiento de Equipos (Mallas).

Suministro e instalación de:

Trabajos en Baja Tensión

- Red 1F en Baja Tensión desde Transformadores hasta Tableros de Medición en Condominios (Bloques).
- Tableros de Medidores para Condominios y viviendas (Incluye conexiones).
- Sistemas de puesta a tierra en tableros de medición.
- Conductores, tubería y accesorios de alimentadores.

Trabajos Varios

- Rotulación de Paneles, tableros secundarios y tablero de medidores.
- Pruebas de los sistemas, debe incluir un reporte por escrito de todos los parámetros eléctricos tomados.
- Planos "AS BUILT"

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

4.4. Planos del diseño

Se ha desarrollado en AutoCAD los planos respectivos de los retiros de las conexiones existentes, en dos partes, por lo que los departamentos del conjunto residencial son amplios, tal como se evidencia en la figura 18 y 19. En ellas, se visualizan la sistematización de conexiones con la cuenta en la actualidad, lo que en algunos casos sigue representando un peligro, ya que no se ha inspeccionado para darle el mantenimiento necesario a las fuentes de energía que alimenta la energía eléctrica de Apanor.

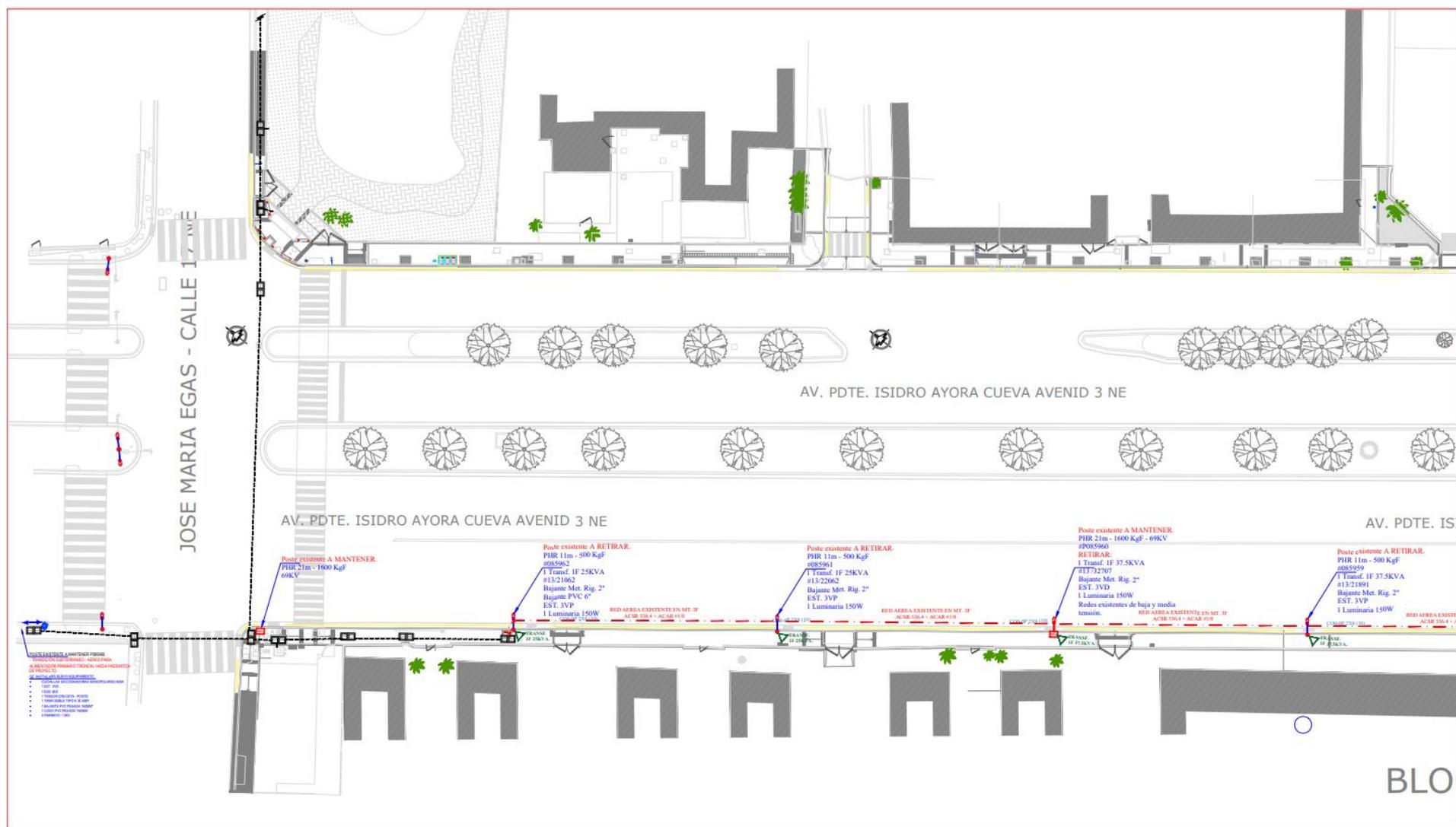


Figura 18. Primera parte del Plano retiro de redes existentes de los bloques de Apanor. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.



Figura 19. Segunda parte del Plano retiro de redes existentes de los bloques de Apanor. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

En la figura 20 y 21, se puede visualizar en dos partes los planos de canalización eléctrica de los bloques, con el fin de representar el área de la mejora del proyecto, en estas figuras se pueden visualizar el recorrido de las canalizaciones hacia los departamentos y como se racionará la energía eléctrica, resaltando la información importante y necesaria de la alimentación eléctrica para los bloques de Apanor.

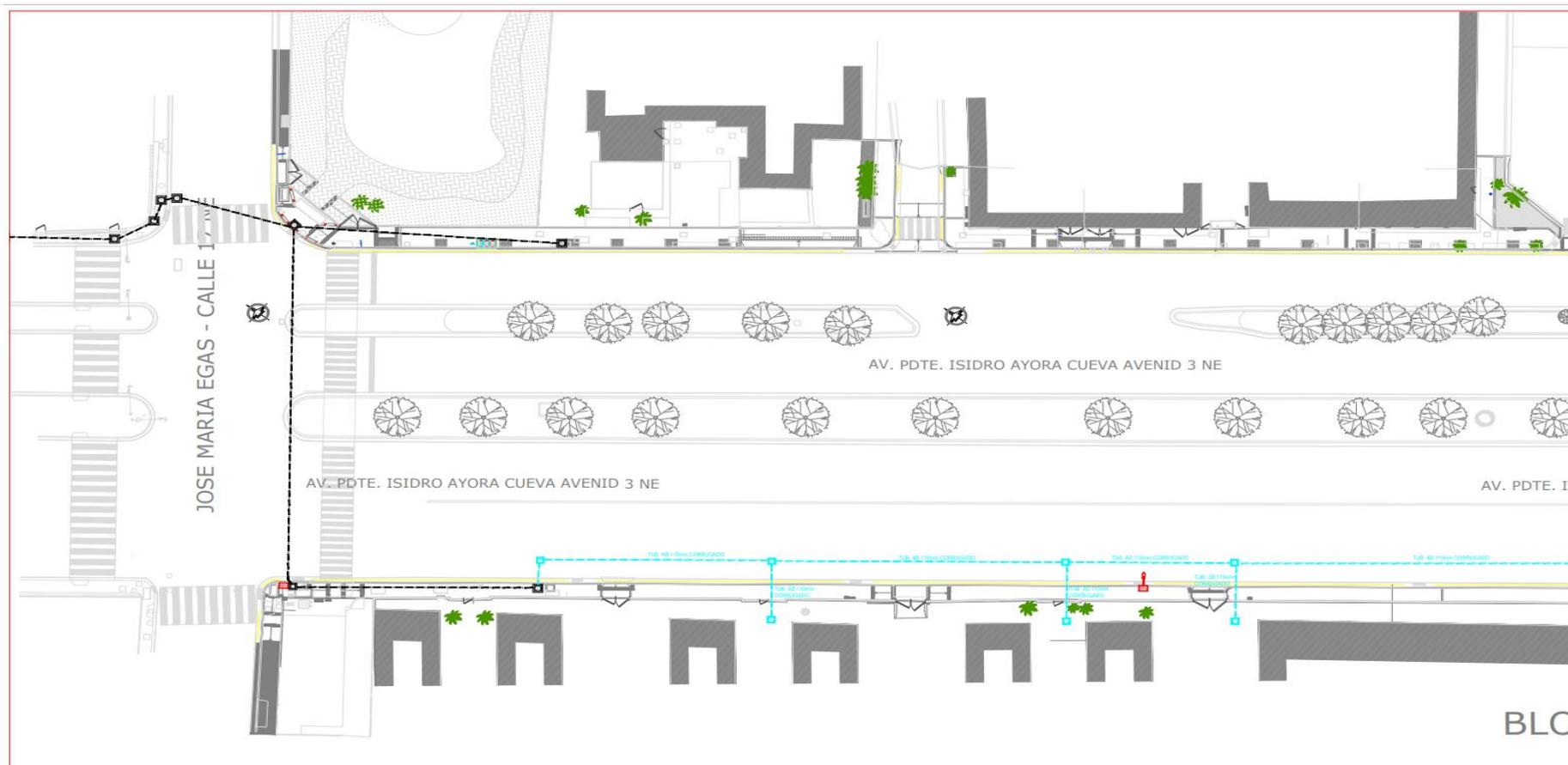


Figura 20. Primera parte del Plano canalización de los bloques de Apanor. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

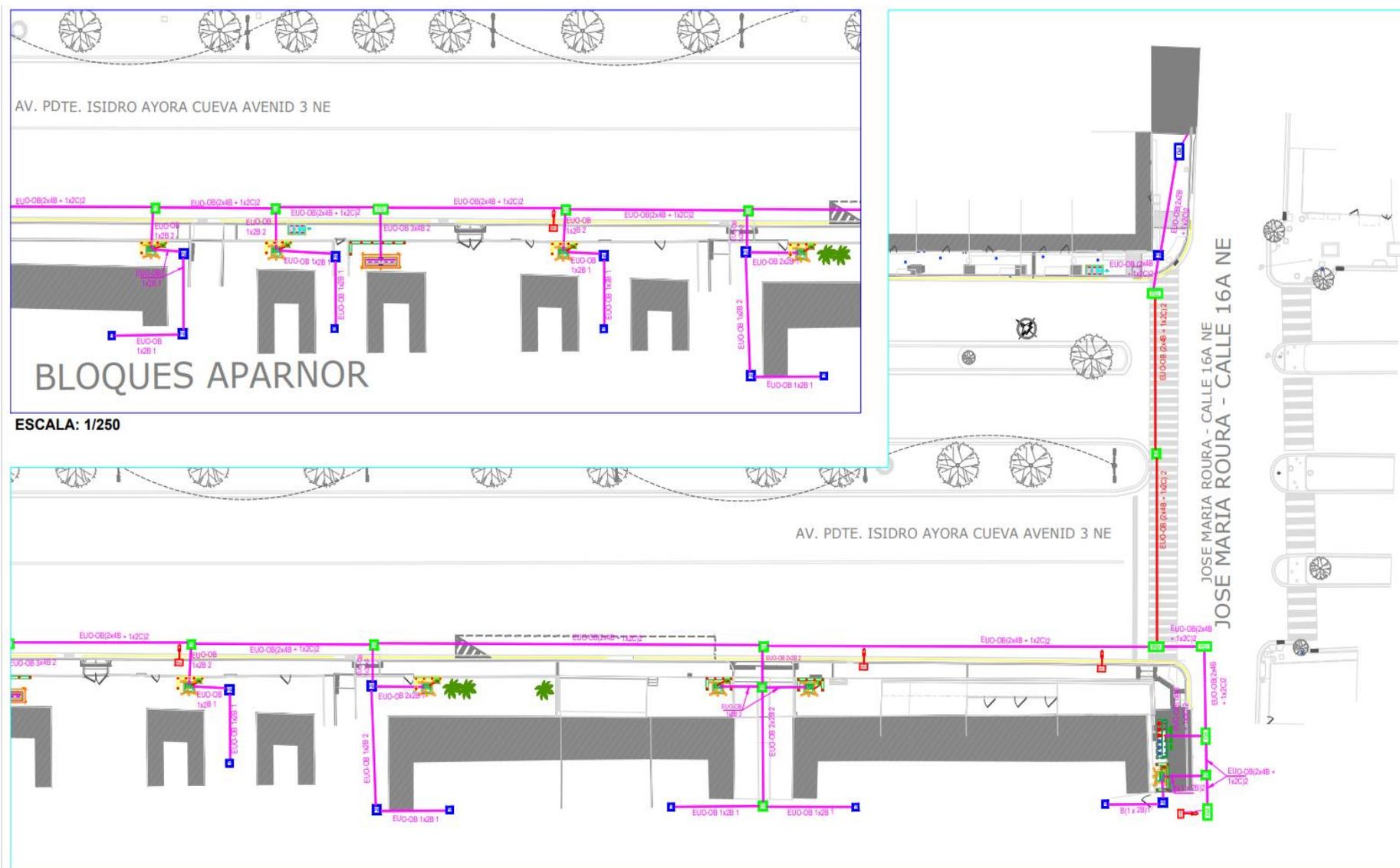


Figura 21. Primera parte del Plano canalización de los bloques de Apanor. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

En la figura 26 y 27, se puede visualizar el Plano de luminarias y focos que sirve como guía para la evaluación de fallas para el diseño, la construcción o el mantenimiento.

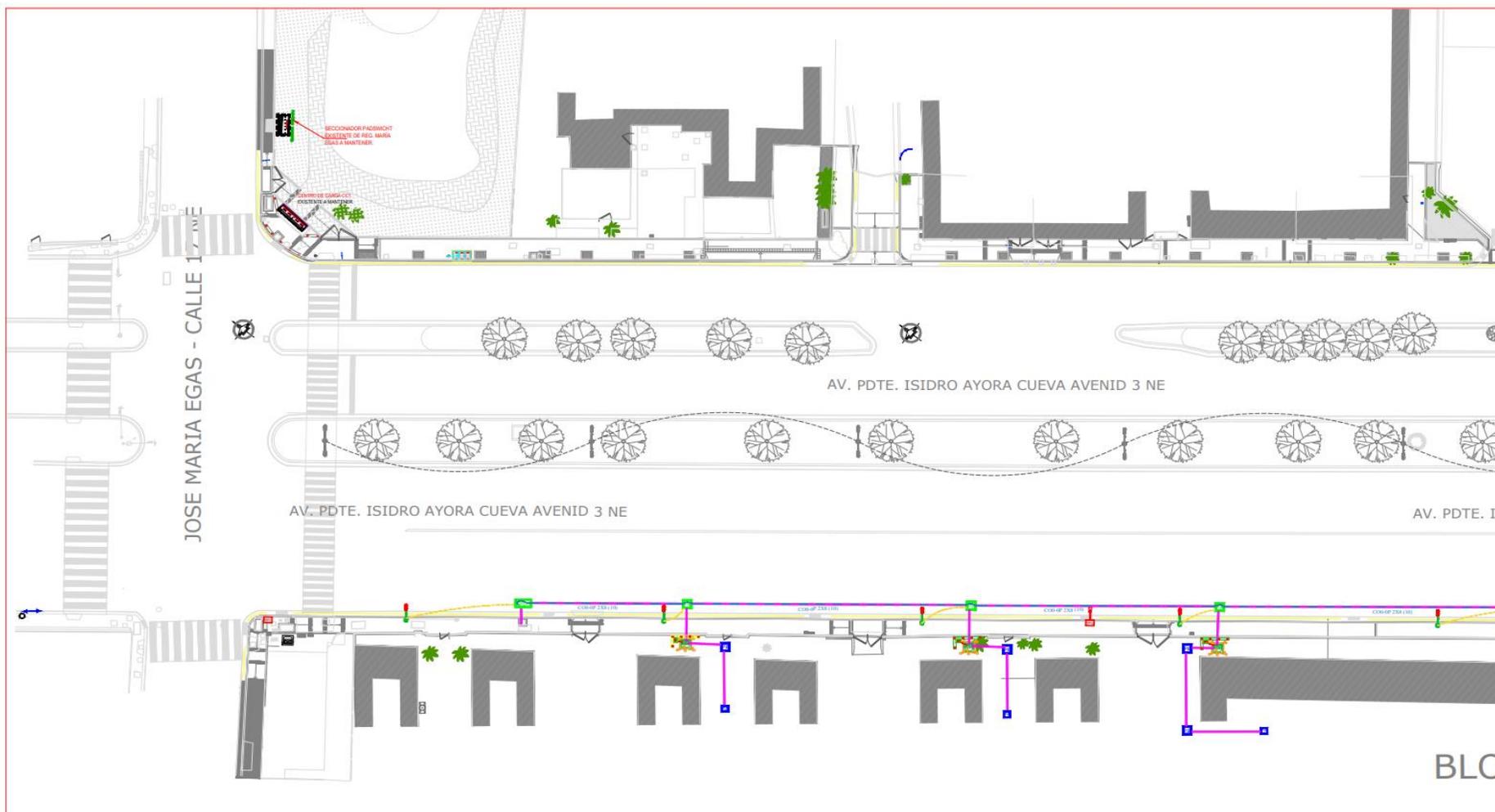


Figura 26. Primera parte del Plano de luminarias de los bloques de Apanor. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

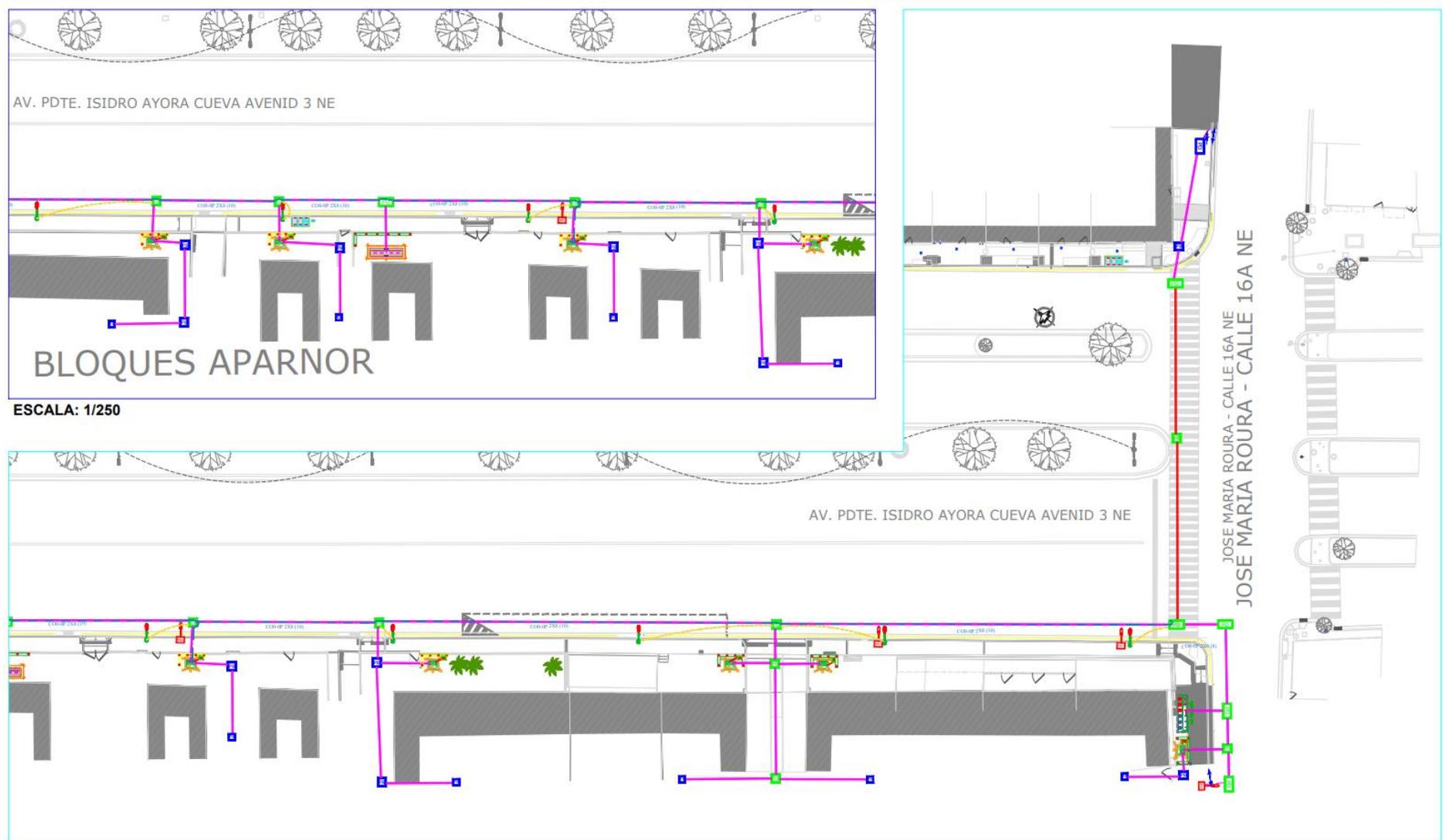


Figura 27. Segunda parte del Plano de luminarias de los bloques de Apanor. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

4.5. Carga de Departamento Modelo

Se ha realizado un análisis de carga de un departamento modelo, en la cual se detalla como panel de distribución por departamento y panel de servicio general de bloque. En ellas, se establecen los circuitos, puntos, cargas, potencia, factor, demanda, corrientes, conductores AWG, disyuntor, fases y sus respectivos detalles, como se evidencian en la figura 25 y 26.

Panel Distribución Departamento Modelo												
PD #1												
Circuitos	Puntos	Carga	Potencia	Factor	Demanda	Corrientes		Conductores AWG		Disyuntor	Fases	Detalles
		Watts	Watts	Demanda	Watts	Fase A	Fase B	fases	neutro			
A1	11	18	198	1	119	1,04		1 # 14	1 # 12	15-1P	A	Alumb Sala, Comedor, baños
T1	8	140	1.120	1	896	7,86		1 # 12	1 # 14	20-1P	B	Tomacorriente Sala y Comedor
T3	1	450	450	1	450		3,95	1 # 12	1 # 14	20-1P	A	Tomacorriente Refrigerador
T4	1	1.300	1.300	0	520		4,56	1 # 12	1 # 14	20-1P	B	Tomacorriente Lavadora
UC-01	1	2.400	2.400	1	1.680	7,37	7,37	2 # 12	1 # 12	20-2P	AB	Tomacorriente 240 V / UC-9 KBTUH
TOTAL			5.468	TOTAL	3.665	16,27	15,88					

Demanda:	3,66	KW
Voltaje	240	Voltios
Corriente Nominal	15,27	Amp
Disyuntor:	40 A	2 polos
Ducto:	1 1/4"	
Alimentador:	Fases	2 # 8
	neutro	1 # 10

Figura 28. Análisis de Carga Departamento Modelo. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Los datos obtenidos de la potencia en watts, fue con la siguiente fórmula:

$$Potencia = Puntos * Carga = 11 * 18 = 198 \text{ watts}$$

Por otra parte, la demanda en watts fue obtenida con la fórmula:

$$Demanda = Potencia * Factor = 198 * 0,6 = 118,8 \text{ watts}$$

Luego, se encuentran las corrientes según la fase a aplicarse, ya sean A o B, con la fórmula:

$$Corrientes (Fase A o B) = \frac{Demanda}{120 * 0,95} = \frac{118,8}{120 * 0,95} = 1,06 \text{ A}$$

Adicionalmente, se requieren utilizar sumatorias de valores en potencia, demanda y corrientes (fase A o B) para hallar el valor final del panel de distribución del cuadro pequeño de la figura 25, para luego, aplicar las siguientes fórmulas:

$$Demanda (KW) = \frac{\sum Demanda (watts)}{1.000}$$

$$Demanda (KW) = \frac{3.664,8}{1.000} = 3,66 \text{ KW}$$

$$Corriente Nominal (Amp) = \frac{Demanda(KW) * 1.000}{voltaje}$$

$$Corriente Nominal (Amp) = \frac{3,66 \text{ KW} * 1000}{240} = 15,27 \text{ Amp}$$

Panel Servicio General Modelo												
PSG #1												
Circuitos	Puntos	Carga	Potencia	Factor	Demanda	Corrientes		Conductores AWG		Disyuntor	Fases	Detalles
		Watts	Watts	Demanda	Watts	Fase A	Fase B	fases	neutro			
A1	8	24	192	0,6	115,2	1,01		1 # 12	1 # 14	15-1P	A	Alumbrado escaleras
T1	4	120	480	0,6	288		2,53	1 # 12	1 # 14	15-1P	B	Tomacorrientes varios
T2	1	746	746	0,6	447,6	1,96	1,96	2 # 12	1 # 12	15-2P	AB	Bomba de Agua 1 HP 220 V
TOTAL			1.418	TOTAL	850,8	2,97	4,49					

Demanda:	0,8508	KW
Voltaje	240	Voltios
Corriente Nominal	3,55	Amp
Disyuntor:	15 A	2 polos
Ducto:	3/4"	
Alimentador:	Fases	2 # 10
	neutro	1 # 12

Figura 29. Análisis de Carga servicio general de Bloque. Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Los datos obtenidos de la potencia en watts, fue con la siguiente fórmula:

$$Potencia = Puntos * Carga = 8 * 24 = 192 \text{ watts}$$

Por otra parte, la demanda en watts fue obtenida con la fórmula:

$$Demanda = Potencia * Factor = 192 * 0,6 = 115,2 \text{ watts}$$

Luego, se encuentran las corrientes según la fase a aplicarse, ya sean A o B, con la fórmula:

$$Corrientes (Fase A o B) = \frac{Demanda}{120 * 0,95} = \frac{115,2}{120 * 0,95} = 1,01 \text{ A}$$

Adicionalmente, se requieren utilizar sumatorias de valores en potencia, demanda y corrientes (fase A o B) para hallar el valor final del panel de distribución del cuadro pequeño de la figura 25, para luego, aplicar las siguientes fórmulas:

$$Demanda (KW) = \frac{\sum Demanda (watts)}{1.000}$$

$$Demanda (KW) = \frac{850,8}{1.000} = 0,8508 KW$$

$$Corriente Nominal (Amp) = \frac{Demanda(KW) * 1.000}{voltaje}$$

$$Corriente Nominal (Amp) = \frac{0,8508 KW * 1000}{240} = 3,55 Amp$$

4.6. Tablero General Bloque

Una vez hallada la carga por departamento y del bloque, se procedió a realizar los cálculos del tablero de medición por cada bloque, en la cual consiste en 16 paneles de distribución (PD), correspondiente a cada departamento y a su vez uno de panel de servicio general (PSG). Una vez calculados la potencia total por departamento, como se mostró en la figura 25, se obtuvo 5468 watts, y de la figura 26, un total de potencia de 1418 watts.

Por consiguiente, se procedió a calcular la nueva demanda en watts, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$Demanda (PD) = Potencia * Factor = 5468 * 0,5 = 2.734 watts$$

$$Demanda (PSG) = Potencia * Factor = 1418 * 0,6 = 851 watts$$

Luego de ello, se procede a calcular las corrientes en fase A y B, con la siguiente fórmula:

$$\text{Corrientes (Fase A o B) en PD} = \frac{\text{Demanda}}{240 * 0,95} = \frac{2734}{240 * 0,95} = 11,99 \text{ A}$$

Los valores calculados se pueden evidenciar en la figura 27, adicionalmente, en la figura se pueden observar los valores totales de potencia y demanda en watts y las corrientes en fase A y B.

Tablero de medición de Bloque										
TM .1										
Panel	Potencia	Factor	Demanda	Corrientes		Conductores AWG		Disyuntor	Fases	Detalles
	Watts	Demanda	Watts	Fase A	Fase B	fases	neutro			
PD-01	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 01
PD-02	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 02
PD-03	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 03
PD-04	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 04
PD-05	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 05
PD-06	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 06
PD-07	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 07
PD-08	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 08
PD-09	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 09
PD-10	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 10
PD-11	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 11
PD-12	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 12
PD-13	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 13
PD-14	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 14
PD-15	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 15
PD-16	5.468	0,5	2.734	11,99	11,99	2 # 8	1 # 10	40-2P	AB	Panel Departamento # 16
PSG-01	1.418	0,6	851	5,12	8,28	2 # 10	1 # 12	40-2P	AB	Panel SG Bloque 01
TOTAL	88.906	TOTAL	44.595	196,98	200,14					

Figura 30. Análisis de Tablero de Medición por Bloque. Información tomada de la investigación de campo y de las figuras 25-26. Elaborado por el autor.

4.7. Suministro de energía a emplear en transformadores

La energía eléctrica será suministrada por la Corporación Nacional de Electricidad CNEL, entidad reguladora del servicio en el sector donde se ubica la

propuesta de investigación.

ACERA SUR. La interconexión trifásica, para el Sector I-Acera Sur (Alborada cuarta etapa), se realizará conectándose al Poste donde se realiza la transición aérea – subterránea, registrado en el geo portal como P08595.

Desde este poste se conecta de manera subterránea al Pad Swicht 633, proyectado en la esquina de las calles José María Roura e Isidro Ayora. Este Interruptor de Distribución Subterránea, será el equipo que energice el Centro de Carga CC3 propuesto, ubicado en los linderos de los Bloques APANOR, por lo que habrá que construir ese tramo de Red 3F en MT, a un nivel de voltaje de 13,8 KV. El Centro de Carga CC1, alimentará los 10 transformadores de los bloques APANOR, desde 401 al 410.

4.7.1. Sistema en Media Tensión

La acometida principal trifásica en Media Tensión, partirá desde el poste de transición de manera subterránea hasta el **Pad Swicht 633**, proyectado en la esquina de las calles José María Roura e Isidro Ayora. Esta acometida estará en ducto de 160 m y formada por los siguientes conductores:

Fases: 3 # 500 MCM CU 15 KV XLPE, 100%.

Neutro: 1 # 4/0 AWG Cu desnudo

Desde el Pad Swicht ubicado en la calle regenerada José María Egas y Avenida Isidro Ayora, y terminará en el Centro de Carga Propuesto a ubicarse en los exteriores de los Bloques APANOR. Esta acometida estará en ducto de 110 m y formada por los siguientes conductores:

Fases: 3 # 1/0 Cu 15 KV XLPE, 100%.

Neutro: 1 # 2 AWG Cu desnudo

Este Centro de Carga, energizará a nivel de media tensión diez (10) transformadores tipo Pad Mounted, monofásicos de 100 KVA, correspondientes a los Bloques APANOR, numerados del 401 al 410. Los transformadores serán monofásicos y se alimentarán desde el centro de carga en media tensión. Estarán

formando tres circuitos radiales, uno para cada fase (A, B, C), las cuales tendrán recorridos independientes y serán operadas de manera también independientes. Los transformadores de distribución se repartirán de manera equitativa en las tres fases. Esta acometida estará en ducto de 110 m y formada por los siguientes conductores:

Fases: 1 # 2 Cu 15 KV XLPE
 Neutro: 1 # 4 AWG Cu desnudo

En la tabla 7, se puede observar el detalle de la cantidad de transformadores a emplear, su KVA y en que bloques se aplicará. Cabe señalar que en Apanor, existen transformadores de 25, 37.5 y 50 KVA, en postes ubicados en dirección a la Av. Isidro Ayora, de la cuarta etapa de la Alborada.

Tabla 7. Transformadores energizados desde el Centro de Carga y asignados a los Bloques APANOR.

Transformador	KVA	Bloque	SG	Dptos.
T1	100	401	1	16
T2	100	402	1	16
T3	100	403	1	16
T4	100	404	1	16
T5	100	405	1	16
T6	100	406	1	16
T7	100	407	1	16
T8	100	408	1	16
T9	100	409	1	16
T10	100	410	1	16
Total			10	160

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

4.7.2. Sistema en Baja Tensión

En la Acera Sur de la Avenida Isidro Ayora, entre las calles JM Egas (regenerada) y JM Roura, se encuentran los bloques APANOR. A continuación, se muestra tabla que relaciona cada Bloque con su transformador, alimentador y Tablero de Medición. En esta tabla 8, se puede visualizar, información de la red de baja tensión en el lado de Alborada 4 Etapa.

Tabla 8. Transformadores energizados desde el Centro de Carga y asignados a los Bloques APANOR.

Transformador	Alimentador	Bloque	Dptos.	SG	Tablero
T1: 100 KVA	Fases: 2 # 500 MCM TTU AL	401	16	1	TDG-401
Fase A	Neutro: 1 # 4/0 AWG TTU AL				
T2: 100 KVA	Fases: 2 # 500 MCM TTU AL	402	16	1	TDG-402
Fase A	Neutro: 1 # 4/0 AWG TTU AL				
T3: 100 KVA	Fases: 2 # 500 MCM TTU AL	403	16	1	TDG-403
Fase A	Neutro: 1 # 4/0 AWG TTU AL				
T4: 100 KVA	Fases: 2 # 500 MCM TTU AL	404	16	1	TDG-404
Fase B	Neutro: 1 # 4/0 TTU AL				
T5: 100 KVA	Fases: 2 # 500 MCM TTU AL	405	16	1	TDG-405

	Neutro: 1 # 4/0 AWG TTU				
Fase B	AL				
T6: 100 KVA	Fases: 2 # 500 MCM TTU AL	406	16	1	TDG-406
	Neutro: 1 # 4/0 AWG TTU				
Fase B	AL				
T7: 100 KVA	Fases: 2 # 500 MCM TTU AL	407	16	1	TDG-407
	Neutro: 1 # 4/0 TTU AL				
Fase B					
T8: 100 KVA	Fases: 2 # 500 MCM TTU AL	408	16	1	TDG-408
	Neutro: 1 # 4/0 AWG TTU				
Fase C	AL				
T9: 100 KVA	Fases: 2 # 500 MCM TTU AL	409	16	1	TDG-409
	Neutro: 1 # 4/0 AWG TTU				
Fase C	AL				
T10: 100 KVA	Fases: 2 # 500 MCM TTU AL	410	16	1	TDG-410
	Neutro: 1 # 4/0 AWG TTU				
Fase C	AL				

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

La red de baja tensión que se ha diseñado en este proyecto es para satisfacer la demanda de cada Bloque APANOR, con un transformador monofásico de 100 KVA el mismo que cuenta con el siguiente alimentador al Tablero de medición:

Fases: 2 # 500 MCM TTU AL

Neutro: 1 # 4/0 AWG TTU AI

Cada Tablero de Medición en cada Bloque APANOR, se conectará directamente de los terminales del transformador respectivo, alimentando un máximo de 17 usuarios por transformador de 100 KVA. De estos 17 usuarios, 16 corresponden a los departamentos y uno a servicio general. Todos los conductores serán de cobre electrolítico y su aislamiento será del tipo TTU (THERMOPLASTIC UNDERGROUND), aislamiento y chaqueta termoplástico o termoestable para enterrado directo, 2000V.

Se deberá utilizar un lubricante similar a MINERALAC para que el alimentador pueda recorrer al interior de la canalización de tal manera que su aislamiento (chaqueta) no sea dañado a lo largo del recorrido a través de la tubería PVC de 110 mm de uso eléctrico (pesado).

4.7.3. Análisis de carga del transformador.

En la figura 28, se puede observar el detalle de la carga del transformador a utilizar en la propuesta. Este análisis es aplicable para cada uno de los transformadores que se usarán. A continuación, se establecerán las fórmulas aplicadas para la obtención de los valores presentados de la figura 28.

Potencia Efectiva

*Potencia Efectiva (W) = Potencia instalada por villa * Factor de coincidencia*

$$Potencia Efectiva (W) = 88.906 * 0,7 = 62.234,20 \text{ watts}$$

$$Potencia Efectiva (KW) = \frac{Potencia efectiva (W)}{1.000} = 62,23 \text{ KW}$$

$$\text{Potencia Aparente (KVA)} = \frac{\text{Potencia efectiva (KW)}}{\text{Factor de potencia}}$$

$$\text{Potencia Aparnte (KVA)} = \frac{62,23 \text{ KW}}{0,92} = 67,65 \text{ KVA}$$

Capacidad para reserva (20%)

$$\text{Reserva 20\%} = 67,65 * 20\% = 13,53 \text{ KVA}$$

Capacidad a solicitar

$$\text{Capacidad a Solicitar} = \text{Potencia Aparente (KVA)} + \text{Reserva 20\%}$$

$$\text{Capacidad a Solicitar} = 67,65 \text{ KVA} + 13,53 \text{ KVA}$$

$$\text{Capacidad a Solicitar} = 81,18 \text{ KVA}$$

En concordancia con las fórmulas aplicadas, se obtuvieron los valores necesarios para analizar la carga en bloque para transformador del proyecto, de esta manera se ha obtenido un total de 81,18 KVA a ser solicitado en la propuesta, de esta manera se obtendrá el objetivo por el cual se ha diseñado la investigación del proyecto.

En la figura 28, se puede visualizar el ejemplo de un transformador, en la cual se puede notar la potencia instalada por villa en W, KW y KVA. Lo cual, también muestra la reserva del 20% de la potencia y que, sumado a la potencia efectiva determinada, se obtiene la capacidad a solicitar, lo que indica que está por debajo de los 100 KVA.

ANÁLISIS POR TRANSFORMADOR			
TRANSF. #1			
ESTUDIO DE CARGA PARA TRANSFORMADORES	Descripción	Cantidad	Unidad
	Potencia instalada por villa	88.906,00	W
	Factor de Coincidencia	0,7	
	Potencia Efectiva	62.234,20	W
	Potencia Efectiva	62,23	KW
	Factor de Potencia	0,92	
	Potencia Efectiva	67,65	KVA
	Reserva 20%	13,53	
	Capacidad a solicitar	81,18	KVA
	Descripción	Cantidad	Unidad
	Transformador 1F	100	KVA
	Tipo Pad Mounted	Radial	
	Disyuntor Principal	400 A - 2P (Regulable)	
	Acometida en Baja Tensión a TDG		
	Conductor de Fases	2 # 500 MCM 2KV TTU CU	
	Conductor de neutro	1 # 4/0 AWG TTU CU	
	Conductor de tierra	1 # 1/0 AWG TTU CU	

Figura 31. Análisis de Carga en Bloque para Transformador. Información tomada de la investigación de campo y de las figuras 25,26,27. Elaborado por el autor.

4.8. Presupuesto

A continuación, se procede a presentar los materiales de obra civil detallados, tal como se puede observar en la tabla 9, mientras que, en la tabla 10 se puede visualizar los detalles de los materiales eléctricos y en la tabla 11, los detalles de materiales de media tensión. En estas tablas, se detallan materiales, unidad y costo por cada material.

Tabla 9. Detalle de los materiales de obra civil en la propuesta del proyecto.

MATERIALES	UNIDAD	COSTO
OBRA CIVIL		
Acero de Refuerzo en Barras $f_y=4200$ kg/cm ²	Kg	\$ 1,60
Acero estructural $f_y=4200$ kg/cm ²	Kg	\$ 1,21
Agua	m ³	\$ 1,50
Alambre Galvanizado	Kg	\$ 1,60
Alambre Recocido # 18	Kg	\$ 2,42
Angulo 75x75x6mm	M	\$ 14,25
Ángulos 75x75x6mm 42.75KG/M. (6m)	U	\$ 85,50
Arena Gruesa (inc. Transporte)	m ³	\$ 14,00
Base clase 1	m ³	\$ 16,00
Cascajo mediano	m ³	\$ 12,26
Cemento portland I	saco	\$ 8,00
Cemento tipo GU (50Kg)	U	\$ 8,00
cemento tipo I (50kg)	saco	\$ 8,00
Clavos de 2 1/2"	Kg	\$ 2,50
Clavos de 2 a 3 1/2"	Kg	\$ 2,50
Cuartón	U	\$ 3,53
Cunrisol aditec - curador	Kg	\$ 5,00
Curador	Kg	\$ 3,63
Encofrado para estructuras	m ²	\$ 6,00
Hormigón Premezclado $f_c=280$ kg/cm ² con Aditivo de Fraguado Rápido 72 Horas.	m ³	\$ 179,67
Hormigón premezclado $f_c=210$ kg/cm ²	m ³	\$ 112,70
Malla $\phi=10$ mm de 15x15cm	m ²	\$ 7,06
Malla para enlucido	m ²	\$ 2,50
Malla para gavión 1x1x2 Triple Torsión	U	\$ 45,00
Material de préstamo importado (inc. Trans)	m ³	\$ 12,26
Material filtrante	m ³	\$ 16,00
Material piedra bola $D<0.3$ m (incluye transporte)	m ³	\$ 24,00
Piedra # ¾	m ³	\$ 16,00
Piedra de enrocado (incluye transporte)	m ³	\$ 26,00
Prueba de suelo	U	\$ 40,00
Puerta Metálica Galvanizada con Plancha y Celosías Fijas. Incluye Pintura. Bisagras, etc., y Señalética	U	\$ 74,30
Saco	U	\$ 0,32
Soldadura	Kg	\$ 6,67
Sub base clase 1	m ³	\$ 14,10
Tabla de 1"x4mt	u	\$ 5,29
Tiras	u	\$ 2,12
Tiras de encofrado de 1" x 4 m	u	\$ 2,00
Cama de arena	m ³	\$ 1,50
Tablero metálico con tratamiento antioxidante y acabado con pintura horneable o similar (inc. Plafón interno)	u	\$ 310,00
Sistema de herraje para seguridad del controlador	u	\$ 30,00

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Tabla 10. Detalle del material eléctrico en la propuesta del proyecto.

MATERIALES	UNIDAD	COSTO
ELECTRICO		
Accesorios brazo doble 40 cm	U	\$ 5,00
Accesorios brazo doble 80 cm	U	\$ 7,00
Accesorios luminaria LED	u	\$ 15,00
Accesorios para poste	u	\$ 20,00
Agregado Electrolítico		\$ 17,56
Alambre Galvanizado # 16	lb	\$ 1,00
Alambre Galvanizado # 18	lb	\$ 1,47
Aplique de piso decorativo	u	\$ 16,00
Base socket monofásica clase 100, 5 term.	u	\$ 29,00
Base socket monofásica clase 20, 6 term.	u	\$ 190,00
Base socket monofásica clase 200, 5 term.	u	\$ 90,00
Bolardo con luces led de 25W 120V.	u	\$ 95,00
Brazo doble 80 cm en poste metálico 4m	u	\$ 80,00
Brazo simple 40 cm en poste metálico 4m	u	\$ 40,00
Breaker de protección caja moldeada de 2 polos desde 125 AMP hasta 175 Amp.	u	\$ 65,00
Breaker de protección THQC sobrepuesto 50 AMP 2 polos	u	\$ 20,00
Breaker de protección THQC sobrepuesto de 2 polos desde 20 AMP hasta 100 Amp.	u	\$ 15,00
Breaker enchufable 20 A- 1P	u	\$ 15,00
Breaker enchufable 20 A- 2P	u	\$ 25,00
Brocas, tornillos y grapas	u	\$ 2,00
Cable #2/0 AWG XLPE CU 15KV	m	\$ 18,00
Cable #1/0 AWG XLPE CU 15KV	m	\$ 15,00
Cable # 2 AWG XLPE CU 15KV	m	\$ 14,53
Cable # 12 AWG TTU CU 2 KV	m	\$ 0,60
Cable # 10 AWG TTU CU 2 KV	m	\$ 0,90
Cable # 8 AWG TTU CU 2KV	m	\$ 1,85
Cable # 6 AWG TTU CU 2 KV	m	\$ 2,95
Cable # 4 AWG TTU CU 2 KV	m	\$ 4,95
Cable # 2 AWG TTU CU 2 KV	m	\$ 7,00
Cable # 1/0 AWG TTU CU 2 KV	m	\$ 11,00
Cable # 2/0 AWG TTU CU 2 KV	m	\$ 13,00
Cable # 4/0 AWG TTU CU 2 KV	m	\$ 21,00
Cable # 250 MCM TTU CU 2 KV	m	\$ 24,00
Cable # 350 MCM TTU CU 2 KV	m	\$ 26,80
Cable # 500 MCM TTU CU 2 KV	m	
Cable # 8 AWG desnudo	m	\$ 2,50
Cable # 6 AWG CU desnudo	m	\$ 4,00
Cable # 4 AWG CU desnudo	m	\$ 6,00
Cable # 2 AWG CU desnudo	m	\$ 8,00
Cable # 1/0 AWG CU desnudo	m	\$ 10,00
Cable # 2/0 AWG CU desnudo	m	\$ 12,00

Cable # 4/0 AWG CU desnudo	m	\$	18,00
Cable Concéntrico 3 X12 AWG CU	m	\$	2,69
Cable Concéntrico 3 X14 AWG CU	m	\$	1,50
Cable # 12 AWG THHN CU	m	\$	0,67
Cable # 10 AWG THHN CU 2 KV	m	\$	0,90
Cable # 8 AWG THHN CU 2KV	m	\$	1,85
Cable # 6 AWG THHN CU 2 KV	m	\$	2,95
Cable # 4 AWG THHN CU 2 KV	m	\$	4,95
Cable # 2 AWG THHN CU 2 KV	m	\$	7,00
Cable # 1/0 AWG THHN CU 2 KV	m	\$	11,00
Cable # 2/0 AWG THHN CU 2 KV	m	\$	13,00
Cable # 4/0 AWG THHN CU 2 KV	m	\$	21,00
Cable para conexionado interno	u	\$	50,00
Cables para conexiones internas	u	\$	15,00
Caja abisagrada 25X25X10 cm	u	\$	45,00
Caja Octogonal grande con tapa	u	\$	0,90
Caja portafusibles de 100 A - 27 KV	u	\$	104,78
Caja portafusibles de 15 KV - 100 A	u	\$	104,78
Caja rectangular profunda	u	\$	0,54
Canaleta metálica sellada 30cm x 20 cm x 2.5 m	u	\$	60,00
Cartela para luminarias en poste auto soportado	u	\$	240,00
Cinta aislante 20 yardas	u	\$	1,00
Codo metálico 1" EMT	u	\$	3,50
Codo metálico 2" EMT		\$	2,50
Codo PVC 1"	u	\$	1,50
Codo PVC 110mm radio largo	u	\$	5,85
Codo PVC 50mm radio largo	u	\$	2,00
Codo PVC 63mm radio largo	u	\$	2,76
Codo PVC de 1" x 3m	u	\$	1,50
Codo rígido metálico galvanizado de 1 1/4" de diámetro	u	\$	4,25
Codo rígido metálico galvanizado de 2" de diámetro	u	\$	8,50
Codo rígido metálico galvanizado de 4" de diámetro.	u	\$	54,46
Conector de compresión	u	\$	2,00
Conector EMT 1"	u	\$	1,00
Conector EMT 1/2"	u	\$	0,50
Conector EMT 2"	u	\$	2,50
Conector gelpport 350 de 4 vías	m	\$	63,38
Conector gelpport 350 de 5 vías	m	\$	74,04
Conector gelpport 350 de 6 vías	m	\$	78,05
Conectores EMT de (50- 63mm)	u	\$	3,00
Contratuerca EMT 2"	u	\$	2,50
Corona EMT 2"	u	\$	2,50
Disyuntor 100 A - 2 Polos	u	\$	50,00
Disyuntor 125 A - 2 Polos	u	\$	50,00
Disyuntor 150 A - 2 Polos	u	\$	60,00
Disyuntor 200 A - 2 Polos	u	\$	60,00

Disyuntor 225 A - 2 Polos	u	\$	60,00
Disyuntor 40 A - 2 Polos	u	\$	25,00
Disyuntor 50 A - 2 Polos	u	\$	25,00
Disyuntor 70 A - 2 Polos	u	\$	40,00
Disyuntor sobrepuesto 2 polos (20 - 70 A)	u	\$	25,00
Elementos de sujeción para canaleta	u	\$	2,00
Equipo y luces indicadoras	u	\$	80,00
Estribo de aluminio con conectores	u	\$	6,24
Gabinete de plancha metálica para un medidor 1F Clase 100. Completamente cableado en su interior.	u	\$	67,60
Gabinete de plancha metálica para cinco medidores 1F Clase 100, contiene barras de cobre y terminales tipo talón. Completamente cableado en su interior.	u	\$	360,00
Gabinete de plancha metálica para cuatro medidores 1F Clase 100, contiene barras de cobre y terminales tipo talón. Completamente cableado en su interior.	u	\$	280,00
Gabinete de plancha metálica para diecisiete medidores 1F Clase 100, contiene barras de cobre y terminales tipo talón. Completamente cableado en su interior.	u	\$	890,00
Gabinete de plancha metálica para diez medidores 1F Clase 100, contiene barras de cobre y terminales tipo talón. Completamente cableado en su interior.	u	\$	750,00
Gabinete de plancha metálica para dos medidores 1F Clase 100, contiene barras de cobre y terminales tipo talón. Completamente cableado en su interior.	u	\$	160,00
Gabinete de plancha metálica para tres medidores 1F Clase 100, contiene barras de cobre y terminales tipo talón. Completamente cableado en su interior.	u	\$	280,00
Gabinete de plancha metálica tipo vitrina para medidor clase 20.	u	\$	331,50
Gabinete de plancha metálica tipo vitrina para medidor clase 200.	u	\$	185,00
Gabinete metálico (Incluye módulo de 40x30x20 cm) Completamente cableado en su interior.	u	\$	80,00
Gabinete metálico con barras	u	\$	120,00
Grapa línea viva #6 - 4/0 AWG	u	\$	8,97
Interruptor I/O 220V	u	\$	9,00
Interruptor sencillo 120 V	u	\$	5,00
Kit de una Punta de conexión exterior clase 15 KV para cable # 2 AWG.	u	\$	97,72
Kit para Soldadura exotérmica	u	\$	8,90
Lamina con codificación de postes	u	\$	15,95
Luminaria LED 90W / 100 - 240V 4000K	u	\$	390,00
Luminaria led de alumbrado público de 100W-220V	u	\$	416,00
Luminaria led de alumbrado público de 150W-220V	u	\$	416,00
Luminaria led de alumbrado público de 55W-220V	u	\$	90,00
Luminaria tipo cobra de 250W-220V, (Inc. Fococélula).	u	\$	250,00
Malla electrosoldada de Ø6x10x10 cm	m2	\$	5,08
Panel distribución 10-20 espacios 120/240 V	u	\$	70,00
Panel distribución 12-24 espacios 120/240 V	u	\$	90,00
Panel distribución 6-12 espacios 120/240 V	u	\$	50,00
Perno Partido #2/0 AL-CU	u	\$	3,35

Piattina 2 x 14 AWG Cu	m	\$	8,62
Placa con logo	u	\$	12,00
Placa de anclaje	u	\$	90,00
Poste de hormigón de 10m. 400 KG/cm2	u	\$	300,00
Poste de hormigón de 12m. 500 KG/cm2	u	\$	400,00
Poste de plástico reforzado con fibra vidrio 4m	u	\$	350,00
Poste metálico acero galvanizado de 4m	u	\$	350,00
Poste metálico de 10 mts. (6"x6m.+4"x4m.).	u	\$	958,32
Poste metálico de 12 mts. (8"x6m.+6"x3m.+5"x3m.)	u	\$	1.148,96
Poste metálico de 8,57m (PM-8,57-3B).	u	\$	860,00
Poste metálico inclinado de 11m (PLnT)	u	\$	1.148,96
Poste metálico recto de 11m (PVT)	u	\$	958,32
Reflector LED 150W-220V	u	\$	120,00
Reversible rígido metálico galvanizado de 1 1/4" de diámetro	u	\$	5,00
Reversible rígido metálico galvanizado de 2" de diámetro	u	\$	8,10
Reversible rígido metálico galvanizado de 4" de diámetro.	u	\$	38,39
Saco Polvo intensificador de tierra 11 kg	u	\$	47,28
Soldadura 6011 X 1/8"	kg	\$	3,92
Soldadura exotérmica 90NP	u	\$	7,44
Sumidero con tub 2" PVC	u	\$	5,00
Sunchos metálicos de sujeción	u	\$	1,79
Tablero Corriente 4x8x12 C.	u	\$	21,44
Tablero de control de luces TCL	u	\$	800,00
Tablero triple corriente 1.22 X 2.44 X 9 C	u	\$	21,44
Tapa de grafito esférico de 60 cms diámetro 125KN (inc. Trans)	u	\$	140,00
Tapa de grafito esférico de 60 cms diámetro 400KN (inc. Trans)	u	\$	180,00
Tapa de grafito esférico de 70 cms diámetro 125KN (inc. Trans)	u	\$	237,00
Tapa de grafito esférico de 70 cms diámetro 400KN (inc. Trans)	u	\$	249,00
Tapa Metálica de 40x40 cm 125kN	u	\$	80,00
Tirafusible 15K a 25K	u	\$	8,00
Tirafusible 3K a 10 K	u	\$	6,00
Tomacorriente doble Polarizado 120 V	u	\$	5,00
Transformador 3F Tipo Padmounted de 100 KVA 13,8 KV/220-127 V.	u	\$	7.900,00
Transformador 3F Tipo Padmounted de 75 KVA 7960/240-120V.	u	\$	7.200,00
Tubería EMT de 1"	m	\$	4,95
Tubería EMT de 1/2"	u	\$	3,50
Tubería EMT de 2"	m	\$	6,50
Tubería EMT de 3/4"	u	\$	4,25
Tubería PVC 1" Tipo Pesado de uso eléctrico	m	\$	2,50
Tubería PVC 110 mm tipo Pesado de uso eléctrico	m	\$	3,92
Tubería PVC 160 mm tipo Pesado de uso eléctrico	m	\$	36,00
Tubería PVC 50mm Tipo Pesado de uso eléctrico	m	\$	2,50
Tubería PVC 63mm tipo Pesado de uso eléctrico	m	\$	4,50
Tubo EMT 1/2" x 3 m con unión o conector	u	\$	2,62
Tubo PVC de 1" x 3m	u	\$	2,50
Tubos rígidos metálicos galvanizados de 1 1/4" de diámetro	m	\$	24,00

Tubos rígidos metálicos galvanizados de 2" de diámetro	u	\$	36,00
Tubos rígidos metálicos galvanizados de 4" de diámetro	m	\$	120,00
Uniones rígidas metálicas galvanizadas de 1 1/4" de diámetro	u	\$	1,36
Uniones rígidas metálicas galvanizadas de 2" de diámetro	u	\$	4,00
Uniones rígidas metálicas galvanizadas de 4" de diámetro	u	\$	7,85
Varilla de acero bañada en cobre de 5/8"X8'	u	\$	22,00
Varilla de acero bañada en cobre de 5/8" x 6', incluye grillete.	u	\$	15,00
Varilla puesta a tierra de 5/8" X 6 pies. alta camada, con conector	u	\$	15,00
Cable # 2/0 AWG TTU AL 2 KV	m	\$	1,97
Cable # 4/0 AWG TTU AL 2 KV	m	\$	2,96
Cable # 250 MCM TTU AL 2 KV	m	\$	3,60
Cable # 350 MCM TTU AL 2 KV	m	\$	4,89
Tapa de grafito rectangular de 160 x 80 cms 400KN	u	\$	345,00
Interruptor Distribución Subterránea MT en SF6 PadSwicht 422	u	\$	89.695,00
Pernos de Anclaje en Acero Inoxidable	u	\$	10,00
Conector Codo 15 KV 600 A	u	\$	23,00
Conector Codo 15 KV 200 A	u	\$	60,00
Conector Insert 15 KV	u	\$	60,00
Gabinete de plancha metálica para seis medidores 1F Clase 100, contiene barras de cobre y terminales tipo talón. Completamente cableado en su interior.	u	\$	450,00
Gabinete de plancha metálica para ocho medidores 1F Clase 100, contiene barras de cobre y terminales tipo talón. Completamente cableado en su interior.	u	\$	500,00
Gabinete de plancha metálica para dieciséis medidores 1F Clase 100, contiene barras de cobre y terminales tipo talón. Completamente cableado en su interior.		\$	850,00
Cable # 500 MCM CU 15 KV XLPE	m	\$	38,00
Kit de una Punta de conexión exterior clase 15 KV para cable # 500 AWG.	u	\$	-
Fleje de sujeción (cinta eriband)	u	\$	0,25
Tubos de 160mm PVC tipo estructural de doble pared con superficie interior lisa y exterior corrugada.	m	\$	15,00
Tubos de 110mm PVC tipo estructural de doble pared con superficie interior lisa y exterior corrugada.	m	\$	5,50
Codo 160 mm PVC para Uso Eléctrico (Pesado)	u	\$	95,00
Cartucho para Soldadura exotérmica	u	\$	20,00
Varilla P/T 5/8"x8'	u	\$	10,00
Arqueta de cobre para conexión con terminales tipo talón	u	\$	80,00
Switch vista 600 AMP. 15 Kv 6 vías modelo (633)	u	\$	112.000,00
Codos Tipo T para Cable 4/0 15 KV XLPE 600A	u	\$	500,00
Conector Tipo Codo para Cable # 1/0 - 15 KV de 200 Amp	u	\$	75,00
Cable Unipolar #10 AWG (Color Verde)	rollo	\$	85,00
Mueble metálico en acero inoxidable para centro de carga según plano	u	\$	8.500,00
Brocas	u	\$	20,00
Fusible Limitador de Corriente para Conector Tipo Codo CL-15KV,65 hasta 80 A	u	\$	220,00

Transformador 1F Tipo Padmounted de 50 KVA 7960/240-120V.	u		
Terminal talón	u	\$	3,00
		\$	4.500,00
Transformador 1F Tipo Padmounted de 100 KVA 7960/240-120V.	u		
Barra unión múltiple de 6 puntos, 600 Amperios 15 KV	u	\$	1.725,00
Barra colectora de cobre 3" X 1/4" L=80 cm	u	\$	75,00
Aisladores tipo barrilete de 51 mm	u	\$	1,73
Pernos de expansión	u	\$	0,58
Codo fusible # 1/0, 15 KV	u	\$	698,59
Codo fusible # 2, 15 KV	u	\$	506,25
Fusible Limitador de Corriente para Conector Tipo Codo CL-15KV,6 hasta 40 A	u	\$	175,00
Codo parqueo 15 KV	u	\$	64,09
Tubería PVC 75 mm tipo Pesado de uso eléctrico	m	\$	3,00
Codo PVC 75 mm radio largo	u	\$	3,31
Tapa Metálica de 60x60 cm 125kN	u	\$	208,00
Poste simple de 4m de altura (inc. Base de Ho. Armado para poste de semaforización 40x40x150cm)	u	\$	335,00
Poste Báculo Completo 7m	u	\$	600,00

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Tabla 11. Detalle del material de media tensión en la propuesta del proyecto.

MATERIALES	UNIDAD	COSTO
MEDIA TENSIÓN		
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	u	\$ 7,50
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	u	\$ 7,50
Aislador de retenida, porcelana, ANSI 54-2	u	\$ 3,25
Aislador de suspensión, ANSI 52-1	u	\$ 8,97
Aislador rollo, porcelana, 0,25 kV, ANSI 53-2	u	\$ 1,35
Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG	u	\$ 1,37
Bastidor de acero galvanizado, 1 vía	u	\$ 2,54
Bastidor de acero galvanizado, 4 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")	u	\$ 11,39
Brazo de acero galvanizado, tubular, tensor farol, 51 x 1 500 mm (2" x 59")	u	\$ 21,84
Bushing Insert 15 kv 200 A	u	\$ 63,25
Cable #2/0 AWG XLPE 15KV	m	\$ 18,00
Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8"), 3155 kgf	m	\$ 1,20
Centro de carga	u	\$ 20.000,00
Conductor # 1/0 AWG ACSR	m	\$ 1,30
Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (3 x 3 x 1/4 x 95")	u	\$ 50,57

Elbow arrester 10 kv	u	\$	273,00
Elbow conector 15 kv 200 A	u	\$	78,00
Grapa terminal tipo pistola 3/0-4/0	u	\$	37,57
Guardacabo de acero galvanizado, para cable de acero 9, 51 mm (3/8")	u	\$	0,90
Horquilla de acero galvanizado, para anclaje 16 x 75 mm (5/8 x 3")	u	\$	11,77
Luz Señalizador de presencia de voltaje	u	\$	20,00
Pararrayos de distribución de 10 KV	u	\$	53,56
Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")	u	\$	1,45
Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 254 mm (5/8 x 10").	u	\$	7,87
Perno pin para cruceta metálica 5/8" x 8"	u	\$	3,75
Perno rosco corrida de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 306mm (5/8 x 12")	u	\$	2,95
Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	u	\$	31,00
Retención preformada, para cable de acero galvanizado de 9,53 mm (3/8")	u	\$	5,10
Tapones aislados 15 KV	u	\$	42,52
Transformador 1F Tipo Padmounted de 25 KVA 7960/240-120V.	u	\$	1.500,00
Transformador 1F Tipo Padmounted de 75 KVA 7960/240-120V.	u	\$	3.200,00
Transformador 1F Tipo Padmounted de 75 KVA 7960/240-120V. MALLA	U	\$	3.350,00
Tuerca ojo ovalado de acero galvanizado, perno de 16 mm (5/8")	U	\$	1,50
Varilla de anclaje de acero galvanizado, tuerca y arandela, 16 x 1 800 mm (5/8 x 71")	u	\$	17,36
Varilla de armar preformada simple, para cable de Al	U	\$	6,59
Elbow conector 15 KV 200 A #1/0 AWG	U	\$	78,00
Cable Plastiplomo 4x14 AWG	M	\$	2,20

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Por otra parte, en la tabla 12, se detallan los materiales de estructura del proyecto.

Tabla 12. Detalle del material de estructura en la propuesta del proyecto.

MATERIALES	UNIDAD	COSTO
ESTRUCTURA		
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	U	\$ 10,00
Aislador PIN ANSI 55-5	U	\$ 4,42
Alambre Recocido # 18 (rollo de 20kg)	Kg	\$ 1,47
AP3 Para Sellado de Junta	Galón	\$ 1,00
Bloque de hormigón para anclaje, con agujero de 20 mm	U	\$ 8,15

Grapa Terminal tipo pistola	U	\$	37,57
Grillete KVSU 40	U	\$	52,00
Perno pin de acero galvanizado, rosca plástica de 50mm, 19 X 305 mm (3/4"x12")	U	\$	4,45
Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")	U	\$	8,50

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Por otro lado, se procedió a establecer los costos por hora de la mano de obra, para lo cual se detallan los valores en la tabla 13.

Tabla 13. Detalle del costo/hora de la mano de obra del proyecto.

MANO DE OBRA	COSTO/HORA
Maestro eléctrico	\$ 4,29
Albañil	\$ 3,87
Carpintero	\$ 3,87
Fierrero	\$ 3,87
Peón	\$ 3,83
Soldador	\$ 3,93
Instalador	\$ 3,87
Pintor	\$ 3,87
Tubero	\$ 3,87
Plomero	\$ 3,87
Armador	\$ 3,83
Topógrafo	\$ 4,29
Chofer	\$ 5,62
Operador	\$ 4,29
Operador de Equipos menores	\$ 3,87
Técnico en Obras Civiles	\$ 4,09
Maestro de obra	\$ 4,09
Ayudante	\$ 3,87
Electricista	\$ 3,87
Operador de Cortadora de Hormigón	\$ 3,87
Op. De Equipo CCTV	\$ 5,31
Cadenero	\$ 3,83
Técnico	\$ 20,00
Ayudante de albañil	\$ 3,83
Ayudante de carpintero	\$ 3,83
Ayudante de fierrero	\$ 3,83
Ayudante de plomero	\$ 3,83
Oficial	\$ 3,83
Técnico en obras Civiles	\$ 4,09
Operador de Quipos livianos	\$ 3,97
Operador de retroexcavadora	\$ 4,29
Operador de excavadora	\$ 4,29
Maestro Soldador	\$ 4,29

Operador de Rodillo	\$	4,29
Operador de Finisher	\$	4,29
Operador De Camión Distribuidor De Asfalto	\$	4,09
Operador de barredora autopropulsada	\$	4,09
Operador de Motoniveladora	\$	4,09
chofer tanquero	\$	5,62
Maestro eléctrico	\$	4,29
Operador de minicargador	\$	4,29

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Adicionalmente, se han establecido los costos por hora de los equipos que se emplearán en la ejecución de la propuesta, como se demuestra en la tabla 14.

Tabla 14. Detalle del costo/hora del equipo para la ejecución de la propuesta.

EQUIPO		COSTO/HORA
Mini Cargador	\$	20,00
Retroexcavadora	\$	30,00
Volqueta	\$	24,00
Soldadora	\$	4,00
Equipo de Oxícorte	\$	7,00
Concreteira un Saco	\$	4,00
Vibrador con Manguera	\$	3,63
Compactador Semipesado	\$	3,63
Hidro lavadora	\$	1,25
Camión Plataforma	\$	20,00
Andamio	\$	0,10
Excavadora	\$	45,00
Tanquero de Agua	\$	25,00
Amoladora Pulidora	\$	1,80
Apisonador Vertical	\$	3,25
Rodillo Vibratorio Liso	\$	38,00
Cortadora de Hormigón	\$	4,20
Compresor de Aire	\$	12,00
Camión Distribuidor de Asfalto	\$	35,00
Finisher	\$	45,00
Rodillo Neumático	\$	38,00
Cortadora Eléctrica Disco Diamante	\$	8,00
Martillo Neumático 125 HP 27 TON.	\$	33,00
Martillo Neumático	\$	28,00
<u>Equipo de Pintura</u>	\$	1,10
Compactador Pesado	\$	6,50
Rodillo Liso Doble Tambor 2 Ton.	\$	23,13
Bomba	\$	3,63
Transporte de Material de Préstamo	\$	3,30
Equipo de Topografía/Estación Total	\$	3,00

Retroexcavadora 125 HP	\$	50,00
Tabla Estacada en Acero ASTM A-572	\$	18,00
Reflector	\$	2,50
Generador de Corriente	\$	3,50
Moladora a Gasolina	\$	7,00
Grúa de 20 Ton.	\$	60,00
Cortadora de Hierro/Dobladora	\$	2,00
Taladro de percusión + generador + broca	\$	5,00
Escalera Telescópica	\$	3,13
Ponchadora de Lata	\$	1,00
Carro Canasta	\$	40,00
Compresor + Equipo de Pintura	\$	3,00
Amoladora con Disco	\$	1,00
Encofrado Metálico	\$	2,10
Equipo de Termofusión	\$	45,00
Equipo de Electro fusión	\$	20,00
Equipo de Inspección. (Inc. Cámara de oscila giratoria, remolque con cámara frontal y trasera).	\$	30,00
Pulverizador de Baja Presión	\$	3,30
Cortadora	\$	2,00
Equipo CCTV	\$	50,00
Cortadora Eléctrica.	\$	4,80
Soldadora Eléctrica	\$	2,50
Rotomartillo	\$	8,13
Pulidora	\$	1,80
Cortadora de Disco	\$	3,72
Martillo Eléctrico 27kg	\$	17,50
Martillo Vibratorio	\$	40,00
Moto soldadora	\$	20,00
Sierra Circular	\$	7,80
Tupi	\$	1,80
Compresor	\$	3,80
Bomba Estacionaria	\$	11,50
Helicóptero	\$	12,50
Minicargador con Martillo	\$	38,00
Equipo Soplete a Gas	\$	3,50
Cortadora de (mármol, cerámica, porcelanato) con disco	\$	4,20
Taladro de percusión + broca	\$	3,00
Soldadora AC/DC	\$	4,80
Computador	\$	2,00
Camioneta	\$	10,00
Cámara de Inspección para ramales	\$	6,00
Plegadora	\$	15,00

Camión CCTV	\$	70,00
Equipo para termofusión para tubería y accesorios	\$	6,95
Cortadora de asfalto inc. Disco	\$	4,30
Camión distribuidor (asfalto)	\$	35,00
Barredora mecánica autopropulsada	\$	20,00
Finisher	\$	48,00
Motoniveladora	\$	47,00
EPP Equipo de Protección	\$	0,50
Escalera Tijera	\$	2,00
Maestro liniero	\$	4,04
Técnico liniero eléctrico	\$	3,90
Moldes (de grafito) soldadura exotérmica, para cable 2/0 (varilla cable y cable cable)	\$	150,00

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Por último, se indican los valores de transporte de materiales contemplados en el proyecto, como se aprecia en la tabla 15.

Tabla 15. Detalle de transporte de materiales para la ejecución de la propuesta.

TRANSPORTE DE MATERIALES:	UNIDAD	COSTO
Desalojo de material (dist. ≤ 20 km.)	M3	\$ 6,00
Transporte de Material de grava > 2"	m3	\$ 27,00
Transporte de tubería	m/km	\$ 0,01
Transporte de agregado	m3/km	\$ 0,24

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

Es así, que se procedió a realizar los cálculos de los rubros necesarios para conocer el presupuesto final del proyecto, tal como se observa en la tabla 17, en la cual se ha realizado los análisis de precios unitarios con las siguientes fórmulas.

Equipos

$$\text{Costo/hora} = \text{Cantidad} * \text{Tarifa}$$

$$\text{Costo D} = \text{Costo/hora} * \text{Rendimiento}$$

$$\text{Total de equipos} = \text{Suma de todos los costos}$$

Mano de obra

$$\text{Costo/hora} = \text{Cantidad} * \text{Jornada laboral/HR}$$

$$\text{Costo D} = \text{Costo/hora} * \text{Rendimiento}$$

Total de Mano de obra = Suma de todos los costos

Materiales

*Costo de materiales = Cantidad * Precio Unitario*

Total de Materiales = Suma de todos los costos

Transporte

*Costo de transporte = Cantidad * Tarifa*

Total de Transporte = Suma de todos los costos

Total de costos directos

T. de costos directos

*= T. de Equipos + T. de Mano de obra + T. de Materiales
+ T. de transporte*

*Costos indirectos = T. Costos directos * 12%*

*Utilidad = (T. costos directos + costos indirectos) * 3%*

Costo total del rubro = T. Costos directos + costos indirectos + utilidad

Por lo tanto, en la tabla 16, se puede observar el detalle de la cantidad y precio unitario y la cantidad de cada rubro necesario para que la propuesta del proyecto se lleve a cabo.

Tabla 16. Detalle del presupuesto de la propuesta.

SISTEMA ELÉCTRICO.

DESCRIPCION	UNID AD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CANALIZACIÓN Y CAJAS DE PASO PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO				
Caja de Paso de Ho. Armado de 160x80x80 cm f'c=280 Kg/Cm2. En Calzada. Sistema Eléctrico. Incluye Inst. de Tapa.	u	7	\$ 648,33	\$ 4.538,31
Provisión de tapa de grafito rectangular de 160 x 80 cm con resistencia 400KN para las cajas proyectadas. Incluye transporte. Sistema Eléctrico.	u	7	\$ 397,99	\$ 2.785,93
Caja de Paso de Ho. Armado de 80x80x80 cm f'c=210 Kg/Cm2. En Acera. Incluye Instalación de Tapa. Sistema Eléctrico.	u	12	\$ 317,20	\$ 3.806,40
Provisión de tapa de grafito esferoidal de 70cm de diámetro con resistencia 125KN para las cajas proyectadas. Incluye transporte. Sistema Eléctrico.	u	12	\$ 273,40	\$ 3.280,80
Caja de Paso de Ho. Armado de 80x80x80 cm f'c=280 Kg/Cm2. En Calzada. Sistema Eléctrico. Incluye Instalación de Tapa.	u	12	\$ 406,73	\$ 4.880,76
Provisión de tapa de grafito esferoidal de 70cm de diámetro con resistencia 400KN para las cajas proyectadas. Incluye transporte. Sistema Eléctrico.	u	12	\$ 287,25	\$ 3.447,00
Caja de Paso de Ho. Armado de 60x60x60 cm f'c=210 Kg/Cm2. En Acera. Incluye Instalación de Tapa. Sistema Eléctrico.	u	10	\$ 224,78	\$ 2.247,80
Provisión de tapa de grafito esferoidal de 60cm de diámetro con resistencia 125KN para las cajas proyectadas. Incluye transporte. Sistema Eléctrico.	u	10	\$ 161,50	\$ 1.615,00
Canalización con 8 tubos de 110 mm PVC TDP, más 2 tubos 160 mm PVC TDP tipo doble pared (superficie interior lisa y exterior corrugada). Sistema Eléctrico.	m	382	\$ 98,70	\$ 37.703,40
Canalización con 12 tubos de 110 mm PVC TDP, tipo doble pared (superficie interior lisa y exterior corrugada). Sistema Eléctrico.	m	10	\$ 90,74	\$ 907,40
Canalización con 4 tubos de 110 mm PVC tipo doble pared (superficie interior lisa y exterior corrugada). sistema eléctrico.	m	35	\$ 35,29	\$ 1.235,15
Canalización con 2 tubos de 110 mm PVC tipo doble pared (superficie interior lisa y exterior corrugada). sistema eléctrico.	m	241	\$ 19,80	\$ 4.771,80
Canalización con 1 tubo de 110 mm PVC tipo PESADO eléctrico. Sistema Eléctrico.	m	50	\$ 9,06	\$ 453,00
Codo de 110 mm radio largo PVC tipo PESADO eléctrico. Sistema Eléctrico.	u	11	\$ 8,38	\$ 92,18
Canalización con 1 tubo de 63 mm PVC tipo PESADO eléctrico. Sistema Eléctrico.	m	20	\$ 22,92	\$ 458,40
Codo de 63 mm radio largo PVC tipo PESADO eléctrico. Sistema Eléctrico.	u	4	\$ 4,81	\$ 19,24

Canalización con 1 tubo de 1" PVC tipo PESADO eléctrico. Sistema Eléctrico.	m	20	\$ 3,38	\$ 67,60
Codo de 1" PVC tipo PESADO eléctrico. Sistema Eléctrico.	u	11	\$ 1,90	\$ 20,90
Canalización con 1 Tubería de PVC 160 para Uso Eléctrico (Pesado) para bajantes	u	3	\$ 63,87	\$ 191,61
Codo 160 mm PVC para Uso Eléctrico (Pesado)	u	3	\$ 40,82	\$ 122,46
Canalización con 4 Tubos de 110mm PVC + 3 Tubos de 160 mm. Corrugadas Doble Pared (Pared Exterior Corrugada e Interior Lisa)	u	6	\$ 103,95	\$ 623,70
Canalización con 1 tubo metálico rígido de 1 ¼". sistema eléctrico. para comunicación desde la base del Padmounted hasta el medidor totalizador.	m	22	\$ 35,54	\$ 781,88
Codo metálico rígido de 1 ¼". sistema eléctrico. para comunicación desde la base del Padmounted hasta el medidor totalizador.	u	11	\$ 8,98	\$ 98,78
Reversible rígido galvanizado de 1 1/4". sistema eléctrico.	u	1	\$ 15,75	\$ 15,75
Base de Hormigón Armado 210 Kgf/cm2 para Transformador Monofásico Tipo Padmounted	u	10	\$ 198,77	\$ 1.987,70
Reconformación de cuello de hormigón armado para cajas existentes. Sistema de Eléctrico.	u	2	\$ 131,46	\$ 262,92
Provisión e instalación de tapa de grafito esferoidal de 70cm de diámetro con resistencia 125KN para las cajas existentes. Incluye transporte. Sistema Eléctrico.	u	2	\$ 273,40	\$ 546,80
				\$ 76.962,67

SISTEMA SECUNDARIO Y SISTEMA PUESTA A TIERRA				
Secundario subterráneo 2 # 500 MCM + N # 4/0 AWG TTU Aluminio	m	350	\$ 75,23	\$ 26.330,50
Malla de Puesta a Tierra para Pad Switch (Arreglo Rectangular de 6 Picas) Inc. Cable de Cobre Desnudo 2/0 AWG, 6 Brillas de Puesta a Tierra, Soldadura Exotérmica, Arqueta de Conexión y Accesorios.	u	1	\$ 828,79	\$ 828,79
Malla de Puesta a Tierra para Módulo Eléctrico Tipo Roper (Arreglo Rectangular de 6 Picas) Inc. Cable de Cobre Desnudo 2/0 AWG, 6 brillas de Puesta a Tierra, Soldadura Exotérmica, Arqueta de Conexión y Accesorios.	u	1	\$ 3.164,83	\$ 3.164,83
Sistema de Puesta a tierra para Transformadores Padmounted	u	11	\$ 733,84	\$ 8.072,24
Sistema de Puesta a tierra para los Tableros de medidores.	u	10	\$ 35,10	\$ 351,00
				38.747,36

ACOMETIDAS DOMICILIARIAS Y ALUMBRADO PUBLICO				
Tablero de medidor para dieciséis medidores clase 100, contiene barras de cobre, breakers de protección y bases sockets 5t clase-100, completamente cableado en su interior. Incluye desmontaje de tablero existente, conexión del nuevo tablero y todos los materiales necesarios para la interconexión del nuevo tablero hacia la carga del predio.	u	0	\$ 2.119,55	\$ -
Tablero de medidor para diecisiete medidores clase 100, contiene barras de cobre, breakers de protección y bases sockets 5t clase-100, completamente cableado en su interior. Incluye desmontaje de tablero existente, conexión del nuevo tablero y todos los materiales necesarios para la interconexión del nuevo tablero hacia la carga del predio o departamentos	u	11	\$ 2.216,46	\$ 24.381,06
Tablero Tipo Vitrina para un medidor Monofásico Clase 20, contiene base socket de 6 terminales.	u	10	\$ 626,08	\$ 6.260,80
Alimentador alumbrado público 2 # 8 + N # 10 AWG Cu TTU 2KV	m	320	\$ 16,51	\$ 5.283,20
Suministro e instalación cable concéntrico 3x14 AWG	m	120	\$ 26,29	\$ 3.154,80
Base de hormigón armado para poste metálico y colocación de placa.	u	11	\$ 225,54	\$ 2.480,94
Provisión de Luminaria LED de alumbrado público de 150W-220V, para instalar en poste metálico de 8,57 metros.	u	11	\$ 503,90	\$ 5.542,90
Instalación de Luminaria LED de alumbrado público de 150W-220V, para instalar en poste metálico de 8,57 metros. (Inc. Conexión de luminaria a cable concéntrico).	u	11	\$ 45,10	\$ 496,10
Poste metálico de 8,57m (PM-8,57-3B).	u	11	\$ 1.435,68	\$ 15.792,48
Suministro e Instalación de Cartelas para luminarias en postes Auto soportados.	u	11	\$ 312,84	\$ 3.441,24
				\$ 66.833,52

CANALIZACIÓN PARA SISTEMA DE COMUNICACIONES Y CNT				
Caja de Paso de Ho. Armado de 80x80x80 cm f'c=280 Kg/Cm2. En Calzada. Sistema de Comunicaciones. Incluye Instalación de Tapa.	u	10	\$ 406,73	\$ 4.067,30
Caja de Paso de Ho. Armado de 80x80x80 cm f'c=210 Kg/Cm2. En Acera. Sistema de Comunicaciones. Incluye Instalación de Tapa.	u	9	\$ 317,20	\$ 2.854,80
Reconformación de cuello de hormigón armado para cajas existentes. Incluye Instalación de Tapa. Sistema de Comunicaciones.	u	1	\$ 121,42	\$ 121,42
Provisión de tapa de grafito esferoidal de 70cm de diámetro con resistencia 125KN para las cajas proyectadas. Sistema de Comunicaciones.	u	9	\$ 273,40	\$ 2.460,60
Provisión de tapa de grafito esferoidal de 70cm de diámetro con resistencia 400KN para las cajas proyectadas. Sistema de Comunicaciones.	u	22	\$ 287,25	\$ 6.319,50
Canalización con 4 tubos de 110 mm PVC tipo doble pared (superficie interior lisa y exterior corrugada). Sistema de comunicaciones.	m	305	\$ 27,27	\$ 8.317,35

Canalización con 2 tubos de 110 mm PVC tipo doble pared (superficie interior lisa y exterior corrugada). Sistema de comunicaciones.	m	72	\$	11,65	\$	838,80
					\$	24.979,77

RUBROS A COORDINAR CON CNEL EP, EN PROVISIÓN E INSTALACION DE MATERIALES						
Estructura de M.T. Para Soporte de Cuchillas Monopolares 15 KV	u	3	\$	179,78	\$	539,34
Cuchilla (Switch-MENCO-Cat.15STV-6P3) 600 Amp. Subestaciones 15 KV	u	9	\$	187,20	\$	1.684,80
Provisión e Instalación de Estructura de M.T. Retenida Trifásica volada. Incluye Rack de 1 Vía para Neutro.	u	2	\$	510,76	\$	1.021,52
Provisión e Instalación de Estructura de M.T. Retenida trifásica centrada. Incluye Rack de 1 Vía para Neutro.	u	1	\$	504,69	\$	504,69
Provisión e Instalación de Tensor Cruceta-Poste	u	3	\$	99,61	\$	298,83
Provisión de Alimentador 3 # 500 MCM Cu 15 KV XLPE, + T # 4/0 Cu desnudo.	m	450	\$	139,81	\$	62.914,50
Instalación de Alimentador 3 # 500 MCM Cu 15 KV XLPE, + T # 4/0 Cu desnudo.	m	450	\$	55,22	\$	24.849,00
Provisión de Alimentador 3 # 1/0 Cu 15 KV XLPE, + T # 2 Cu desnudo.	m	190	\$	61,75	\$	11.732,50
Instalación de Alimentador 3 # 1/0 Cu 15 KV XLPE, + T # 2 Cu desnudo.	m	190	\$	3,25	\$	617,50
Provisión de Alimentador 1 # 2 Cu 15 KV XLPE, T # 4 Cu desnudo.	m	985	\$	23,92	\$	23.561,20
Instalación de Alimentador 1 # 2 Cu 15 KV XLPE, T # 4 Cu desnudo.	m	985	\$	3,25	\$	3.201,25
Conector Tipo Codo para Cable # 1/0 - 15 KV de 200 Amp	u	3	\$	152,89	\$	458,67
Conector Tipo Codo para Cable # 2 - 15 KV de 200 Amp	u	11	\$	152,89	\$	1.681,79
Fusible Limitador de Corriente para Conector Tipo Codo CL-15KV,65A hasta 80A	u	3	\$	277,13	\$	831,39
Provisión e Instalación de Transformador 1F Tipo Padmounted radial de 100 KVA 7960/240-120V. Incluye Insert, Elbow conector, Elbow arrester, luz señalizadora de voltaje y tapón aislado para el terminal malla de reserva.	u	10	\$	7.202,91	\$	72.029,10
Retemplado de líneas aéreas de MT y BT.	m	90	\$	0,49	\$	44,10
Provisión e instalación de puentes provisionales trifásicos #1/0 AWG ACSR.	u	1	\$	551,55	\$	551,55
Desconexión y Conexión de puente en media tensión.	u	3	\$	55,66	\$	166,98
Provisión e Instalación de poste metálico de 12m.	u	1	\$	1.604,68	\$	1.604,68
Provisión e Instalación de poste metálico de 10m	u	3	\$	1.338,22	\$	4.014,66
Provisión e instalación de Láminas para ser Instaladas con la Codificación de los postes	u	15	\$	23,32	\$	349,80

Switch vista 600 AMP. 15 Kv 6 vías modelo (633) Incluye conectores tipo codo de entradas y de Salidas 600 y 200 A	u	1	\$136.741,98	\$	136.741,98
Instalación de Switch vista 600 AMP. 15 Kv 6 vías modelo (633)	u	1	\$ 3.455,72	\$	3.455,72
Módulo Metálico para Centros de Carga en Medio Voltaje para Equipos de Protección de 15 KV (en acero inoxidable con los detalles según planos)	u	1	\$ 9.967,10	\$	9.967,10
Instalación de Módulo Metálico para Centros de Carga en Medio Voltaje para Equipos de Protección de 15 KV	u	1	\$ 478,25	\$	478,25
Provisión e Instalación de barra para conexión de conductores de puesta a tierra para colocar dentro de armario de centro de carga.	u	1	\$ 108,35	\$	108,35
Barra unión múltiple de 6 puntos, 600 Amperios 15 KV. Incluye cable de cobre # 6 AWG desnudo para aterrizaje de parte metálica.	u	3	\$ 2.038,50	\$	6.115,50
Provisión e Instalación de Elbow Conector clase 15 KV para cable # 1/0 AWG. Incluye BUSHING INSERT 15 KV 200 A, Luz Señalizadora de presencia de voltaje y cable # 10 AWG THHN para aterrizaje de conector Elbow.	u	18	\$ 245,93	\$	4.426,74
Conector codo fusible #1/0, 15 KV. Incluye BUSHING INSERT 15 KV 200 A, Luz Señalizadora de presencia de voltaje y cable # 10 AWG THHN para aterrizaje de conector Elbow.	u	3	\$ 961,84	\$	2.885,52
Conector codo fusible #2, 15 KV. Incluye BUSHING INSERT 15 KV 200 A, Luz Señalizadora de presencia de voltaje y cable # 10 AWG THHN para aterrizaje de conector Elbow.	u	10	\$ 739,96	\$	7.399,60
Fusible Limitador de Corriente para Conector Tipo Codo CL-15KV,6A hasta 40A	u	11	\$ 238,52	\$	2.623,72
Codo parqueo 15 KV. Incluye cable # 10 AWG THHN para aterrizaje de conector Elbow.	u	3	\$ 133,76	\$	401,28
Tapones aislados 15 KV, incluye Bushing Insert 15 KV 200 a, para instalar en los espacios libres de los módulos de los centros de carga. Incluye cable # 10 AWG THHN para aterrizaje del tapón.	u	4	\$ 122,97	\$	491,88
				\$	387.753,49

OBRAS CIVILES					
Excavación y Desalojo con Equipo Mecánico.	m3	320	\$ 8,51	\$	2.723,20
Relleno compactado	m3	203	\$ 27,57	\$	5.596,71
Relleno con arena	m3	97	\$ 27,79	\$	2.695,63
Corte, Rotura y Desalojo de Pavimento Rígido en Calle e=20-25 cm.	m2	479	\$ 11,25	\$	5.388,75

Reposición de pavimento de hormigón de calzada e= 20 - 25cm inc. imprimación y sellado.	m2	506	\$ 13,10	\$ 6.628,60
Hormigón Fluido f'c=280 kg/cm2 para Cruce/Canalizaciones por Calzada (Incluye Aditivo de Fraguado Rápido 72 Horas y Manipuleo de Planchas Metálicas para Protección de los trabajos)	m3	28	\$ 173,22	\$ 4.850,16
Pedestal de Hormigón Armado f'c=210 Kg/Cm2 para alojar un tablero para medidor totalizador.	u	11	\$ 444,82	\$ 4.893,02
Forrado de tubería doble para acometida de datos de 63mm con malla de enlucido de 20x10cm. Incluye enlucido y filos.	m	0	\$ 24,11	\$ -
Forrado de tubería eléctrica intradomiciliaria de 63mm con malla de enlucido de 12x10cm. Incluye enlucido y filos.	m	22	\$ 21,47	\$ 472,34
Forrado con malla para cajas abisagradas, incluye forrado de tubería 63mm, altura 60cm fuera de la caja, ancho de 25cm.	u	0	\$ 30,75	\$ -
Construcción de nicho de hormigón f'c=210 Kg/Cm2 para instalación de tableros	u	11	\$ 360,71	\$ 3.967,81
				\$ 37.216,22

RUBROS DE DESMONTAJE				
Retiro de poste existente	u	10	\$ 82,47	\$ 824,70
Desmontaje de conductor de aluminio aéreo, redes de media y baja tensión.	m	2200	\$ 0,32	\$ 704,00
Retiro de acometida eléctricas aéreas B.T. existentes.	u	10	\$ 19,31	\$ 193,10
Desmontaje de luminaria de vapor de sodio	u	11	\$ 23,13	\$ 254,43
Desmontaje de estructura de M.T. TRIFÁSICA	u	11	\$ 48,28	\$ 531,08
Desmontaje de Estructura de B.T.	u	11	\$ 10,25	\$ 112,75
Desmontaje de Transformador de distribución	u	11	\$ 153,33	\$ 1.686,63
Desmontaje de Tensor	u	4	\$ 16,09	\$ 64,36
				\$ 4.371,05

SUMA TOTAL GENERAL	\$ 636.864,08
---------------------------	----------------------

Información tomada de la investigación de campo. Elaborado por el autor.

El presupuesto total para llevar a cabo el proyecto es de \$636.864,08. Este total corresponde a la suma de todos los rubros aplicados en el análisis realizado de la investigación.

4.9. Conclusiones

Una vez concluido el proyecto se establecen las siguientes conclusiones:

- Las causas que motivaron la realización de este proyecto radican en la falta de mantenimiento del sistema eléctrico de los bloques de Apanor a lo largo de muchos años desde su creación.
- Se ha evidenciado la existencia de inconvenientes y problemas en los tableros del condominio, los cuales requieren una seria investigación, tal como se ha presentado en este estudio.
- La propuesta establecida se basa en planos de media tensión, luminarias, canalización, Red 500MCM y retiro de las redes existentes.
- El presupuesto referenciado para la posible ejecución de la propuesta en el futuro asciende a \$636.864,08.

4.10. Recomendaciones

El proyecto de investigación “Análisis y diseño en media y baja tensión para los 16 bloques que conforman APANOR”, establece las siguientes recomendaciones:

- Se pretende incluir este proyecto en las bases de concurso de regeneración urbana de la Municipalidad de Guayaquil, para que se pueda ejecutar la iniciativa de mejorar todo el sistema eléctrico de este bloque emblemático que se encuentra en el corazón de la ciudad de Guayaquil.
- Dentro del diseño para las redes de telecomunicaciones se contempló la adecuación de un eje de tubería que estará en su momento de extremo a extremos de los bloques de Apanor, considerando además cajas de paso y canalización que llegará hacia el interior de cada bloque; esto se contempló así para que en su momento cuando las operadoras deseen tender sus redes tengan plena libertad en espacios de ducterías para llegar a cada usuario.
- La institución respectiva encargada de las redes de semaforización deberá considerar su estudio y coordinar con fiscalización, la constructora y las autoridades respectivas para readecuar su sistema de las

intercepciones; existen suficientes tuberías dentro del diseño eléctrico y de telecomunicaciones para que puedan enlazarse en caso de creer necesario.

- CNEL deberá reubicar la alimentación eléctrica para alimentar de energía las luminarias que se encuentran en el parterre central, las cuales son de doble brazo por poste, siendo cada una de 400w vapor de sodio.

BIBLIOGRAFÍA

- Acciona. (2023). *Acciona Business as unusual*. https://www.acciona.com/es/energias-renovables/?_adin=11551547647
- Altamirano, S. (19 de abril de 2021). Tipos principales de transformadores.
- Alvear, W. (16 de abril de 2019). Diseño del sistema eléctrico en baja tensión para estaciones de carga de autobuses eléctricos. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- ARCONEL. (2020). *Gob.ec*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-06/Documento_Regulaci%C3%B3n-Nro-ARCONEL-001-20-Distribuci%C3%B3n-y-comercializaci%C3%B3n-de-energ%C3%ADa-el%C3%A9ctrica.pdf
- Arqhys. (6 de junio de 2023). *Arqhys*. https://www.arqhys.com/decoracion/tipos_de_interruptores.html
- Asamblea Nacional. (1 de agosto de 2018). *ambiente.gob.ec*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador.pdf>
- CEPAL. (2021). *repositorio* *CEPAL*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47656/1/S2100738_es.pdf
- Cnel EP. (2013). *Solicitud de inicio de proceso para el diseño de redes soterradas*. Guayaquil.
- CNEL EP. (agosto de 2020). MANUAL PARA LA INSTALACIÓN DE LA ACOMETIDA Y SISTEMA DE MEDICIÓN A LOS CONSUMIDORES DE CNEL EP. <https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/MN-COM-AC-001-Manual-de-instalaciones-acometida-y-sistema-de-medici%C3%B3n-CNEL-EP-vf.pdf>

CNELEP. (abril de 2016). Especificaciones técnicas Mano de Obra. CNELEP.

CODENSA S.A. ESP. (2022). CODENSA S.A. ESP.
https://likinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico/circuitos_alumbrado_publico/generalidades_6_2_circuitos_alumbrado_publico_generalidades_documento_preliminar

Congreso de la República. (2022). *Congreso de la República*.
<https://www.congreso.gob.pe/comisiones2022/Consumidor/Prensa/publicaciones/reguladores/>

Cumbre. (8 de mayo de 2019). *Cumbre pueblos*.
<https://cumbrepuebloscop20.org/energias/nuclear/generador-electrico/>

Cumbre, R. (8 de mayo de 2019). GENERADOR ELÉCTRICO » Qué es, Características, Clasificación.

De La Rosa, J. (diciembre de 2021). Diseño de instalaciones eléctricas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Dorta, P. (2018). Transporte y Logística Internacional . Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

Electricistas de la Fuente. (8 de septiembre de 2019). *JF*.
<https://www.electricistasdelafuentemadrid.com/blog/que-es-acometida-electrica/>

Elektron. (15 de noviembre de 2022). *Elektron*.
<https://www.elektron.com.mx/blog/post/que-es-un-interruptor-electrico#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20dispositivo,%2C%20normalmente%2C%20de%20manera%20manual.>

Endesa. (2021). *Endesa Fundación*.
<https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/subestaciones-electricas>

Enel. (3 de mayo de 2022). *Enel*. <https://www.enel.com.co/es/historias/a202011-diferencia-energia-renovable-no-renovable.html>

- Fajardo, R., & Astudillo, P. (2018). Análisis de factibilidad para la sustitución del uso de energía térmica a energía eléctrica en las camaroneras del cantón Machala. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Fayos, A. (2019). Líneas Eléctricas y transporte de Energía Eléctrica. Universitat Politècnica de València.
- Finetti, A., & Ramos, J. (2018). Rediseño de la Mini Central Hidroeléctrica Buenos Aires para una potencia de 4MW- La Florida- San Miguel- Cajamarca. Pimentel, Perú: Universidad Señor de Sipán.
- Gobierno Nacional del Ecuador. (20 de agosto de 2019). *Gob.ec*. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-09/REGLAMENTO%20A%20LA%20LEY%20ORG%20C3%81NICA%20DEL%20SERVICIO%20P%20C3%9ABLICO%20DE%20ENERG%20C3%8DA%20EL%20C3%89CTRICA.pdf>
- GSL Industrias. (21 de noviembre de 2021). Tablero Eléctrico. GSL Industrias.
- Guía eléctrica. (31 de octubre de 2021). Transformadores, aspectos de construcción e identificación. Guía Eléctrica.
- Juárez, J. (2019). *Sistemas de distribución de energía eléctrica*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Kennet. (4 de diciembre de 2020). *REDWEB*. <https://www.redeweb.com/articulos/bobina-de-induccion-y-su-aplicacion-practica-en-electronica/>
- La Memoria de Guayaquil . (21 de agosto de 2021). *facebook*. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=2280250248784680&set=a.363654987110892>
- Organización de Naciones Unidas. (2023). *Un.org*. <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>
- Ortega, C. (2023). *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-analitico/>
- Parra, A. (2023). *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/metodologia-de-la->

investigacion-cuantitativa/

- Powering Business Worldwide . (2023). *EATON*. <https://www.eaton.com/mx/es-mx/products/low-voltage-power-distribution-control-systems/switchboards/switchboard-fundamentals.html>
- Ramírez, L. (2023). *La Concordia*. <https://www.universidadlaconcordia.edu.mx/blog/index.php/tecnicas-de-investigacion#:~:text=Las%20t%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n%20son,conocimiento%20para%20resolver%20nuestras%20preguntas.>
- Rodríguez, F. (9 de agosto de 2021). *GENERAC*. <https://blog.generaclatam.com/generadores-para-media-y-baja-tension>
- Ruiz de Viana, A. (22 de febrero de 2021). LOS SISTEMAS DE REGULACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO. *Todolux.Academy*.
- Safety Solutions. (26 de abril de 2021). *KPN*. <https://www.kpnsafety.com/equipos-seguridad-electrica-tension-electrica/>
- Salazar, A. (2023). *Gestiopolis*. <https://www.gestiopolis.com/estructuras-organizacionales-y-tipos-de-organigramas/#3-6>
- SERCE. (2023). *SERCE Perú*. <https://serceperu.com/mantenimiento-de-lineas-de-transmision-y-distribucion/>
- Soad, M. (11 de octubre de 2021). Generadores para media y baja tensión: diferencias claves. *Soluciones en energía*.
- Sutton , A. (2019). Conocer la familia de reseñas: explorar los tipos de reseñas y los requisitos de recuperación de información asociados. *36(3)*, 202-222.
- TECSA. (31 de octubre de 2019). ¿QUÉ ES UN TRANSFORMADOR ELÉCTRICO Y CÓMO FUNCIONA? *TECSA*.
- TEL. (2016). *El Sistema Eléctrico*. España.
- Terreros, R. (2015). *Metodología de diseño de red media tensión subterránea*. Guayaquil.

Tuenergía. (13 de junio de 2022). *Tuenergía*. <https://www.tuenergia.es/post/diferencias-corriente-continua-alterna>

Unicef. (2018). *Unicef*. <https://www.unicef.org/lac/media/40746/file/La-energia-sostenible-una-guia-para-jovenes.pdf>

Villa, W., & Álvarez, J. (2021). DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN EN LOS DEPARTAMENTOS DE LA GUAJIRA Y MAGDALENA. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.

Watt, M. (25 de abril de 2020). Estructura general de un sistema eléctrico de potencia. VR Viruete.

Zita, A. (11 de mayo de 2022). *Todamateria.com*. <https://www.todamateria.com/investigacion/#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20de%20la%20investigaci%C3%B3n,de%20una%20investigaci%C3%B3n%20est%C3%A1%20relacionada.>



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Gary William Macías Melgar**, con C.C: # **0940714769** autor/a del trabajo de titulación: **Análisis y diseño en media y baja tensión para los 16 bloques que conforman APANOR** previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico** 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, **29 de agosto de 2023**

f. _____

Nombre: **Gary William Macías Melgar**

C.I: **094071476-9**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACION			
TEMA Y SUBTEMA:	Análisis y diseño en media y baja tensión para los 16 bloques que conforman APANOR		
AUTOR(ES)	Gary William, Macías Melgar		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Palau De La Rosa, Luis Ezequiel		
INSTITUCION:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	FACULTAD TECNICA PARA EL DESARROLLO		
CARRERA:	CARRERA EN ELECTRICIDAD		
TITULO OBTENIDO:	INGENIERIA EN ELECTRICIDAD		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	29 de agosto de 2023	No. DE PÁGINAS:	97
AREAS TEMATICAS:	Ciencias exactas, circuitos de potencias, circuitos de control, conceptos.		
PALABRAS CLAVE S/KEYWORDS:	Variador de frecuencia, eficiencia energética, cambio de matriz energética, motor eléctrico, transformador, presupuesto de Inversion.		
<p>Resumen Se ejecutará el análisis de una red eléctrica de potencia de un sector de la urbe para el estudio que llevará acabo el diseño del soterramiento del sistema de las redes eléctricas en baja y media tensión de los Bloques Apanor, esto generará una limpieza visual de las redes eléctricas aéreas ya que evitará el enredo de conductores como lo está actualmente. Además, en la actualidad, el sitio presenta varios inconvenientes por pérdidas de energía debido a fáciles accesos para los hurtos de energía, es por esto que, el soterramiento de las redes eléctricas contribuirá a la eliminación de las pérdidas eléctricas de energía anteriormente mencionadas, esto se llevará a cabo debido a la implementación de equipos eléctricos de distribución y transformación los cuales ofrecerán una hermeticidad en su funcionamiento con diferentes tipos de accesorios que incluyen en cada uno de ellos; dichos accesorios presentan características básicas de protección externas los cuales permitirán obtener un frente muerto en cada uno de sus elementos y así llevar a cabo la anulación en las pérdidas eléctricas anteriormente mencionadas.</p> <p>Este diseño así mismo, tendrá como finalidad la limpieza visual del sector de entre todas las líneas eléctricas aéreas, es decir, habrá una limpieza del 90% de entre todos los conductores eléctricos que actualmente existen en la ubicación. <input type="checkbox"/></p>			
ADJUNTO PDF:	SI	NO	
CONTACTO CO	Teléfono: +593998129503	E-mail: gary.macias02@cu.ucsg.edu.ec	
NAUTOR/ES:			
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Ricardo Xavier Ubilla González, M.Sc.		
	Teléfono: +593 99 952 8515		
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACION:			
IRECCIÓN URL (tesis en la web):			