

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA**

TEMA:

“Análisis, evaluación de la red de distribución en media y baja tensión para mejorar los índices y niveles de calidad en el suministro eléctrico”

AUTOR:

Molina Granizo, José Alberto

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

**INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN EN
GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR:

Ing. Vallejo Samaniego, Luis Vicente M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

18 de marzo del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **MOLINA GRANIZO JOSÉ ALBERTO**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniería en Eléctrico Mecánica**.

TUTOR

f. _____

ING. VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VICENTE, M. Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

ING. HERAS SANCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M. Sc.

Guayaquil, a los 18 días del mes de marzo del año 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Molina Granizo, José Alberto

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Análisis, evaluación de la red de distribución en media y baja tensión para mejorar los índices y niveles de calidad en el suministro eléctrico**, previo a la obtención del título de **Ingeniería en Eléctrico Mecánica** 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 18 días del mes de marzo del año 2019

EL AUTOR

f. _____
MOLINA GRANIZO, JOSÉ ALBERTO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, Molina Granizo, José Alberto

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, “**Análisis, evaluación de la red de distribución en media y baja tensión para mejorar los índices y niveles de calidad en el suministro eléctrico**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 18 días del mes de marzo del año 2019

EL AUTOR:

f. _____
MOLINA GRANIZO, JOSÉ ALBERTO

Datos

Documento: Trabajo de Titulación

Título del Trabajo: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA MEJORAR LOS ÍNDICES Y NIVELES DE CALIDAD EN EL SUMINISTRO ELÉCTRICO."

Carrera: Ingeniería en Eléctrico Mecánica

Estudiante: JOSÉ ALBERTO MOLINA GRANIZO

Semestre: B-2018

Fecha: FEB/2019

Reporte final URKUND

The screenshot shows the URKUND software interface. The main window displays a document analysis report for 'molina_tesis_orkund.pdf'. The report includes a table of contents with the following sections and page numbers:

baja tensión	20	2.1.5	La red distribución de baja tensión	20	2.1.5.1
Trayectorias de la red de distribución de baja tensión	30	2.1.6	La red distribución de media tensión	30	2.1.6.1
Redes de distribución aérea de media tensión	31	2.1.6.1	Red de distribución subterránea en media tensión	32	2.1.6.2
Redes aéreas desnudas	33	2.1.7			
Redes anti hurto	33	2.1.8			
Elementos del sistema de distribución	34	2.2			
Conductores	34	2.2.1			
Tipos de postes metálicos	35	2.2.2			
Tipos y características aisladores y herrajes	35	2.2.3			
Herrajes	37	2.2.3.2			
Cajas de derivación	38	2.2.4	Tipos y características cajas de derivación y fusibles	38	2.2.4.1
Fusibles de protección	38	2.2.4.2			
CAPITULO 3	41				
CARACTERIZACIÓN DE LAS REDES ELÉCTRICAS URBANAS Y RURALES	43				
Sistema rural	43	3.1			
Estructura del sistema y características técnicas	43	3.1.1			
Transmisión	43	3.1.1.2			
Distribución	44	3.1.1.3			
Sistema urbano	45	3.2			
Estructura del sistema y características técnicas	47	3.2.1			
Transmisión	48	3.2.1.2			
Distribución	49	3.2.1.3			
Modelo de la red	50	3.3			
Variaciones de la tensión	51	3.3.1			
Marco legal	54	3.4			
CAPITULO 4	56				

The sidebar on the right shows a list of sources and alternative sources:

- Lista de fuentes: TESIS CARLOS LEMA.docx, RICHAAR LESCANO UTELV.T.pdf, Metodología de red MT subterránea normas NATSIM.pdf
- Fuentes alternativas: TESIS CARLOS LEMA.docx, RICHAAR LESCANO UTELV.T*.pdf, Metodología de red MT subterránea normas NATSIM.docx

The bottom of the window shows the Windows taskbar with the date 22/2/2019.

Conclusión: La revisión de coincidencias del resultado de la revisión, considera la desactivación de la información de texto de los formatos de presentación de trabajos de titulación en la UCSG. Se adjunta documento de Reporte URKUND de la Revisión Final en medio digital. Porcentaje de coincidencia final del 2%.

Ing. Luis Vallejo Samaniego, M.Sc.

DOCENTE-TUTOR

AGRADECIMIENTO

Le agradezco de rodillas a mi Padre Celestial que me ha permitido llegar hasta esta nueva meta, por los sueños cumplidos y por los futuros logros profesionales, por la salud y la vida que me ha dado, un fraterno agradecimiento a la Universidad, al personal docente, administrativo y de servicios por ser parte facilitadora y guía de mis pasos, por ser fuente inagotable de mecanismos en motivación al servicio de los demás, del bien común y de nuestro perfeccionamiento.

A mi tutor por su gran lección que desde su visión superior, ha sabido ser mi guía, luz, faro e impulso de ética y trabajo, dándome su tiempo y paciencia en el día a día para que se cumplan con cada una de las sugerencias y observaciones realizadas a mi trabajo, reconociendo a la vez el esfuerzo y el sacrificio que hago para cumplir con esta labor realizada, con amor, honradez y entusiasmo.

Quiero dejar constancia del sentido agradecimiento a toda mi familia y amigos, porque cada uno me comprendió y me animo a seguir con este nuevo proyecto de superación profesional, que será siempre para mí, el motivo de mejorar mi capacidad intelectual, para luego darme la oportunidad de obtener una vida digna para nosotros, nuestra familia y ponerlo al servicio de nuestra Patria.

José Alberto

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios, por darme las fuerzas necesarias cada día, por la salud y vida que me ha dado, además de ser mi guía para poder cumplir con mis aspiraciones y esperanzas de lograr alcanzar nuevos objetivos profesionales.

Y de manera muy especial, a mis padres, Alberto y Rosaura a mi esposa, Magdalena e hijas, Madelyne y María José que son el motor de mi vida, y con una sonrisa de ellas, me dan la fortaleza y persistencia.

José Alberto



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS M. Sc.
DECANO

f. _____
ING. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M. Sc.
COORDINADOR DE ÁREA

f. _____
ING. MONTENEGRO TEJADA, RAUL, M. Sc.
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT	XVIII
CAPÍTULO 1	2
INTRODUCCIÓN	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Ubicación Geográfica de la Hacienda el Limoncito	2
1.3 Justificación y alcance.....	3
1.4 Planteamiento del problema.....	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 Objetivo general.....	5
1.5.2 Objetivos específicos	5
1.6 Hipótesis.....	5
1.7 Tipo de investigación	5
1.8 Metodología	5
PARTE I MARCO TEÓRICO.....	7
CAPÍTULO 2.....	7
SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN	7
2.1 Marco referencial	7
2.1.1 Generalidades del sistema eléctrico	7
2.1.2 Fuentes primarias de energía.....	7
2.1.2.1 Energía hidráulica	8
2.1.2.2 Energía eólica.....	8
2.1.2.3 Energía térmica biomasa	9
2.1.2.4 Energía solar fotovoltaica	10
2.1.2.5 Energía térmica biomasa	10

2.1.3	Sistemas eléctricos	12
2.1.3.1	Sistemas eléctricos de potencia.....	12
2.1.3.2	Sistemas de generación	12
2.1.3.3	Sistemas de transmisión	12
2.1.3.4	Sistemas de distribución.....	13
2.1.4	Redes de distribución eléctrica.....	13
2.1.4.1	Topología de la red de distribución.....	14
2.1.4.2	Topología de la red de media y baja tensión.....	15
2.1.5	La red distribución de baja tensión	15
2.1.5.1	Ventajas de las redes aéreas	17
2.1.5.2	Ventajas de las redes subterráneas	17
2.1.5.3	Inconvenientes de las redes aéreas.....	17
2.1.5.4	Inconvenientes de las redes subterráneas.....	17
2.1.6	Trayectoria de la red de distribución de baja tensión.....	18
2.1.7	Red distribución de media tensión	18
2.1.7.1	Ventajas de la media tensión:.....	19
2.1.7.2	Distribución subterránea en media tensión	19
2.1.7.3	Redes de distribución aérea de media tensión.....	19
2.1.8	Redes aéreas desnudas	20
2.1.9	Redes anti hurtó.....	21
2.2	Elementos del sistema de distribución.....	21
2.2.1	Conductores.....	21
2.3	Clasificación los postes	21
2.3.1	Tipo de postes según su material	22
2.3.2	Tipos y características aisladores y herrajes	24
2.3.3	Características de los herrajes	25
2.3.4	Tipos y características cajas de derivación y fusibles	27
2.4	Impacto ambiental por la generación de energía.....	32
3.1	Sistema rural.....	34
3.1.1	Estructura del sistema y características técnicas	34
3.1.2	Distribución.....	34
3.1.3	Elementos de la red o sistema de distribución	35

3.2	Sistema urbano	36
3.2.1	Estructura del sistema y características técnicas	36
3.2.2	Líneas	37
3.3	Modelo de la red.....	37
3.3.1	Red de cableado	38
3.3.2	Dispositivos.....	38
3.3.3	Transmisor.....	38
3.3.4	Receptor	38
3.3.5	Ruido externo.....	38
3.4	Métodos aplicables al área eléctrica.....	39
3.4.1	Método de construcción	39
3.4.2	Método de apertura o destrucción	39
3.4.3	Método de intercambio de ramas o permutación	39
3.4.4	Método de reconfiguración natural	40
3.4.5	Variaciones de la tensión	40
3.5	Marco legal.....	41
CAPÍTULO 4		44
ÍNDICES DE NIVELES DE CALIDAD PARA EL SUMINISTRO ELÉCTRICO.....		44
4.1	Análisis del sistema y calidad del suministro	44
4.2	Definiciones generales	44
4.3	Obligaciones.....	46
4.3.1	Obligaciones de la Distribuidora.....	46
4.3.2	Obligaciones del consumidor	46
4.4	Clasificación de las redes de distribución	46
4.5	Redes de distribución urbanas.....	46
4.5.1	Redes de distribución rurales	47
4.5.2	Redes de distribución suburbanas	47
4.5.3	Redes de distribución turística	47
4.6	Límite de índices de nivel de voltaje.....	47

4.7	Límites máximos de distorsión armónica	48
4.8	Esquema general del diagnóstico	48
4.9	Análisis y evaluación de confiabilidad	49
4.10	Índices de fiabilidad	50
PARTE II APORTACIONES		52
CAPÍTULO 5		52
MODELAR UNA RED ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN		52
5.1	Introducción	52
5.2	Ubicación Geográfica.....	52
5.3	Descripción del sistema de la red.....	53
5.3.1	Postes.....	53
5.3.2	Diagrama unificar general actual de la Hacienda el Limoncito	54
5.3.3	Estructuras.....	55
5.3.4	Aisladores.....	55
5.3.5	Diagrama unifilar actual de la red de media tensión de la Hacienda el Limoncito	56
5.3.6	Conductores.....	57
5.3.7	Templadores.....	57
5.4	Protecciones	57
5.5	Cámara de transformación	58
5.5.1	Cuarto de transformadores actual de la Hacienda el Limoncito	59
5.6	Sistema puesta a tierra.....	60
5.7	Levantamiento de la carga	60
5.8	Amperaje de media tensión.....	60
5.9	Sistema de medición	61
5.9.1	Transformador de distribución de la hacienda el limoncito.....	62
5.10	Protección en baja	63
CAPÍTULO 6		64

MEJORAS DE LOS ÍNDICES Y NIVELES DE CALIDAD ELÉCTRICO	64
6.1 Introducción	64
6.2 Sistema eléctrico actual y su plan de mejora	64
6.3 Conexión delta abierto	64
6.4 Relocalización de la red interna	65
6.5 Selección de la ruta para el mejoramiento de la red.....	65
6.6 Punto de inicio de la ruta.....	66
6.7 Descripción del trazado.....	66
6.7.1 Diagrama unifilar propuesto de la Hacienda el Limoncito	67
6.8 Punto final de la ruta	68
6.9 OPTIMIZACIÓN Y SELECTIVIDAD DEL SISTEMA	68
6.9.1 Diagrama de la red de media tensión propuesta.....	69
6.10 Presupuesto de línea de media tensión.....	70
CAPÍTULO 7	72
DETERMINACIÓN DE CARGAS SECCIONADAS Y GLOBALES	72
7.1 Carga por sección de aulas.....	72
7.2 Carga por sección de riego	72
7.3 Carga por sección de guardianía	72
7.4 Carga por sección de galpón 1	72
7.5 Carga por sección de galpón 2	73
7.6 Carga por sección de cargas y demanda total	73
7.7 Capacidad del banco de transformador en kva a instalarse.....	73
7.7.1 Cuarto de transformación propuesto de la Hacienda el Limoncito.....	74
CAPÍTULO 8	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
8.1 Conclusiones	76

8.2 Recomendaciones.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	78
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Fuente renovable y su potencia.....	11
Tabla 2.2: Fuentes no renovables y su potencia.....	11
Tabla 2.3: Características de baja tensión.....	17
Tabla 2.4: Características de baja tensión.....	19
Tabla 2.5: Fusibles de Protección.....	29
Tabla 2.6: Gases de efecto invernadero.....	33
Tabla 3.1: Márgenes de variación de la tensión nominal.....	41
Tabla 4.1: Límites de índice de nivel de voltaje.....	48
Tabla 4.2: Límites máximos de armónicos de voltaje (% del voltaje nominal).....	48
Tabla 5.1: Voltaje de media tensión.....	60
Tabla 5.2: Amperaje en baja tensión.....	61
Tabla 6.1: Costo de materiales eléctrico y mano de obra.....	70
Tabla 6.2: Costo de material y obra civil.....	71
Tabla 6.3: Resumen costo eléctrico obra civil.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Foto Satelital de la hacienda el limoncito.....	3
Figura 2.1: Energía hidráulica.....	8
Figura 2.2: Energía eólica	9
Figura 2.3: Energía térmica biogás	9
Figura 2.4: Energía fotovoltaica.....	10
Figura 2.5: Energía térmica biogás	11
Figura 2.6: Infraestructura de la distribución eléctrica	13
Figura 2.7: Distribución de la energía a sus clientes.....	14
Figura 2.8: Topología de la red radial.....	16
Figura 2.9: Topología de la red tipo lazo	18
Figura 2.10: Sistema de suministros eléctricos	20
Figura 2.11: Tipos de poste	23
Figura 2.12: Aisladores	24
Figura 2.13: Herrajes.....	25
Figura 2.14: Cajas de seccionamiento.....	27
Figura 2.15: Caja de derivación	28
Figura 2.16: Tiras fusible	30
Figura 2.17: Protectores	31
Figura 2.18: Centrales hidráulica	32
Figura 3.1: Sistema de distribución.....	36
Figura 4.1: Esquema general del diagnostico	49
Figura 4.2: Metodología para análisis de confiabilidad	50
Figura 5.1: Hacienda Limoncito UCSG.....	52
Figura 5.2: Postes de la red trifásica interna de media tensión	53
Figura 5.3: Ingresó al predio línea de MT.....	55
Figura 5.4: Arranque de líneas de media y tensión.....	57
Figura 5.5: Poste P0 interconexión de la red de media tensión,	58
Figura 5.6: Cuarto de transformadores.....	58
Figura 5.7: Medidor principal clase 200	61
Figura 6.1 Conexión delta abierto	65
Figura 6.2: Conexión Y/Y.....	68

RESUMEN

El presente trabajo se lo realizo en las instalaciones de propiedad de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, ubicada en la Hacienda El Limoncito del Km 30 Vía a la Costa. La Universidad en mención, siempre preocupada por alcanzar los estándares de excelencia académica y de seguridad en sus instalaciones, ha decidido realizar el estudio técnico del sistema eléctrico, en dicho establecimiento, para con ello poder proporcionar a sus estudiantes de la Facultad Técnica para el desarrollo una excelente infraestructura y seguridad a sus estudiantes. Con el presente estudio, se espera determinar los principales parámetros eléctricos para brindar al sistema, seguridad en toda su distribución eléctrica desde el punto de interconexión, hasta poder proporcionar el servicio a todo el estudiantado y personar de servicio. Para dicho estudio, se ha utilizado equipos y herramientas muy importantes en el análisis, para poder establecer con exactitud los principales parámetros eléctricos. Para establecer, lo antes mencionado se han utilizado las principales normas y reglamentos vigentes a nivel nacional e internacional, lo que nos permite dar con claridad los resultados del estudio a aplicarse en el nuevo sistema.

PALABRAS CLAVES: EXELENIA, SEGURIDAD, ESTUDIO, ANÁLISIS,
NORMAS

ABSTRACT

This work was carried out in the facilities owned by the Santiago de Guayaquil Catholic University, located in the Hacienda El Limoncito at Km 30, Vía a la Costa. The aforementioned University, always concerned to reach the standards of academic excellence and safety in its facilities, has decided to carry out the technical study of the electrical system, in this establishment, in order to provide its students of the Technical Faculty for development an excellent infrastructure and security to its students. With the present study, it is expected to determine the main electrical parameters to provide the system, security in all its electrical distribution from the point of start up, to be able to provide the service to all the student body and service person. For this study, very important equipment and tools have been used in the analysis, to be able to establish with accuracy the main electrical parameters. To establish, the aforementioned have used the main rules and regulations in force at national and international level, which allows us to clearly give the results of the study to be applied in the new system.

KEY WORDS: EXCELLENCE, SECURITY, STUDY, ANALYSIS, RULE.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La energía eléctrica es de mucha importancia dentro del desarrollo económico y social, ya que la variabilidad de los recursos actuales que existen en nuestro país, donde contamos con varias regiones como son, Sierra, Costa, Oriente e Insular, que generan diversos tipos de energía eléctrica, tales como hidroeléctrica, termoeléctrica, geotérmica, eólica, fotovoltaica, ha llevado a tener una diversidad de fuentes de generación eléctrica, por medio de nuevas alternativas que cooperan al abastecimiento de energía eléctrica a toda la población ecuatoriana en general.

El análisis y la evaluación actual y rediseño de la red de media y baja tensión de la hacienda el Limoncito de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, desde el punto de interconexión hasta el cuarto de transformadores, nos permitirá como tema de tesis, el objetivo principal, realizar un nuevo levantamiento de la red eléctrica, la misma que servirá para mejorar el índice y la calidad en el suministro eléctrico, estableciendo los principales parámetros y estándares de calidad y servicio eléctrico.

El presente estudio se lo realizará en la Vía a la Costa Km 30 Hacienda El Limoncito, Provincia de Santa Elena, con coordenadas X y Y son; (584190,9754407), con un área de 35 hectáreas, donde se analizarán el estado de los elementos instalados, además del tipo de conexión y sistema instalado, los mecanismos y herramientas a ser utilizadas son: instrumentos de medición, elementos de protección y escaleras, lo que permitirá hacer una recopilación de información de primera clase para su posterior análisis, conclusiones y recomendaciones.

1.2 Ubicación Geográfica de la Hacienda el Limoncito

La hacienda el Limoncito es de propiedad de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, la misma que se encuentra Ubicada vía a la costa, como referencia al lado de la hacienda la Esperanza, tal como se lo puede divisar e ilustrar en la figura 1.1

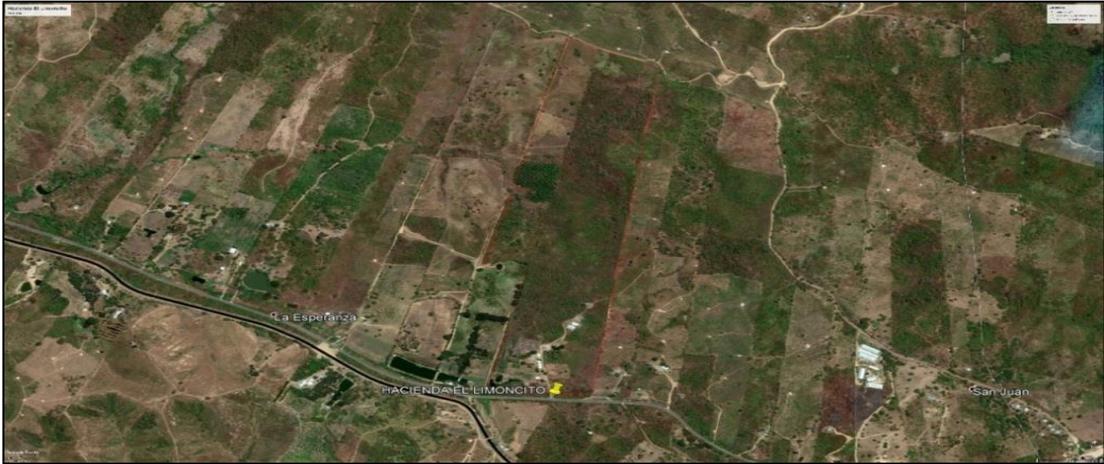


Figura 1.1 Foto Satelital de la hacienda el limoncito
Fuente: Google maps

Con el presente estudio, lo que se desea analizar y determinar las presentes instalaciones, para que por medio de un proyecto donde se defina los parámetros más representativos como la demanda y así podamos corregir y repotenciar las instalaciones actuales.

Para el desarrollo del mismo, se procedió con una inspección visual con sus respectivas mediciones, constatando el estado de los elementos instalados, además del tipo de conexión del sistema de conexión actual, lo que nos permitirá hacer una recopilación de información de primera clase para su posterior análisis. La energía eléctrica que es entregado por las distribuidoras eléctricas del país, (Cnel. E.P Unidad de negocio Santa Elena), las mismas que deben ser de excelente calidad, esto se consigue con un excelente sistema eléctrico, utilizando los mejores elementos apropiados para la instalación y montaje de los mismos, que esto nos dará como resultado un excelente fluido eléctrico en la red de distribución de alta y baja tensión, para luego ser aprovechado al máximo por el consumidor.

1.3 Justificación y alcance

Este proyecto tiene la finalidad de mejorar los índices y niveles de calidad del suministro eléctrico de esta institución, así mismo mejorar las condiciones eléctricas, calidad del servicio, vida útil de los elementos eléctricos, seguridad integral y el buen vivir de la comunidad, que se encuentra dentro de las instalaciones, además se deja actualizado toda una base de datos técnicos, con la finalidad de que este proyecto sea

aprobado por la CNEL. EP de Unidad de Negocios Santa Elena. El trabajo expuesto para la titulación y así adquirir el título de Ingeniería en Eléctrico mecánica está dado a la repotenciación, relocalización y mantenimiento de la red eléctrica en media y baja tensión de la Finca Limoncito en el KM 30 Vía a la costa, cuyo propietario es la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; por lo que se ejecuta este trabajo, en la relocalización de las redes de media tensión desde el punto de interconexión hasta el último poste.

En este trabajo se pone en práctica el análisis, la evaluación, normas, procedimientos, teorías, dados en las aulas de clase por los docentes; y experiencias adquiridas en nuestro trabajo, garantizando la calidad, eficiencia y mejoramiento para el aprovechamiento de una mejor calidad de servicio, evitando también, daños eléctricos a motores, iluminarias, artefactos eléctricos, pero sobre todo la seguridad integral de todo el personal que ingrese a nuestras instalaciones de la facultad.

1.4 Planteamiento del problema

En la actualidad la hacienda el Limoncito de propiedad de la UCSG, posee una alimentación eléctrica trifásica con medición directa, en conexión delta abierta; la cual no es aprovechada en su totalidad y se desea aumentar la capacidad con un nuevo banco de transformadores instalando otra línea de alimentación en la acometida de media tensión.

Actualmente existe una red trifásica, cuyo punto de interconexión está ubicado en la red de media tensión de Cnel. E.P. Santa Elena, la red trifásica será aprovechada para instalar un nuevo banco de transformadores. Además, la seguridad de los estudiantes de la facultad de agropecuaria se encuentra en riesgo debido a que la red de media tensión, pasa por encima de las aulas incumpliendo las normas eléctricas, como las del NATSIM, y así dar paso a un nuevo análisis y evaluación de la red de distribución para mejorar los índices y calidad y seguridad del suministro eléctrico, con el incremento de una nueva línea en la acometida de media tensión de 15 KV, que va desde el ultimo poste, hasta el ingreso del cuarto de transformadores, además se realizara el mantenimiento a 2 transformadores existentes realizando pruebas de continuidad y megado, en sus bobinas internas de alta y baja como también una prueba de rigidez dieléctrica y prueba del PCB, al aceite de los

transformadores y así prolongar la vida útil de los mismos, es de mucha importancia construir una nueva malla de aterrizamiento ya que actualmente no tiene, esto permite mitigar los riesgos eléctricos, descargas eléctricas, lo que perjudicaría a personal de docentes, estudiantes y personal de custodia de toda la institución.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar y evaluar la red de distribución en media y baja tensión, para realizar el rediseño del sistema, mejorando los índices y niveles de seguridad y calidad en el suministro eléctrico.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar las redes de media y baja tensión en zonas urbanas y rurales.
- Analizar los índices y niveles de calidad en el suministro eléctrico.
- Modelar una red eléctrica de media y baja tensión.

1.6 Hipótesis

Si se analiza y evalúa la red de distribución, la reestructuración de redes de media y baja tensión y el mantenimiento de sus elementos, se logra mejorar y repotenciar los índices, para un servicio continuo y mejorar la calidad del suministro eléctrico, para lograr esta mejora en la repotenciación se tendrán como base de conceptos y análisis, equipos de precisión en la medición, los cuales nos ayuden a determinar las mejoras en dicho estudio.

1.7 Tipo de investigación

Para el presente trabajo de investigación se utilizará los tipos de análisis descriptivos, visual, apalancándonos con procedimientos en el método científico y analítico, lo cual nos permitirá desarrollar una base de análisis para poder establecer de forma consistente la proyección que deseamos en el presente estudio.

1.6 Metodología

La metodología a aplicarse en el presente estudio comprende un análisis descriptivo de las actuales instalaciones y con ello ajustando a las normativas actuales con los respectivos análisis de normas de seguridad y los resultados del

proyecto en estudio se determinará nuevas localizaciones de circuitos o equipos elementos adicionales a ser instalados.

El estudio de la red de distribución de media tensión de El Limoncito de propiedad de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, se limitara en dos métodos de análisis, donde nos ayudaran a identificar cuáles son los problemas más comunes que enfrenta el sector en el presente, tomando en consideración la mala calidad de energía y aquellos peligros que son originados por un mal diseño de la red de media tensión y con ello se pretende tener soluciones apropiadas a la problemática existente.

Utilizaremos como primer método la hipótesis científica experimental, la cual se basa en la recopilación de datos estadísticos tipo numéricos de todos los parámetros eléctricos con sus respectivos gráficos, en donde se analizaran las magnitudes medibles y conocidas. Además, se utilizará como segundo método el estadístico el cual nos mostrara valores reales para así hacer un análisis segmentando, esta información está sujeta según el comportamiento de las cargas para obtener un mejor diagnóstico del sistema.

Se identificarán cada circuito eléctrico, clasificándolos según el nivel de voltaje y potencia, además se realizarán levantamientos y actualizaciones de los planos existentes, para con ello establecer la repotenciación del sistema eléctrico. Según la nueva base de datos obtenida se procederá a una nueva regulación en la que se trabajará con la carga establecida para su repotenciación del sistema.

Basándose en todas las normativas eléctricas vigentes y con todos los resultados obtenidos en el estudio realizado además se establecerán tablas comparativas con el fin de que se puedan identificar los circuitos que no cumplen con los parámetros para luego realizar los respectivos correctivos que sean necesarios en el nuevo sistema.

PARTE I MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2

SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN

2.1 Marco referencial

2.1.1 Generalidades del sistema eléctrico

La distribución de la energía eléctrica en el país, es la base primordial para el crecimiento de la sociedad, el cual nos sirve como indicador del nivel de vida de la población; el fenómeno de la distribución eléctrica se apoya en el giro de los electrones, ya que es en un medio de transporte eléctrico donde presenta una mínima resistencia al desplazamiento de éstos, desde las sub estaciones de transmisión, hasta todos los usuarios finales como son: los hogares, grandes industrias sector público y el comercio.

El sistema de transporte de energía radica en que tienen que cubrir grandes distancias, empleando elementos de transformación que ayudan a la distribución eléctrica. Se elaboran transformaciones de tensión que permitan reducir la intensidad de la corriente con el fin de escoger conductores de calibre menor, ya que es el mejor aliado para cubrir la demanda de todos los usuarios reduciendo pérdidas de energía.

A pesar de que se realicen cambios que permitan reducir las pérdidas de energía, siempre existirá pérdidas de energía, pero en un menor rango, la manera de estimar las pérdidas de energía se desarrollan en base a la información real que exista en el momento que se realice el estudio, con el fin de analizar las pérdidas técnicas a nivel de media tensión en el sistema de distribución de una red eléctrica. Se plantea el análisis de los datos de una topología y distribuidora de la red para poder evaluar las pérdidas de ordenando datos y análisis de flujo de carga.

2.1.2 Fuentes primarias de energía

Todo lo relacionado a la matriz energética en el Ecuador, nos referimos a todo aquello que compone actualmente sistema eléctrico nacional de electrificación, inicia

en la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

2.1.2.1 Energía hidráulica

El sistema eléctrico en el territorio nacional tiene una matriz de generación a partir de fuentes renovables o no renovables, las primeras utilizan energía natural, aprovechando el agua en todas sus formas de precipitación (hidráulica) el agua almacenada en lagos y embalses a gran altitud y está al caer por gravedad se transforma en la energía cinética para luego por medio de un generador se transforma en energía eléctrica, tal como lo indica la figura 2.1



Figura 2.1: Energía Hidráulica
Fuente: www.Energía Hidroeléctrica

2.1.2.2 Energía eólica

“Los vientos, generalmente, son causados por el calentamiento del sol en la atmosfera de una forma desigual, como se lo puede apreciar en la figura 2.2, estos son modificados por la superficie de la tierra ya que por las irregularidades de las mismas provocan un gran flujo de movimiento de aire, los mismos, que chocan con las aspas de estas turbinas, provocando una acción en la transmisión del eje rotatorio para así convertir esta energía mecánica en energía eléctrica por medio de un generador”. (McGowan & Rogers, 2010)



Figura 2.2: Energía Eólica
 Fuente: www.Energía Eólica

2.1.2.3 Energía térmica biomasa

El proceso de la digestión anaeróbica, es el resultante de la energía térmica de biogás, es decir, que una planta de estas características, puede convertir el estiércol animal, los residuos de la industria agroalimentaria, las plantas verdes, en la energía de biogás, los principales gases que se obtienen en la descomposición son el dióxido de carbono (CO₂) que representa entre el 30% - 40%, y el metano que representa entre el 60% - 70%, existen otras fases pero en pequeñas cantidades. Según el autor (Fernando & Adeline, 2010) “La energía se genera con el biogás cuando los elementos indicados se queman a través del proceso de combustión produciendo calor, el mismo que, puede mejorar filtrando el metano puro, eliminando otros gases convirtiéndolo en bioetanol”. Como se ve en la figura 2.3

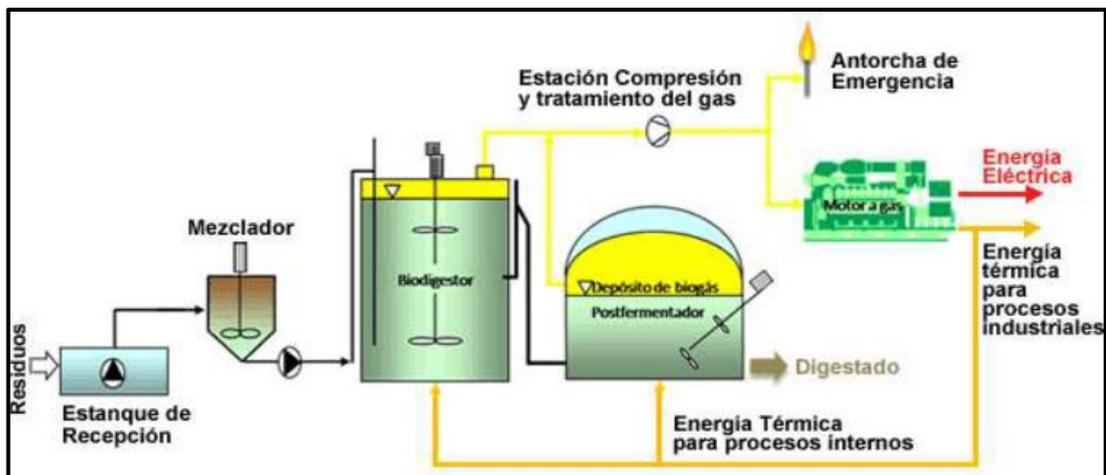


Figura 2.3: Energía térmica biogás
 Fuente: www.promoenergia

2.1.2.4 Energía solar fotovoltaica

Esta energía solar fotovoltaica, se la considera entre todas las energías las más elegantes, ya que produce electricidad a partir de la luz solar sin existir ninguna parte móvil, es decir que en una célula fotovoltaica la luz del sol, desprende electrones de los átomos de silicio de su anfitrión de su hospedador. Ver la Figura 2.4



Figura 2.4: Energía Fotovoltaica
Fuente: **El confidencial.com**

“Los fotones son pequeños paquetes de energía capturados por los electrones, impartiendo mucha energía para expulsar el electrón de átomo visitante. Muy cerca de la celda en la superficie existe una membrana en una sola dirección llamada PN, esta se forma mediante la mezcla de fosforo y una delgada oblea de silicio, el electrón una vez que cruza la unión PN no puede regresar y apareciendo una tensión negativa en la superficie que enfrenta al sol, y la negativa en la superficie inferior, estas se conectan a través de un circuito extremo para poder extraer la potencia total de la célula solar”. (APPA).

2.1.2.5 Energía térmica biomasa

Este tipo de energía es muy fácil de aprovechar y una forma muy común de convertir la materia orgánica en energía, los desechos como la madera, vegetales, plantas, estas liberan energía química y la transforma en forma de calor, la cual, después es aprovechada en energía y luego por medio de un proceso es utilizada para la electricidad de los hogares, ver referencia figura 2.5

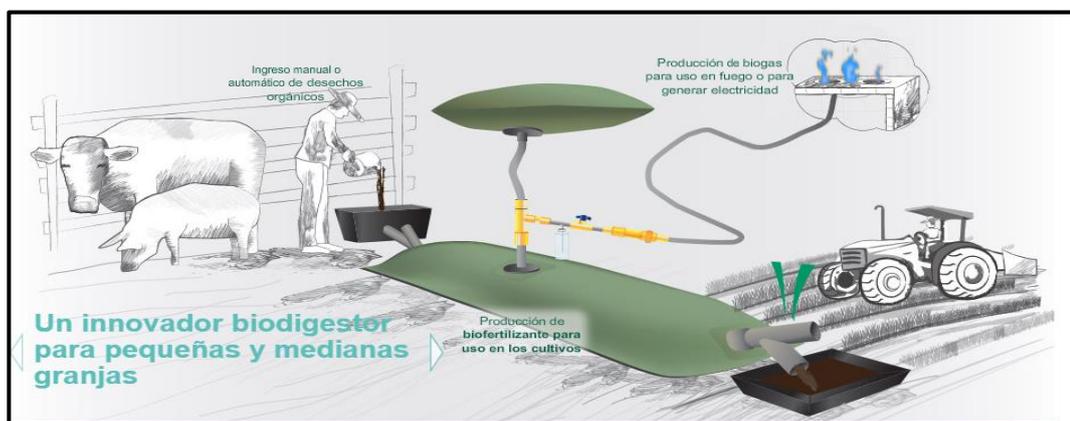


Figura 2.5: Energía térmica biogás
Fuente: www.promoenergia

En la tabla 2.1 podemos apreciar en detalle actualmente cuales son las centrales que se utilizan para las fuentes renovables, indicándonos en cada una de estos la potencia nominal, es decir de acuerdo a su diseño o datos de placa según indicados por el ARCONEL.

Tabla 2.1: Fuente renovable y su potencia

Tipo Fuente	Tipo de Central	Tipo de Unidad	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
	Hidraulica	Hidraulica	4,446,36	4,418,18
	Termica Biomasa	Turbovapor	144,30	136,40
Renovable	Totovoltaica	Fotovoltaica	26,48	25,59
	Eolica	Eolica	21,15	21,15
	Termica Biogas	MCI	2,00	1,76
Total Renovable			4,640,29	4,603,07

Fuente: (Arconel, Fuentes renovables, 2016)

Las segundas, utilizan energía de la combustión de petróleo (primaria) de gasolina (secundaria) y mecánica por un motor (útil), tal como se lo aprecia en la tabla 2.2 fuentes no renovables y su potencia.

Tabla 2.2: Fuentes no renovables y su potencia

Tipo fuente	Tipo de Central	Tipo de Unidad	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
		MCI	2,005,43	1,611,63
No Renovable	Termica	Turbogas	1,118,85	969,43
		Turbovapor	461,87	422,74
Total No Renovable			3,586,14	3,003,80

Fuente: (Arconel, Fuentes renovables, 2016)

Desde el punto de vista de planeación de sistemas, a diferencia de la forma en que es tratado en la mayoría de los textos sobre análisis de potencias, se tiene interés en los aspectos de generación de energía eléctrica, considerando el tamaño de las unidades, eficiencia y costo de fuente a elementos convertidores de energía de manera que puedan hacerse estudios comparativos.

2.1.3 Sistemas eléctricos

2.1.3.1 Sistemas eléctricos de potencia

“En el país, la red eléctrica está formada por varios elementos que agrupan el sistema de potencia y que cumplen los requerimientos de la industria, el comercio y el uso residencial; el sistema de potencia se basa en: Generación, Transmisión, Sub Transmisión y Distribución los sistemas eléctricos de potencia (S.E.P.) pueden ser representados mediante modelos matemáticos” (González Quintanilla, 1983, pág. 24)

“Los cuales permiten hacer predicciones sobre su comportamiento real en cualquier estado de operación, en base a un modelo matemático básico de un sistema eléctrico de potencia y a las características reales del mismo, es posible determinar un programa de operación que minimice los costos de producción de la energía eléctrica mediante un estudio de flujos de carga, se puede obtener un punto de operación, el cual no es el óptimo en el aspecto económica”. (González Quintanilla, 1983, pág. 24)

2.1.3.2 Sistemas de generación

“El Sistema de Generación se basa en la transformación de una energía en otra usando un elemento, la mayoría de los elementos se basan en aprovechar la energía mecánica para así transformarla en energía eléctrica por medio de arreglos de bobinas y de un campo magnético”. (Aguirre Vásquez, 2016, pág. 7)

2.1.3.3 Sistemas de transmisión

El Sistema de Transmisión está integrado por aquellos elementos que ayudan a trasladar la energía eléctrica en varios sentidos y en grandes distancias generalmente en alta tensión, poseen diferentes topologías dependiendo de las

exigencias de los consumidores para ello hay que considerar el anillo, radiales, bucle abierto, aunque en varios casos estos, no sufren daños o cortes de energía, ya sea por malos mantenimientos o falencias en el sistema, para ello se debe dar mantenimiento al abastecimiento de energía de manera continua lo cual es favorable para la empresas y los cliente, generalmente el sistema de transmisión está compuesta por torres, debido a que estas son líneas de varios kilómetros y aun nivel alto de tensión.

2.1.3.4 Sistemas de distribución

El sistema de distribución de nuestro país está compuesto por las empresas distribuidoras con el fin de transportar la energía en un nivel de media y baja tensión a través de las líneas de distribución hacia sus centros de transformación que es donde se reduce el voltaje de media a baja con el fin de ofrecer el servicio eléctrico a un nivel más seguro para el consumo residencial, comercial e industrial y público.

2.1.4 Redes de distribución eléctrica

El sistema eléctrico no es más que el conjunto de todas las máquinas, de elementos, de barras que construyen los diferentes circuitos eléctricos con una determinada tensión nominal. Como lo indica la figura 2.6



Figura 2.6: Infraestructura de la distribución eléctrica
 Fuente: G. Comercial de Cnel

Es una serie de varios elementos eléctricos o electrónicos, como son los condensadores, resistencias, fuentes, inductancias, y/o dispositivos electrónicos semiconductores, conectados entre sí con el propósito de transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas. Para que la electricidad esté siempre disponible para nuestras necesidades cotidianas y en el momento en que se demandan es necesario gestionar el sistema de generación, transporte y distribución de forma exacta e instantánea. Ese es el trabajo de Red Eléctrica y su centro de control. “La electricidad es siempre igual, sea cual sea la fuente que la produce. Y, una vez que está en la red, no es posible distinguir un kilovatio nuclear de uno eólico.” (Rodríguez Hernández, 2012, pág. 15) Como lo indica la figura 2.7



Figura 2.7: Distribución de la energía a sus clientes
Fuente: G. Comercial de Cnel

2.1.4.1 Topología de la red de distribución

“Existen diferentes topologías de distribución que se basan según el servicio que se quiera brindar o según al acuerdo que se llegó con la comunidad, para asegurar la continuidad del servicio y el índice y niveles de calidad y así evitar

cuantiosas pérdidas para la empresa por falta de éste servicio, las diferentes tiene varios beneficios y desventajas. La topología radial es la más usada debido a que esta posee la desventaja de no garantizar la continuidad del servicio, ya que si se produce una falla en el sistema queda inhabilitado toda la red para quien este usando este servicio, mientras que la topología en anillo es el método más seguro cuyo motivo es que se puede desconectar una sección ya sea para mantenimiento o por alguna falla que se presente en cualquier momento y con ello pueda ser aislada del resto sin tener que suspender todo el servicio a los demás consumidores, dando así un tiempo mínimo para restablecer el servicio o inclusive no sufrir la falta de éste” (CEP, 2017, pág. 20).

2.1.4.2 Topología de la red de media y baja tensión

Durante el diseño, construcción y remodelación de las redes de baja o media tensión se debe considerar las regulaciones dadas por el Arconel. La topología de una red de distribución se basa en un esquema de distribución, esto indica que es la forma de cómo debe distribuirse la energía por medio de las disposiciones y de los segmentos de los circuitos de distribución. Es decir se enfoca en la forma de cómo se debe distribuir la energía desde una fuente de suministro.

2.1.5 La red distribución de baja tensión

Redes en baja tensión las encontramos de manera subterráneas y aéreas, las Normas para su implementación están descritas por las normas oficiales vigentes y las normas particulares de cada empresa.

La distribución subterránea es tendencia y la distribución aérea sólo se logra en las aquellas zonas en la cual la distribución subterránea no es posible o presenta muchas dificultades, una característica común en los núcleos rurales y núcleos urbanos es que en ambos casos la arquitectura empleada para las redes aéreas en baja tensión deben ser radiales, como lo indica la figura 2.8, esto implica que dicho diseño solo depende de las rutas posibles de las líneas como son las distancias entre las cargas o sus potencias.

En consecuencia, la forma de conseguir las redes en uno u otro caso son muy parecidos. (Calle Millán, 2012, pág. 5).

En general, las redes rurales de baja tensión se caracterizan por tener las líneas de la menor longitud posible, puesto que las potencias transportadas son generalmente bajas, pero necesitan ser transportadas a grandes distancias. Por un lado, las distancias entre las cargas y el centro de transformación deben ser lo menor posibles, para tener las mínimas caídas de tensión y, por otro lado, cada línea debe alimentar al mayor número posible de cargas, puesto que, al ser de muy poca potencia, las líneas están infrautilizadas desde el punto de vista de su límite térmico.

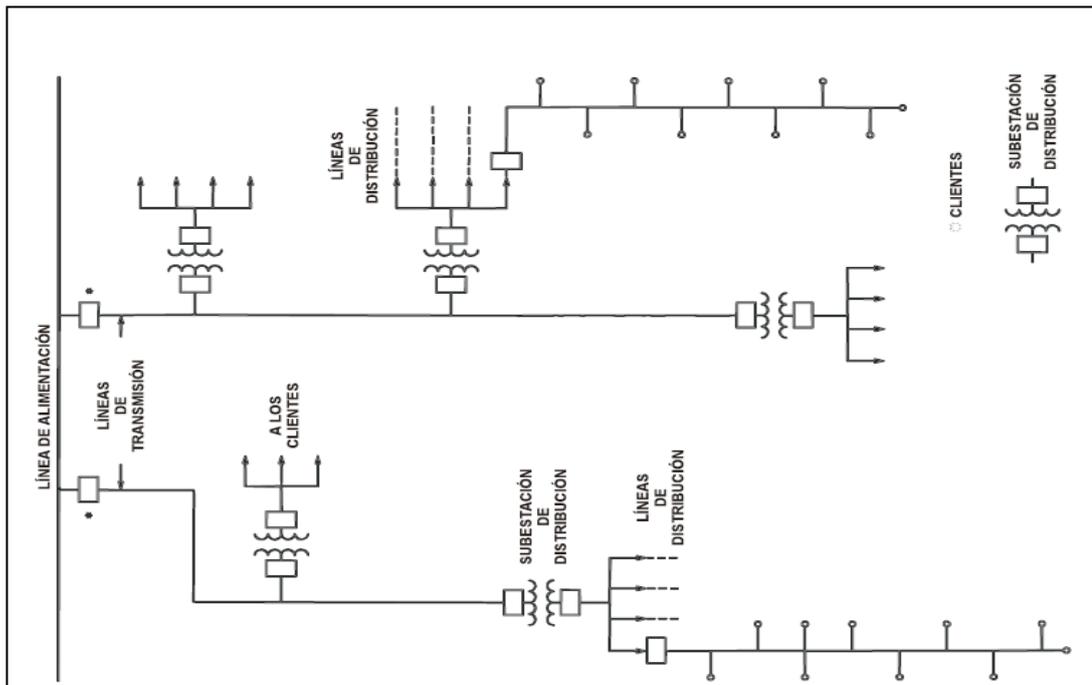


Figura 2.8: Topología de la red radial

Fuente: www.webnode.com

Las redes de distribución de baja tensión son redes que inician desde el centro de transformación y que son distribuidas para el consumo propio, su límite de tensiones está igual o inferior de los 1000 voltios, dependiendo de los proyectos, las acometidas generalmente serán aéreas, sin embargo, la solicitud del interesado podrá ser subterráneas.

Como podemos observar en tabla 2.3 que nos indica que si la red del sector es subterránea, la acometida también lo será, a continuación se puede observar los diferentes niveles de tensión que se encuentran subdivididos en baja tensión y a diferentes escala de la demanda hacer proporcionada al consumidor.

Tabla 2.3: Características de baja tensión

Baja tensión		
Fases	Voltaje	Característica
1	120	Demanda de hasta 3 KW
1	120/240	Demanda hasta 30 KW
2	120/208	Demanda hasta 30 kW siempre que se disponga el servicio caso contrario se debe instalar un transformador

Fuente: **Elaborado por los autores**

2.1.5.1 Ventajas de las redes aéreas

- Costo inicial más bajo.
- Fácil mantenimiento.
- Fácil localización de fallos.
- Tiempos de construcción y reparación más bajos.

2.1.5.2 Ventajas de las redes subterráneas

- Son más estéticas, pues no están a la vista.
- Son mucho más seguras y fiables.
- No están expuestas a vandalismo.

2.1.5.3 Inconvenientes de las redes aéreas

- Mal aspecto estético.
- Menos seguras y fiables.

Son más propensos a que tengan fallos y cortes de energía ya que estas están expuestas a: lluvias, polvo, descargas atmosféricas, granizo, temblores, gases contaminantes, contactos con cuerpos extraños, brisa salina, vientos, choques de vehículos y vandalismo.

2.1.5.4 Inconvenientes de las redes subterráneas

- Costo inicial más alto.
- El mantenimiento es más complicado y las reparaciones lentas.
- Se dificulta la localización de fallas.
- Están expuestas a la humedad y a los roedores.

2.1.6 Trayectoria de la red de distribución de baja tensión

La distribución subterránea en baja tensión se origina en el transformador, siguiendo su recorrido por tubos de PVC corrugado tipo pared doble, logrando así la alimentación a cada cuadra del sector según la demanda requerida, para la red de distribución subterránea que viene de un poste del sistema de distribución aéreo, se debe realizar una caja de revisión al pie del poste de arranque o elaborar las que sean necesarias para continuar con su recorrido hasta que esta se ubique frente al sitio que necesite del suministro eléctrico, para esto utilizamos la red anti hurtó, la cual nos ayuda actualmente en la disminución de pérdidas ver anexo 1.

2.1.7 Red distribución de media tensión

La característica principal de las redes de distribución de media tensión es Circuitos eléctricos que forman parte del sistema de potencia, el cual nos facilita entregar la energía reducida por las subestaciones de distribución a clientes del sector industrial. Como lo indica la figura 2.9

La energía que consumen abarcan los niveles de 13800 voltios, al sector

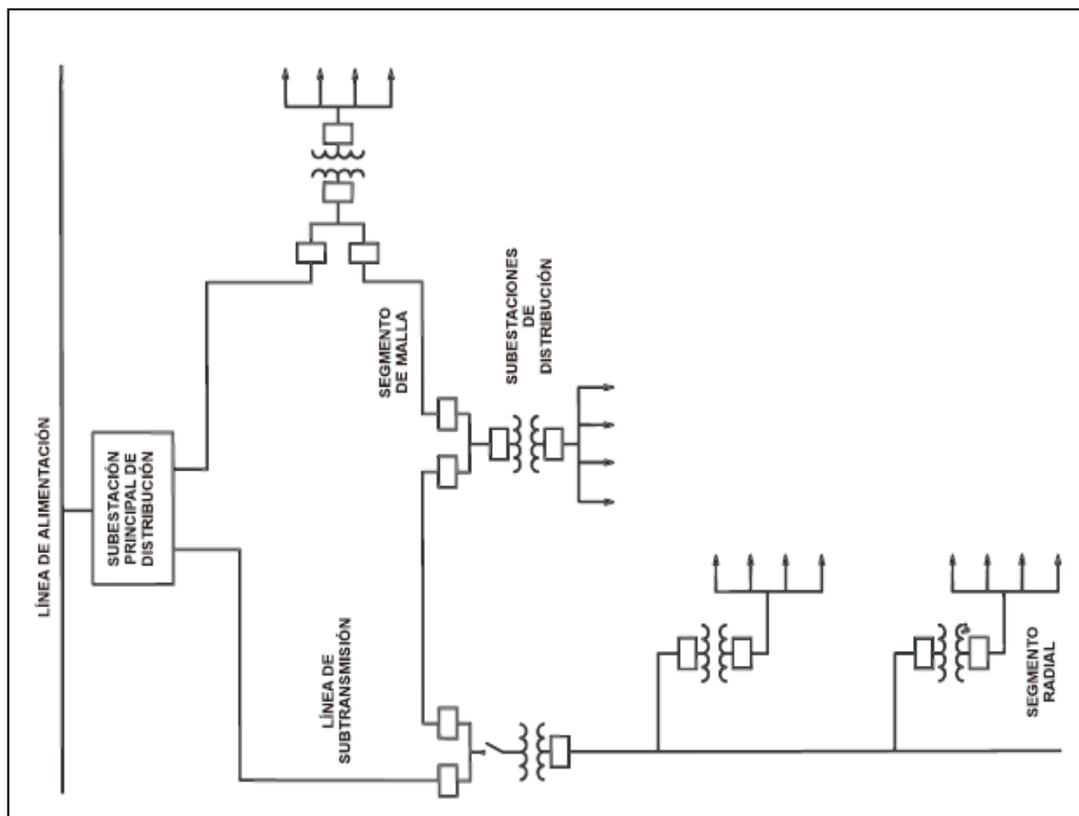


Figura 2.9: Topología de la red tipo lazo

Fuente: www.webnode.com

comercial y residencial, estos están a un nivel de voltaje de 120/240 y en caso especiales trifásicos de 208/440 voltios siempre y cuando esta se reduzca por medio de transformadores de distribución, los cuales cumplen la función para entregar toda la energía al total de clientes del sistema eléctrico, en media y baja tensión. A continuación se ve reflejado la tabla 2.4 que indican sobre las características de baja tensión.

Tabla 2.4: Características de baja tensión

Media tensión		
Fases	Voltaje	Característica
1	13800/3	30 kW > demanda < 90 Kw capacidad instalada máx. 100 KVA
3	13800	30 kW > demanda < 1000Kw

Fuente: **elaborado por los autores**

El primero ítem se basa en conseguir las menores pérdidas en la red y el segundo es el que tiene toda la carga y debe tener dos posibles alternativas de alimentación. (Díaz Dorado, 2000, pág. 28).

El cliente necesita las acometidas subterráneas o aéreas y llegan al transformador de carga por una tubería rígida de 4 pulgadas vía subterránea.

2.1.7.1 Ventajas de la media tensión

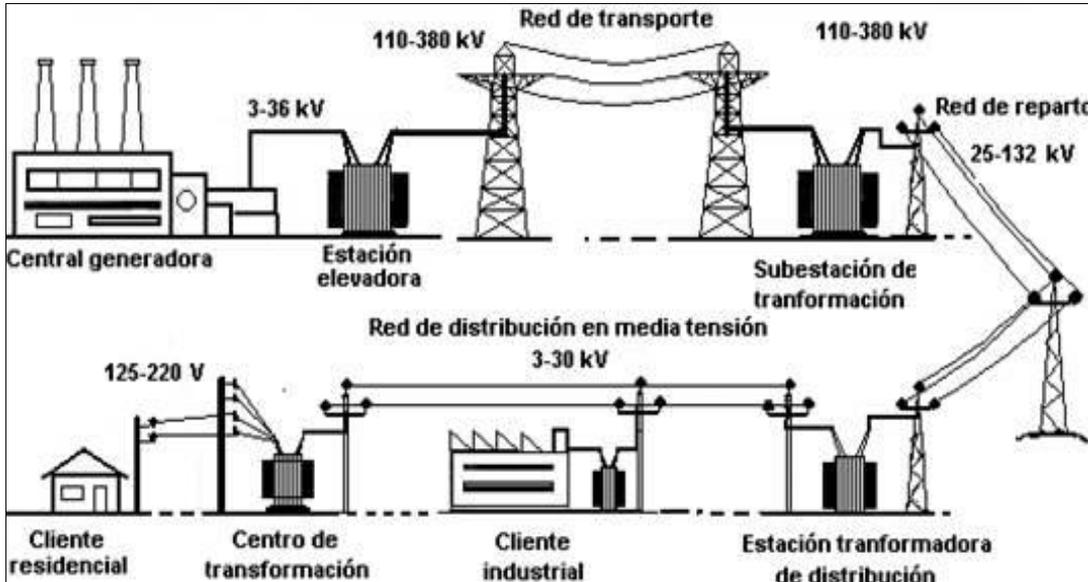
- Es sencilla de proteger, instalando una protección, y es realizar los mantenimientos.
- Cuando los tramos de media tensión son largos, las caídas de voltaje es menos y las perdidas también.
- Una red de media tensión sirve para alimentar a varios usuarios a la vez.
- Es suficiente con una protección contra cortocircuitos para cada fase, y la protección se instala en la cruceta del último poste.

2.1.7.2 Distribución subterránea en media tensión

La red en media tensión está compuesta por los transformadores y las líneas primarias monofásicas o trifásicas, su distribución se la realiza por medio de ductos PVC pesado o PVC corrugado tipo pared doble, la misma que pasa por cajas de paso de 80cm x 80cm x 80cm hasta llegar al transformador de poder.

La figura 2.10 nos indica la manera de como el transformador es conectado al sistema de distribución mediante líneas suministradas e instaladas por la comunidad o empresa eléctrica de la localidad.

Figura 2.10: Sistema de suministros eléctricos
Fuente: Moya López, Trinidad. 2008



2.1.7.3 Redes de distribución aérea de media tensión

Las acometidas en media tensión aéreas, se construyen en aquellos sectores donde las calles no estén pavimentadas, existan zanjas para drenajes y aceras no construidas por regeneración urbana, se utiliza tubería metálica rígida para uso eléctrico de 3" diámetro en redes con dos conductores (incluyendo el neutro) monofásicas y de 4" diámetro en redes trifásicas para la bajante de los conductores.

2.1.8 Redes aéreas desnudas

Estos tipos de redes se las utilizan una excepción en el medio rural siempre y cuando que las condiciones técnicas no obstaculicen la instalación de cables. La distancia entre los conductores es la separación entre los postes, los conductores deben de ser de aluminio o acero, y los aisladores de vidrio o de porcelana, para una tensión de 1.000 V.

Los soportes pueden ser curvos o rectos de acero galvanizado que servirán de apoyo, además se deben colocar cadenas con grapas de amarre, los postes para líneas

de conductores desnudos, pueden ser de hierro o de hormigón y en algunas ocasiones también puede ser de madera los de baja tensión se diferencian de los de alta tensión, por la forma de los aisladores”. (Cedeco, 2012)

2.1.9 Redes anti hurtó

Es un cable especial antirrobo múltiple, se lo usa más en redes residenciales y comerciales, hasta trifásico, es decir tres fases y un neutro, las mismas que se reparten a los usuarios por medio de acometidas y cajas especiales, esta alternativa se basa principalmente en cambiar la red secundaria existente (aérea de aluminio desnudo) por una red secundaria anti hurto. “Esta nueva red impide la conexión directa a la misma de los usuarios conllevando a la disminución de pérdidas de energía, este sistema está conformado por una caja hermética de distribución para derivar desde la red secundaria, la acometida con cable concéntrico y una caja hermética para alojar el medidor”. (Andrade Laborde, 2017, pág. 19)

2.2 Elementos del sistema de distribución

2.2.7 Conductores

Los conductores más utilizados son los de aluminio desnudo para media tensión de tipo ACSR con características de alma de acero, estos son de gran resistencia para el medio ambiente exterior, además existen los cables de Cu #2 de 15 KV estos se los utiliza para bajar desde la parte alta del poste hasta la parte inferior del banco de transformadores cuyos extremos se utilizan puntas plástico de alta y baja estos cables pasan por tuberías reforzadas rígidas de 3 y 4 pulgadas estos alimentadores están revestidos por aislantes de mucha resistencia para resistir altos voltajes.

2.3 Clasificación los postes

Los postes se clasifican de acuerdo a dos criterios

- Según el material del que estén contruidos.
- Según su función dentro de las líneas eléctricas.

2.3.1 Tipo de postes según su material

- Metálicos.
- De hormigón.
- De madera.

2.3.1.1 Postes metálicos

Los postes metálicos suelen estar constituidos por perfiles laminados de acero, unidos entre sí mediante remaches, tornillos, pernos o soldadura lo que conlleva cierta facilidad a la hora de ser transportados.

2.3.1.2 Tipos de postes metálicos

Se pueden encontrar tipos de postes metálicos:

Postes de presilla. – “Están formados por dos tramos unidos entre sí mediante tornillos, cada tramo se compone de cuatro montantes ensamblados mediante presillas soldadas. El tramo superior suele tener una longitud de 6 metros, mientras que el tramo inferior se configura para obtener distintas alturas de hasta 20 metros, este tipo de postes es muy usado en distribuciones en baja tensión debido a sus características geométricas, su facilidad de montaje y su precio económico para su uso”. (Entrena González, 2012, pág. 25)

Postes de celosía. – Este tipo de postes no se suele emplear en baja tensión porque los postes están constituidos por barras rectas ensambladas formando triángulos planos o tridimensionales, adoptando una estructura reticular o celosía.

Postes de hormigón.- Entre los postes de hormigón se distinguen cuatro tipos:

- Armado: Son los postes más frecuentes en distribuciones en baja tensión, ya que poseen una vida útil ilimitada y un bajo mantenimiento.
- Armado vibrado: El proceso de vibrado consiste en someter a la mezcla, una vez vertida en los moldes, a un movimiento vibratorio de alta frecuencia, esto evita que queden huecos vacíos y confiere al hormigón mayor compactación, suelen tener idéntica forma que los anteriores, presentando la ventaja de que pueden ser fabricados in situ, lo que abarata su coste.

- Armado centrifugado: El proceso de centrifugado del hormigón consiste en someter al molde, lleno de masa, a un movimiento giratorio a determinado número de revoluciones, esto hace que el resultado final sea aún más compacto que el vibrado.
- Armado pretensado: El proceso de pretensado del hormigón consiste en someter a los postes ya terminados a esfuerzos intencionados de compresión, previos a su puesta en servicio, este tipo de poste suele fabricarse con secciones circulares, siendo muy usados en redes eléctricas, redes de telecomunicaciones, etc.
- Postes de madera.- Los postes de madera son los más baratos y de fácil instalación, además ofrecen una muy buena flexibilidad, facilidad de montaje de las líneas y posibilidad de reutilización en caso de desmontaje. “Son estos inconvenientes los que han hecho caer en desuso al poste de madera, empleándose hoy en día en instalaciones provisionales, de escasa importancia y en entornos rurales” (Entrena González, 2012, pág. 29). Como se indica a continuación.
- Postes de alineación: Se utilizan en tramos rectos, se trata de postes de suspensión o amarre, con cambios de dirección menores a 15°.
- Postes de ángulo: Se utilizan en cambios de dirección. Son postes de amarre, con cambios de dirección mayores a 15°.
- Postes de fin de línea: Se utilizan en el origen y fin de la línea. Son postes de amarre en los que la línea se amarra solo en una cara del poste.
- Postes en estrellamiento: Se utilizan cuando se realizan derivaciones de la línea principal. Se tratan de postes de amarre, se observa en la figura 2.11

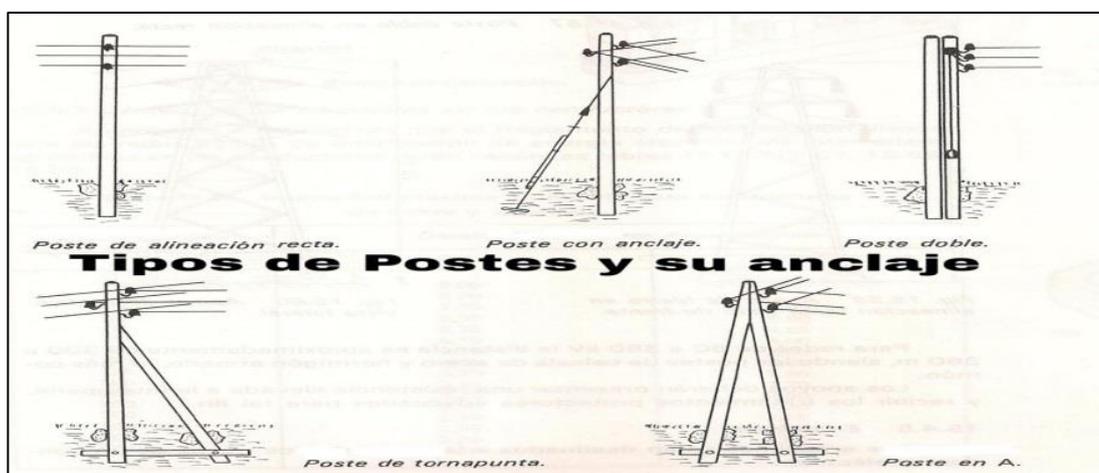


Figura 2.11: Tipos de poste
Fuente: Mendoza Ramírez, 2012

2.4.2 Tipos y características aisladores y herrajes

Utilizados en baja tensión para fijar los conductores a los postes se visualiza en la práctica las siguientes opciones.

2.4.2.1 Aisladores

En líneas aéreas con conductores desnudos es necesario aislar los conductores de los postes. Para ello se recurre al uso de aisladores. Según indica el análisis y evaluación de la red de distribución, los aisladores empleados en baja tensión son de porcelana, vidrio u otros materiales equivalentes y resisten las acciones de la intemperie, la fijación de los aisladores a los postes y armados se hace mediante roscado o cementación, los aisladores utilizados en baja tensión son de tipo fijo, esto es, la unión con el poste se realiza mediante un herraje fijo, no pudiendo el aislador cambiar de posición tras su montaje. Ver figura 2.12



Figura 2.12: Aisladores

Fuente: **Autor**

Estos aisladores tienen forma de campana como se puede observar en la tabla 2.4 y están provistos en su parte superior de una garganta sobre la que se fija el conductor a través de una ligadura de cobre o aluminio. Su función específica es separar eléctricamente las líneas con respecto al herraje metálico que permite la sujeción al poste, está diseñado de porcelana con una composición mecánica que resiste la tensión de las líneas. Aislado de suspensión o disco, permite, separar eléctricamente las líneas con respecto al herraje metálico, en este caso cruceta o en

circunstancia primario de media tensión, con un collar y una tuerca de ojo, estos aisladores se los utiliza en media tensión.

Está diseñado de porcelana con una resistencia mecánica que soporta la tensión de las líneas.

2.4.2.2 Herrajes

“En el caso de líneas aéreas con conductor aislado en haz, los accesorios de sujeción del cable a los postes o fachadas se denominan herrajes. Según indica el análisis y la evaluación de la red de distribución, los accesorios deben estar protegidos contra la corrosión y envejecimiento que resistan los esfuerzos mecánicos a que puedan estar sometidos, a continuación, se recogen los herrajes y accesorios comúnmente usados en líneas aéreas con conductor aislado en haz”. (Lebrón García, 2012, pág. 30)



Figura 2.13: Herrajes
Fuente: Autor

2.4.3 Características de los herrajes

2.4.3.1 Rad Galvanizado de 3 vías o Brazo

Este elemento nos permite unir mecánicamente las líneas con respecto al poste, soporta la tensión de la línea y ayuda a sujetar las líneas al poste, está diseñado con una aleación galvanizado totalmente lisa, sin rugosidades.

2.4.3.2 Grapa Terminal o Pistola

Permite sujetar la línea con respecto al aislador de suspensión, va sujeta a la cruceta y se emplea en la línea de media tensión, diseñado con aleación galvanizada, lisa y sin rugosidades, vienen de diferentes calibres # 2, 1/0, 4/0, 4/36 y 4/77

2.4.3.3 Pin de extensión o Perno de Espiga de Extensión

Permite separar la línea a una altura determinada con la cabeza del poste, se lo emplea en lugares donde hay árboles o fauna de aves porque se sientan en la línea y hacen cortocircuitos por la distancia que tienen el pin normal, por eso se ponen dos pines de extensión para separar más la línea con respecto al poste para evitar problemas de aves y vegetación.

2.4.3.4 Platina en L

Cumple la función de soportar a la caja portafusibles o seccionador, permitiendo la sujeción a la cruceta mediante un collar al poste, diseñado con una aleación galvanizada, lisa y sin rugosidad con ranuras específicas cuyos diámetros para los pernos son de 5/8 o 3/4 (solo vienen de dos medidas).

2.4.3.5 Rad Galvanizado de una Sola Vía

Permite unir la línea con respecto al poste, se lo utiliza para tipo pasante, tomando también este nombre “Porta neutro de Alta”, se lo emplea en neutro de media tensión o circuito secundario, pero solo aplica individual cada línea con respecto al Rad de 3 Vías.

2.4.3.6 Aislador tipo Roller o Garrucha

Su función específica es separar eléctricamente las líneas con respecto al herraje metalizado que permite la sujeción al poste, está diseñado de porcelana con una composición mecánica que resiste la tensión de las líneas.

2.4.3.7 Aislado de suspensión o Disco

Permite separar eléctricamente las líneas con respecto al herraje metálico en este caso cruceta o en circunstancia primario de media tensión con un collar y una

tuerca de ojo, estos aisladores se los utilizan en media tensión, está diseñado de porcelana con una resistencia mecánica que soporta la tensión de las líneas.

2.4.4 Tipos y características cajas de derivación y fusibles

Estas cajas van siempre equipadas de los correspondientes fusibles, a continuación, se detallan los más usados en distribución en BT.

2.4.4.1 Cajas de derivación

En las líneas aéreas de distribución se emplean cajas de interconexión o de derivación, cuando se produzca cambios de sección o cuando haya que proteger un tramo o derivación, también se los utilizan cuando se necesite un punto de seccionamiento para un mejor uso de la red.

2.4.4.2 Cajas de seccionamiento e interconexión

Son aquellas cajas dispuestas para la unión de redes pertenecientes a los distintos centros de transformación o bien para el seccionamiento de la red, por norma general, las cajas de seccionamiento e interconexión están provistas de tres bases porta fusibles, normalmente de tipo cuchilla, y una pieza de seccionamiento amovible para el neutro, suelen tener una intensidad asignada de 400 A. Observar la figura 2.14



Figura 2.14: Cajas de seccionamiento
Fuente: autor

2.4.4.3 Cajas de derivación

Son aquellas cajas dispuestas a realizar un cambio de sección en la red. Igualmente están provistas de tres bases portafusibles y una pieza de seccionamiento amovible para el neutro. Suelen tener una intensidad asignada de 160 A o 250 A, en las cajas de 160 A los bornes de entrada y salida, de las fases y del neutro, deben permitir la conexión de cables (cables con neutro fiador) de 54.6 mm². En las cajas de 250 A los bornes de entrada y salida de las fases deben permitir la conexión de cables de aluminio de 150 mm².

Los bornes de neutro deben permitir la conexión de cables de 80 mm². Como indica en la figura 2.15



Figura 2.15: Caja de derivación

Fuente: Autor

2.4.4.4 Fusibles de protección

Los fusibles utilizados en distribución en media tensión o medio voltaje, son diversos de acuerdo a su procedencia; dependen del tiempo-corriente y permiten el intercambio de la mecánica, encajan en categorías básicos o intermedios y facilitan la coordinación de los trabajos de electrificación a nivel de media tensión, sus características de acuerdo al material que puede ser estaño o plata, generan estabilidad en su función de que no exceda la temperatura límite de la corriente

eléctrica en el cableado y dirigido a todos y cada uno de los elementos de este tipo de red. Revisar la tabla 2.5 para mayor información.

Tabla 2.5: Fusibles de protección

FUSIBLES DE PROTECCION			
Factor de fusión	Fusible tipo N, modelo 9F51AAN	Fusibles tipo X o T según RRT-NRMA, modelos 9F51 CAK, 9F51CAT	Para uso en cortocircuitos de
1	001	001	50, 100, 200 amp.
2	002	002	
3	003	003	
5	005	-	
8	008	006	
10	010	008	
15	015	010	
20	020	012	
25	025	015	
30	030	020	
40	040	025	
50	045	030	
60	050	040	
75	075	050	
100	085	065	100, 200 amp
125	095	080	
150	100	100	
200	125	-	200 amp
240	150	140	
320	200	200	

Fuente: **elaborado por los autores**

2.4.4.5 Fusibles de protección (tira fusible)

Son dispositivos que proporcionan protección contra la sobre corriente de los circuitos principales en la red de media tensión, se denomina tira fusible a un dispositivo construido por un soporte adecuado con un filamento o una lámina de metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en la vela de la caja porta fusible de 15 KV. Como lo indica figura 2.16

Sus características principales son:

- Tensión (máxima en servicio normal): 7620 voltios.
- Corriente (máxima en servicio normal): esta depende del tamaño del fusible, recogándose sus valores diferentes.
- Potencia disipada asignada (máxima potencia capaz de disipar): esta depende del tamaño del fusible.
- Zona de corte y categoría de empleo: indicado en el cartucho con dos letras, una minúscula y otra mayúscula.



Figura 2.16: Tiras fusible

Fuente: Autores

2.4.4.6 Caja Portafusiles o Seccionador

Son de composición de porcelana que nos permite controlar un arranque o derivación de un circuito, y a su vez lo protege por medio de un fusible que se calcula con respecto a la carga, el cual se dilata en presencia de cortocircuitos o aumento excesivos de cargas en dichos circuitos. En otras palabras, permite

controlan circuitos de derivaciones de un alimentador principal cortando o permitiendo el paso de energía, así mismo lo protege por medio de un fusible que se calcula con respecto a la carga que tiene ese circuito o derivación y se dilata cuando hay un exceso de carga o cortocircuito. Hay de tipo polímeros y adicionalmente hay seccionadores con romper carga que nos permiten hacer operaciones con carga instalada en el momento de operar el seccionador o caja porta fusibles.

Con respecto al otro sistema estos solo se operan sin carga porque la operar con carga, sino se hace bien la maniobra existiría un arco eléctrico ocasionando una explosión, al contrario del que tiene el rompe carga hace la función de romper el arco eléctrico y se puede manipular con plena carga.

2.4.4.7 Para rayo o aparta rayo

Este es un elemento que se conecta a los transformadores de la red de distribución como también a las líneas de distribución, por lo general el cual se encarga de despejar descargas eléctricas atmosféricas que se producen en las líneas, protegiendo la vida útil del transformador y la calidad del servicio en las líneas de distribución eléctrica, también cuida el sistema con respecto a las tensiones generados dentro del circuito de distribución de energía eléctrica. En las acometidas de media tensión también es recomendable que se instale estos Para rayos, todos estos elementos se los aprecia en la figura 2.17



Figura 2.17: Protectores
Fuente: Autores

2.5 Impacto ambiental por la generación de energía

Tras cuatro años de silencio, comunidades denuncian impactos de la Hidroeléctrica Baba, la construcción de un embalse para el funcionamiento de una hidroeléctrica que costó 542 millones de dólares provocó cambios irreversibles, aseguran los pobladores, en la vida de las familias de Buena Fe y Valencia. (Jonathan Palma) figura 2.18, foto actual.



Figura 2.18: Centrales hidráulica
Fuente: **Jonathan Palma**

La generación eléctrica por medio de los distintos sistemas de energía, como son la hidráulica, térmica y gas, han provocado el aumento de emisiones de CO₂ en la atmosfera, por lo que ha generado un incremento acelerado en medio ambiente en el Ecuador. Cualquier forma de producir energía eléctrica, significa que se incrementara un impacto ambiental en el medio en el que vivimos.

Si es energía hidráulica, provocara el cambio geológico por las modificaciones que se realicen en la construcción de estas centrales. En nuestro país, la principal fuente de energía es la hidráulica, la cual aporta en un 60 % al sistema nacional integrado, esto nos favorece ya que al producir este tipo de energía seria menos el impacto ambiental, con respecto a otros tipos de generación. En las centrales de energía térmica, el impacto ambiental es considerable ya que estas emiten niveles altos de gases de tipo invernadero como los de MCI o motores de

combustión interna, las cuales utilizan el combustible a diésel para por medio de un proceso termodinámico generar energía eléctrica.

En la tabla 2.6 detallamos algunos de los datos y características principales en la generación de la energía eléctrica en el Ecuador, en esta tabla se puede apreciar la operación anual en miles de toneladas por las emisiones de los gases de efecto invernadero que se generan al producir energía eléctrica.

GASES DE EFECTO INVERNADERO	TOTAL		
	10 ³ kg	TEQ C O ₂	10 ³ TEQ C O ₂
Dioxido de carbono(C O ₂)	7059456,57	7059456,57	7059,46
Metano (CH ₄)	228,09	4789,96	4,79
Oxido Nitroso (N ₂ O)	45,62	14141,78	14,14
Total en Miles de Toneladas Equivalentes de C O₂			

Tabla 2.6: Gases de efecto invernadero
Fuente: (ARCONEL 2016)

CAPÍTULO 3

CARACTERIZACIÓN EN REDES ELÉCTRICAS URBANAS Y RURALES

3.1 Sistema rural

La red aérea tiene un sistema de distribución de 13.2 KV en media tensión localizado a varios Km, en los alrededores de Guayaquil, y forma parte del sistema aéreo de distribución de Guayas. “Esta red entrega suministro eléctrico a 50.000 clientes en 250 puntos de carga; alimentado por dos transformadores de 30 MVA”, (Ramirez, 2017, p. 6) incluye conectores y des conectadores de forma manual y automática con quince circuitos en forma radial desde la subestación del norte hasta la subestación del sur.

De acuerdo a la experiencia técnica del autor, existen áreas rurales donde se observa fallas altas en el sistema que representan problema de mantenimiento, siendo la mayor debilidad del sistema.

3.1.1 Estructura del sistema y características técnicas

La estructura, luego de cumplir con la topología de la red y la georreferencia de las instalaciones llega a tres atapas estructurales de acuerdo a la red de reparto y las funciones de la red eléctrica por circuito; siendo los niveles intermedios de reducción de tensión, la primera etapa, la transformación de media a baja tensión, la segunda etapa y el suministro de baja tensión la tercera etapa.

3.1.2 Distribución

La Red o sistema de Distribución de la Energía Eléctrica forma parte del suministro eléctrico cuya función es llevar la energía desde el primer punto que es la subestación hasta el último punto que son los usuarios finales (medidor o contador de cliente), lo realiza los operadores del sistema de Distribución (Distribution System Operator o DSO en inglés), también conocidos como distribuidores de electricidad.

3.1.3 Elementos de la red o sistema de distribución

Los elementos que forman parte de la red o sistema de distribución son los siguientes: Subestación de distribución: es el conjunto de elementos (interruptores, transformadores, seccionadores, etc.) cuyo trabajo principal es minimizar los niveles de alta tensión o sub transmisión) hasta los niveles de media tensión para su distribución en múltiples salidas. La Distribución de la energía eléctrica inicia desde las subestaciones de transformación y se realiza en base a dos etapas.

La primera está elaborada por la red de reparto, que parte desde las subestaciones de transformación, repartiendo energía mediante anillos que abarcan los mayores centros de consumo, hasta concluir en las estaciones de distribución, las tensiones que se emplean están basadas en 25 y 132 KV. Intercaladas en anillos cuya función es minimizar la tensión desde los niveles de reparto hasta la distribución en media tensión.

La segunda etapa se basa en la red de distribución, con tensiones de 3 a 30 KV y posee una característica muy radial, esta red abarca la superficie de los mayores centros de consumo (población, industria, etc.). Las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación, que forman parte de la última etapa del suministro en media tensión, ya que la tensión de salida de estos centros es de (125/220 o 220/380 V).

Las líneas que forman parte de la red de distribución se operan de forma radial, sin que se realicen mallas, muy diferente a las redes de reparto y transporte. Cuando existiere algún tipo de daño o una avería el dispositivo de protección que se encuentra situado al principio de cada red lo detecta y abre el interruptor que alimenta esta red. Según (Turbed, 2012) “la localización de daños se hace por el método llamado “prueba y error”, dividiendo la red que tiene los daños en dos partes; a medida que se acota la zona con avería, se devuelve el suministro al resto de la red”. Esto provoca que en el transcurso de localización se puedan generar varias interrupciones a un mismo usuario de la red.

A continuación podemos observar en la figura 3.1 el sistema de distribución donde se ve reflejado los pasos anteriormente mencionados.

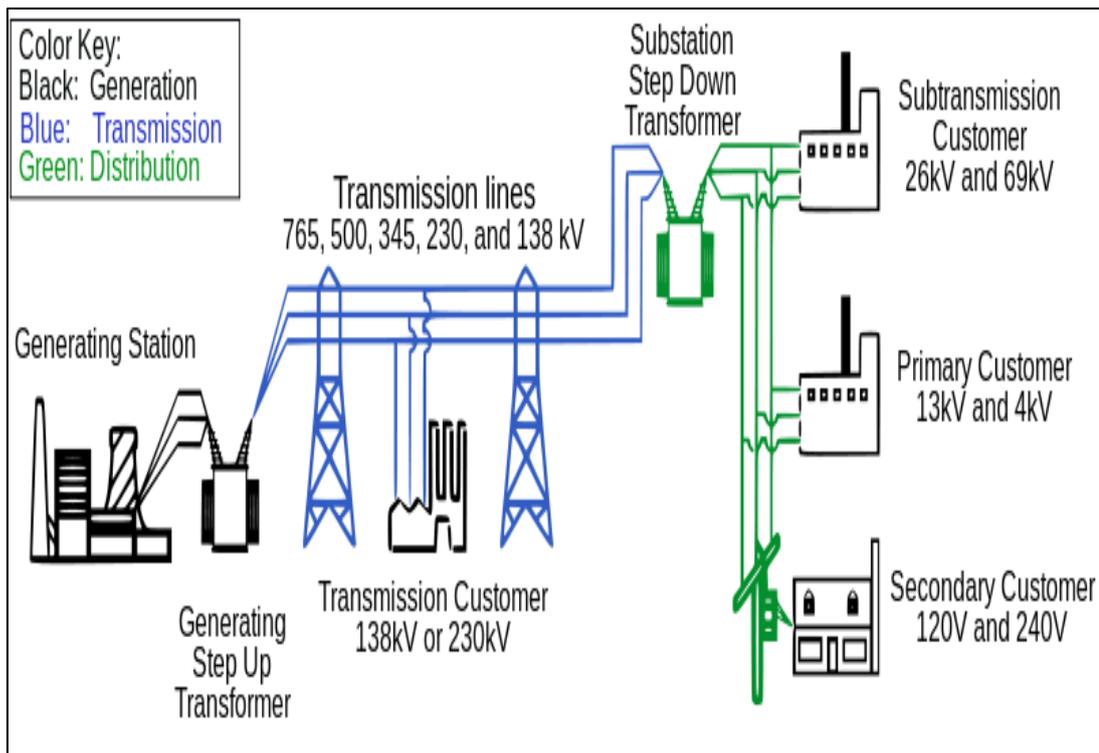


Figura 3.1: Sistema de distribución
Fuente: **Electricidad 2014**

3.2 Sistema urbano

El sector eléctrico es controlado mediante estaciones y subestaciones distribuidoras de electricidad que buscan maximizar sus beneficios. Las redes de distribución eléctrica son el medio de calidad del suministro, en el sistema urbano representa la continuidad del servicio eléctrico; el mantenimiento de redes y equipos tiene un estricto análisis costo beneficio en relación al servicio y la calidad técnica de la electricidad en sí, tensión, frecuencia y perturbaciones eléctricas, considerando sus interrupciones, medición del consumo y la iluminación pública.

3.2.1 Estructura del sistema y características técnicas

La estructura del sistema eléctrico consta de requerimientos específicos que van acorde al comportamiento del medio, especialmente con el sistema de transmisión, traducido en los tramos de cableado; siendo las características técnicas afines a la utilidad práctica de la red eléctrica que se necesita en el lugar de estudio, el estudio ambiental, la evaluación de dispersión de cada uno de los sistemas inmersos en el funcionamiento de la red y los valores eléctricos interiores o exteriores.

3.2.2 Líneas

Esta actividad transfiere y propaga la energía eléctrica en niveles de alta y media tensión desde las generadoras hasta las distribuidoras a través de grandes distancias, lo que provoca grandes gastos en la infraestructura; el sistema de transmisión se basa en los conductores eléctricos que son mantenidos por bases de madera, acero, postes y las subestaciones de transformación, resistencias, inductancias y condensadores los que ayudan el transporte y la entrega de energía eléctrica a las distribuidoras, esta actividad tiene características de múltiples líneas de transmisión interconectadas determinadas por la topología, puertos de entrada y salida, transmisor, longitud de cableado de fase y neutro por tramos, y la carga lineal de este monopolio energético que nace desde el generador hasta el receptor, regulando los sistemas de corriente apegados a la realidad estatal.

Una línea de transmisión puede ser estudiada como un puerto desde un punto de vista circuital, para ello es interesante utilizar los llamados para metros de transmisión, o ABCD, que se definen extendiendo esta solución para una frecuencia a toda la banda de frecuencias de interés, se puede conseguir la respuesta en frecuencia del sistema, mediante el procedimiento de manipulación de matrices se puede llegar a la respuesta en frecuencia de cualquier sistema compuesto por múltiples secciones de líneas de transmisión y cargas o impedancias.

Como por ejemplo, la conexión en cascada de varias secciones cuyas líneas son de diferente impedancia, la característica se puede implementar trasladando la impedancia terminal del receptor hacia la izquierda sucesivamente utilizando el transporte de energía dentro del campus universitario, disminuyendo pérdidas de operación con métodos naturales o electrónicos.

3.3 Modelo de la red

Las redes eléctricas interiores están estructuradas de un cableado y de ciertos dispositivos conectado, dicho cableado lo constituyen los diversos circuitos que son alimentados desde el panel de breaker.

3.3.1 Red de cableado

Es el conjunto de cables metálicos de los circuitos, con sus respectivas derivaciones hasta los extremos terminales, que son los puntos de conexión (enchufes y tomas de alumbrado). Se usa una transmisión a dos hilos debido a que cada punto de la conexión entre los cables eléctricos llamados neutro eficaces a 60Hz.

3.3.2 Dispositivos

Son los aparatos eléctricos que integran la red a través de un punto de conexión.

3.3.3 Transmisor

Son los equipos o subsistema de transmisión, conectado a algún punto de conexión que sirve como modo de acceso al medio.

3.3.4 Receptor

Equipos o subsistema de recepción, igualmente conectado a algún nodo de acceso.

3.3.5 Ruido externo

Perturbación que llega al receptor y está causada por elementos externos a la red de cableado y sus dispositivos, puede ser una interferencia radio (emisiones de radiofrecuencia dentro de la banda de trabajo) o bien ser conducida, procedente de dispositivos del resto de la red eléctrica general. En el último caso suele provocar ruido impulsivo y ruido de fondo, cumplidos los elementos de la red, el siguiente paso es visualizar y establecer 3 niveles del sistema real para complementar el plan de mantenimiento:

- Nivel 1: Componentes del sistema identificados como focos críticos.
- Nivel 2: Fallas donde la calidad de la información es fundamental.
- Nivel 3: Mantenimiento con resultados coherentes en actividades de decisión.

En resumen la red propuesta se basa en la inspección visual y técnica, el análisis de la necesidad de reestructurar y reconfigurar el cableado, la transmisión de

energía eléctrica en medio del predio universitario con riesgos para la seguridad humana debido al sistema aéreo de la red de distribución de media tensión; y, el beneficio del correcto mantenimiento de sus componentes, haciendo que los recursos económicos sean usados óptimamente con procedimientos y procesos de inspección sistemática a partir de los componentes críticos del sistema según el autor (Ortegon, Pacheco , & Prieto, 2005) mencionan los siguientes puntos a considerar:

- Reportar información de componentes tratados individualmente, esto ayudaría a identificar tendencias y acciones posibles, para reemplazo de componentes.
- Usar una lista de comprobación visual durante las fallas que se presenten.
- Incorporar visitas de inspección usando varios sistemas de información. (fotografías, elementos de mediciones con exactitud, etc.) para obtener información exacta y real.
- Proveer el soporte necesario y asistencia en el largo trabajo de documentación guiado por expertos en el tema.

3.4 Métodos aplicables al área eléctrica

La metodología aplicable al área eléctrica consta de métodos de reconfiguración electrotécnica, donde los métodos del proceso son los siguientes:

3.4.1 Método de construcción

La red radial a construirse en base a la presente investigación es de elemento de la red radial de distribución, su origen es de dos nudos alimentadores, conectados al sistema con el fin de reducir las pérdidas.

3.4.2 Método de apertura o destrucción

La apertura es rama por rama, observando el elemento respectivo a la rama para abrir o destruir con el fin de minimizar flujos de corriente.

3.4.3 Método de intercambio de ramas o permutación

Parte de una red factible en topología que no tiene islas que puede lograr un cambio unitario para reducir más las pérdidas evaluadas al inicio del proyecto de reconfiguración, rediseño y reestructuración física.

3.4.4 Método de reconfiguración natural

Estas técnicas se ven reducidas en el presente trabajo, porque se basan en algoritmos genéticos, enfriamiento o recocido simulado que no tienen relación con la temática. Según (Dammert ,Garcia & Molinelli 2010:213) nos indica que en las redes de distribución llevan la energía y potencia a los clientes finales, conformadas por líneas de distribución subterráneas o aéreas y clasificadas de acuerdo al nivel de tensión basándose exclusivamente en dos factores: primero son las necesidades de la potencia que contrata un cliente y como segundo punto está la distancia que debe recorrer la electricidad por la línea de distribución, que incluye la pérdida natural que obedece la relación menos pérdida más alta la tensión transferida y viceversa. Pudiendo escoger 3 tipos de red:

Red AT: Redes de alta tensión con voltajes que superan los 100 KV, necesitan de equipos especializados para su mantenimiento, manipulación y otras operaciones de mayor seguridad y calidad

Red MT: Redes de tensiones ubicadas entre los 1 KV y 100 KV rango de necesidad energética industrial

Red BT: Redes de baja tensión para cumplir con la demanda de los clientes finales o pequeños negocios que no necesiten de mayores niveles de potencia eléctrica. Residenciales de voltaje de 110-220 voltios e industrial de 500-600. El costo por KVH de red BT es mayor que para la red MT.

3.4.5 Variaciones de la tensión

La tensión de la red es visible en un punto donde las fuerzas electromotrices que se originan en el generador, tiene función de análisis de la caída de tensión en diversos elementos constitutivos de la red, tomando siempre en cuenta que su única fuente, son los alternadores, mientras los demás elementos contribuyen al control de esta tensión y al balance de la misma como los condensadores y reactancias, siempre y cuando no sean líneas de distancia extensa o con carga eléctrica muy fuerte. Las variaciones de tensión primero dependen de la topología de la red, luego de la potencia reactiva que transita y por último de la relación de las líneas de AT, MT y BT. También se ve afectada si los cambios manuales o automáticos se dan de forma

brusca de acuerdo a dos régimen: lentamente variables, donde resaltan los cambios de tendencia media regular y los ciclos del día que presentan una distorsión semanal siendo estacionario en un valor medio; y, de variación rápida, con cambios aleatorios o regulares bruscos de topología que afecta la potencia por sobretensiones. Otros factores representan la calidad de los materiales, el estudio técnico y ambiental, las limitaciones de sus componentes, el funcionamiento de los aparatos, los valores registrados por los equipos y el mantenimiento de la tensión de acuerdo al diseño de la red y sus sistemas eléctricos.

El límite superior, tiene unas consecuencias técnicas y también económicas. Por ejemplo, la duración de una lámpara de incandescencia, que son unas 1500 horas a la tensión nominal, se reduce a 500 horas por un aumento de la tensión del 10%. El límite inferior, varía en gran medida con el tipo de aparato. Por ejemplo, la caída de tensión admisible para un grupo motobomba trifásico es de un 25% para uno monofásico es del 50% y de un 20% para un compresor monofásico. El límite inferior de la tensión varía, de un 45% para los electrodomésticos, hasta el 15% para las lámparas de incandescencia. (Andrade Laborde, 2017), observemos la tabla 3.1 que indican los índices de variación.

Tabla 3.1: Márgenes de variación de la tensión nominal

Tensión Nominal	Tensión de Suministro con Relación a la tensión nominal	Tensión admisible con relación a la tensión de suministro
U < 60 Kv	5%	7%
60 < U < 90 Kv	6%	8%
90 < U < 150 Kv	7%	10%
U > 150 Kv	7%	10%

Fuente: **Campa Cervero Diego, 2012**

3.5 Marco Legal

En Ecuador el sector eléctrico se rige por la Ley Orgánica del servicio público de energía eléctrica (LOSPEE), promulgada en el año 2015, y por su reglamento, promulgado en el mismo año. De acuerdo a dicha ley, el sector eléctrico ecuatoriano como a nivel mundial se verifica, se divide en tres grandes actividades o sistemas:

generación, transmisión y distribución. (Agencia de Regulacion y Control de Electricidad)

La operación de las centrales de generación y de los sistemas de transmisión está sujeta a las disposiciones legales y constitucionales con el objetivo de garantizar el abastecimiento de energía eléctrica a nivel nacional sean áreas urbanas o rurales y la operación de las centrales hidroeléctricas al costo mínimo, asegurando el desarrollo eficiente de la generación eléctrica; supervisando las actividades de las empresas en los sectores de electricidad e hidrocarburos. (Agencia de Regulacion y Control de Electricidad). Así como el cumplimiento de las disposiciones legales y normas técnicas vigentes en territorio ecuatoriano, incluyendo lo relativo a la protección y conservación del medio ambiente; se establece también los niveles mínimos de calidad de los servicios eléctricos.

La responsabilidad de su implementación y aplicación, así como los estudios constantes de mejoramiento, su rediseño, reconfiguración y reestructuración física de ser necesario; recayendo en un plan individual y masivo de mantenimiento, así como la aplicación de penalidades y compensaciones, tanto a empresas eléctricas como a clientes, en casos de incumplimiento de la norma establecida (Agencia de Regulacion y Control de Electricidad).

En el Ecuador las leyes vigentes protegen los proyectos de beneficio eléctrico en razón a la utilización y distribución rural, es así que según el MEER, los datos apoyan los constantes estudios para utilizar las energías renovables, mantener un ambiente limpio y un servicio de calidad, de acuerdo a la ley de regulación del sector eléctrico, al reglamento general y a las regulaciones vigentes. (Agencia de Regulacion y Control de Electricidad). La electrificación rural está fundamentada por el LSRE en conjunto con los proyectos de agua potable y en la cual resalta proyectos de desarrollo para la ejecución de modificaciones respectivas en beneficio del área rural que cuente con la planificación en relación a los recursos. (Agencia de Regulacion y Control de Electricidad)

La electrificación rural descentralizada (sin conexión a red pública), se basa en la instalación de sistemas autónomos, basados en energía fotovoltaica (FV),

eólica, mini-hidráulica y biomasa en los hogares rurales, o en la puesta en marcha de mini redes eléctricas alimentadas por energías renovables (ER) o en combinación con fuentes de energía convencionales (gas licuado o diésel). La tecnología renovable basada en sistemas aislados o mini redes es variada en términos de escala y de los servicios prestados, pero se pueden destacar una serie de importantes características comunes como nos indica en autor (Aguirre Vásquez, 2016):

- Generación de energía “in situ”
- Flexibilidad para adaptarse a diversas zonas geográficas
- Optimización de la utilización de los recursos naturales
- Fácil instalación y mantenimiento.
- Costes mínimos de instalación y mantenimiento: combustible gratuito.
- Respetuosa con el medio ambiente (reducción efecto invernadero).

CAPÍTULO 4

NIVELES DE CALIDAD PARA EL SUMINISTRO ELÉCTRICO

4.1 Análisis del sistema y calidad del suministro

Este estudio estructural determina la evaluación de los parámetros de fiabilidad del sistema, el modelo de la red, la topología de acuerdo a los tramos de los alimentadores, los elementos de protección, seguridad y maniobra o mantenimiento; estos conductores separados incluyen interruptores, fusibles y desconcertadores, justificando la operación de cada uno, frente a los fallos activos de la topología como de voluntad humana y a la vez tele comandados. El grado de automatismo de la red refleja abastecimiento adecuado de dispositivos y los tiempos característicos de la transmisión y transporte de la calidad del suministro eléctrico.

El sistema inicia con el análisis de fallos indicando las veces que en promedio un elemento de un tramo se ve sometido a condiciones que implican cortocircuitos, sobrecargas, descargas atmosféricas, aislamiento, o accidentes; de ahí que el elemento se considera de protección si está dentro del 100% confiable con un fallo de tasa igual a cero, registrando un historial de fallos en el sector. El análisis final es del tiempo de interrupción que se estudia por el tramo y determina el tiempo que le lleva al personal técnico para restablecer el servicio eléctrico después del fallo, por lo tanto es directamente proporcional al anterior y va estrechamente ligado entre el tiempo de aviso, maniobra de transferencia, reparación, recambio, limpieza, etc.

Es decir, desde que se desconecta el servicio hasta el tiempo de llegada que corresponde a la superación del problema y el funcionamiento normal del servicio. (Arconel, Resolucion 005 del Arconel de Sistema de Distribucion)

4.2 Definiciones Generales

Alimentador de baja densidad: (Arconel, Regulacion de calidad suscrita) “Es el alimentador primario que tiene una carga nominal distribuida por kilómetro de línea menor o igual a 50 KV/km”.

Área de servicio: (Arconel, Regulacion de calidad suscrita) “Es el área geográfica definida con el título habilitante de una empresa eléctrica, en la cual se presta el servicio de comercialización de energía y el servicio de alumbrado público”.

Armónicos: (Agencia de Regulacion y Control de Electricidad) “Son las ondas de frecuencia de 60 Hz, cuya características son no lineales de los equipos o cargas de un sistema eléctrico”.

Calidad del producto: (Agencia de Regulacion y Control de Electricidad) “calidad del servicio en la que las señales de voltaje son recibidas por la distribuidora”.

Calidad del servicio comercial: Calidad del servicio relacionado con la atención al cliente, y que se caracteriza, por minimizar reclamos y buscar la satisfacción por el servicio, en el menor tiempo posible. (Arconel, Resolucion 005 del Arconel de Sistema de Distribucion)

Consumidor final: (Arconel, Resolucion 081/17) “Persona natural o jurídica que se aprovecha de la prestación de energía eléctrica, ya sea en el previo o lugar de trabajo”.

Fluctuaciones e variaciones de voltaje: (Conelec) “Son errores en las cuales el voltaje de suministro cambia con el valor nominal”.

Frecuencia de las interrupciones: (Conelec) “Es el número de veces, que se corta el suministro de energía a un consumidor”.

Niveles de voltaje: Se definen los siguientes valores de niveles de voltaje:

- Bajo voltaje: menor igual a 0,6 KV;
- Medio voltaje: mayor a 0,6 y menor igual a 40 KV;
- Alto voltaje grupo 1: mayor a 40 y menor igual a 138 KV; y,
- Alto voltaje grupo 2: mayor a 138 KV.

Sistema de distribución: Está sujeta en las líneas de subtransmisión, subestaciones, los alimentadores, los transformadores, las redes secundarias, las acometidas, el equipamiento de compensación, protección, maniobra, medición, control y comunicaciones, utilizados para la prestación del servicio de energía eléctrica, de las empresas distribuidoras. (Arconel, Resolucion 005 del Arconel de Sistema de Distribucion)

4.3 Obligaciones

Para efectos del cumplimiento de la regulación, las distribuidoras y los consumidores deberán cumplir con las siguientes obligaciones:

4.3.1 Obligaciones de la Distribuidora

- “Prestar a los consumidores el servicio de comercialización de energía cumpliendo con los requisitos de calidad”. (Arconel, Resolucion 005 del Arconel de Sistema de Distribucion)
- “Implementar constantemente la base de datos, de acuerdo a lo establecido en la presente regulación”. (Arconel, Resolucion 005 del Arconel de Sistema de Distribucion)
- “Levantar, registrar, procesar y analizar la información necesaria para la determinación de todos los índices de calidad”.
- “Implementar campañas de medición para evaluar la calidad de producto”. (Arconel, Resolucion 005 del Arconel de Sistema de Distribucion)
- “Entregar a la ARCONEL y a otros organismos la información solicitada, de manera oportuna y completa”. (Arconel, Resolucion 005 del Arconel de Sistema de Distribucion)

4.3.2 Obligaciones del consumidor

- “Cumplir con las exigencias de la presente regulación respecto a la calidad del consumidor”.
- “Ejecutar las acciones respectivas que cumplan con los límites establecidos para la calidad del consumidor”.
- “Permitir el acceso al personal de ARCONEL para la verificación de los sistemas de medición”. (Arconel, Resolucion 005 del Arconel de Sistema de Distribucion)

4.4 Clasificación de las redes de distribución

Según (Ramirez S., 2004, p. 8) un sistema de distribución debe atender usuarios de energía eléctrica localizados en zonas urbanas, suburbanas, rurales y turísticas y la clasificación de acuerdo a la zona a servir es:

4.5 Redes de distribución urbanas

Los programas de distribución urbana se desarrollan por cada empresa y algunas veces son planes de remodelación. Las principales características son las siguientes:

- Usuarios muy concentrados.
- Cargas bifilares, trifilares y trifásicas.

- En general se usa postería de concreto.
- Se usan conductores de aluminio, ACSR y cobre.
- Facilidad de transporte.
- En caso de remodelaciones es necesario coordinar con las empresas.
- Facilidad en la reparación.

4.5.1 Redes de distribución rurales

Según el autor (Ramirez S., 2004) menciona que la distribución rural se está desarrollando mediante los siguientes programas: PNER - DRI - PERCAS - PNR y otras que surgen por iniciativa gubernamental. Las principales características de las redes de distribución rural son:

- Usuarios muy dispersos.
- Cargas generalmente monofásicas.
- Dificultades de acceso en las zonas montañosas.
- Los transformadores son monofásicos 2H o 3H (Bifilares o Trifilares).
- Conductores ACSR por lo general.
- Interrupción en la distribución de energía por vegetación frondosa.

4.5.2 Redes de distribución suburbanas

“Sus características intermedias exigen gran concentración de usuarios que tienen bajo consumo como los suburbios o asentamientos espontáneos”. (Ramirez S., 2004)

4.5.3 Redes de distribución turística

“Donde los ciclos de carga están relacionados con las temporadas de vacaciones, y donde se impone la construcción subterránea para armonizar con el entorno”. (Ramirez S., 2004)

4.6 Límite de índices de nivel de voltaje

Se refiere al nivel de variaciones de voltaje ya sean altas medias y bajas admitidas para los consumidores donde se consideran un rango admisible si se llegase a pasar el rango significa que la calidad del consumir no es deseable para ver dichos rangos observar la tabla 4.1 donde indica los rangos admisibles para los diferentes y cada uno de los niveles de voltaje, existen también para cada uno de estos el rango admisible, además se debe mencionar que en alto voltaje existen dos grupos y que para ambos su rango es igual.

Tabla 4.1: Límites de índice de nivel de voltaje

Nivel de Voltaje	Rango admisible
Alto Voltaje (Grupo 1 y Grupo 2)	$\pm 5.0 \%$
Medio Voltaje	$\pm 6.0 \%$
Bajo Voltaje	$\pm 8.0 \%$

Fuente: Campa Cervero Diego, 2012

4.7 Límites máximos de distorsión armónica

Los límites máximos de distorsión armónica individual de voltaje y distorsión armónica sirven para que los componentes asociados no presente falencias y así puedan satisfacer a los usuarios, revisar la tabla 4.2 para conocer los niveles de voltaje.

Tabla 4.2: Límites máximos de armónicos de voltaje (% del voltaje nominal)

Nivel de Voltaje	Armónica individual (%)	<i>THD</i> (%)
Bajo Voltaje	5.0	8.0
Medio Voltaje	3.0	5.0
Alto Voltaje (Grupo 1)	1.5	2.5
Alto Voltaje (Grupo 2)	1.0	1.5

Fuente: Campa Cervero Diego, 2012

4.8 Esquema general del diagnóstico

El esquema actual se basa en 2 ejes: la confiabilidad del sistema, los componentes críticos de la red y el mantenimiento preventivo, aplicando en la situación actual de la empresa un análisis detectando sus debilidades y amenazas que

nos ayuda a tener un mejor control aplicando un análisis de la situación actual de la empresa, para más información analizar la figura 4.1

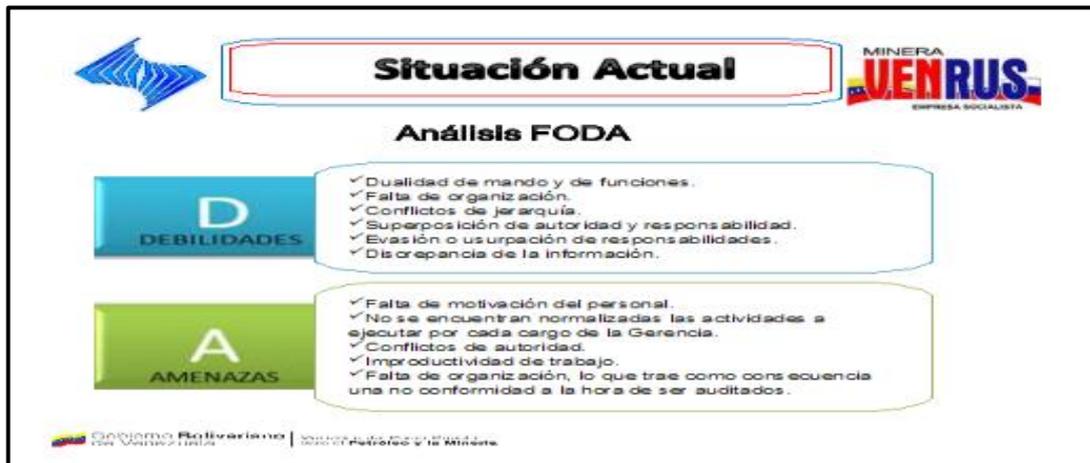


Figura 4.1: Esquema general del diagnóstico
Fuente: Minera

4.9 Análisis y evaluación de confiabilidad

En este estudio se aplicara un método de rediseño de la red eléctrica en base a la evaluación técnica realizada, aprovechando la radicalidad de la red eléctrica y el sistema en serie desde varios puntos de vista de la confiabilidad. El método propuesto, ayudara a determinar la calidad que se espera recibir de las redes de distribución que ayudaran a cumplir con su topología actual, considerando diferentes criterios. La metodología, considera a la red eléctrica como un todo, relacionando la carga que alimenta a la cantidad de consumidores, vale decir que se evita un análisis individual de cada equipo. Ver figura 4.2 que indica la metodología para la confiabilidad. Estos son analizados como valores promedios ya sean puntos de carga o índices de sistema:

- “Describir la topología de la red, separando los diferentes tramos y arranques del alimentador, con los equipos asociados”. (Modelo del sistema)
- Preparar una matriz donde n es el número de elementos.
- Tomando un tramo a la vez, simular una falla (en un tramo “i”).
- Para los otros elementos, j, analizar los efectos como estados Normal (N), Restablecerle (R), Transferible (T), Intransferible (I), o Irrestablecible (J), según se explicó en la sección III.
- Calcular los índices de continuidad de suministro (frecuencia y duración de fallas) para cada uno de los elementos del sistema según las ecuaciones.
- “Calcular los índices asociados a clientes (puntos de carga) y al sistema genera”. (Turbed, 2012)

Cada tramo tiene cierta cantidad de fallas, sin embargo, las veces que se ve afectado se debe por los diferentes efectos de fallas en otros tramos.

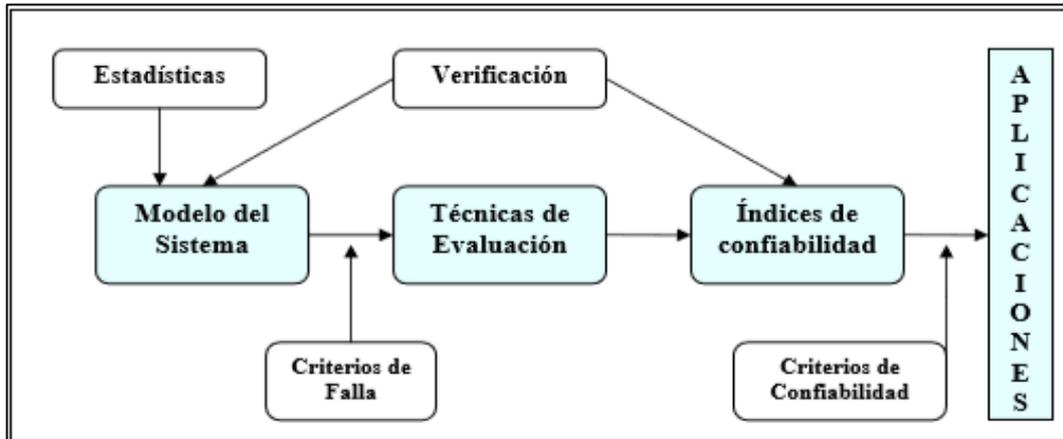


Figura 4.2: Metodología para análisis de confiabilidad
Fuente: FCFM, 2008

4.10 Índices de fiabilidad

“La fiabilidad es la habilidad o capacidad de realizar algo de forma específica, entonces en el campo eléctrico es la propiedad cuantitativa y cualitativa que compara varios sistemas, y varias alternativas para que un diseño cumpla las mismas funciones, resultando la función de mayor probabilidad, aunque el componente aislado tenga un exponencial decreciente, que con el tiempo de un cero por probabilidad; tomando en cuenta que los fallos no son continuos, siendo posible obtener un promedio de las veces y la duración de la afectación del servicio eléctrico por los cortes”.(Aguirre Vásquez, 2016)

“El sistema de distribución no tiene una fiabilidad única porque los consumidores se encuentran a lo largo de la línea en distintos puntos con distintos comportamientos y niveles de experiencia en calidad del servicio eléctrico, considerando la multitud de índices de calidad”. (Aguirre Vásquez, 2016) “La dificultad de emplear los índices individuales, hace que los índices de sistema sean más utilizados. Su principal ventaja es que representan la calidad del servicio de forma compacta. Sin embargo, no todo es positivo, pueden existir grandes desequilibrios”. (Aguirre Vásquez, 2016)

“Para medir la calidad entonces, es posible utilizar dos modos: el modo predictivo que depende del tipo de red, de los puntos débiles identificados, topología, equipos y componentes con sus datos respectivos, criterios de explotación, oferta y demanda para calcular los valores medios o máximos esperados. El modo histórico depende de los datos del funcionamiento y los períodos de tiempo de los fallos y los registros de incidencia, siendo cálculos más fáciles”. (Fernando & Adeline, 2010)

Aunque no existe unanimidad en los criterios de evaluación, los índices comunes son relacionados con la frecuencia y duración de los cortes de energía eléctrica. En ciertas empresas no se evalúan estos factores, sólo son considerados aquellos cortes de una duración mayor a cinco minutos, o los comunicados por los clientes.

PARTE II APORTACIONES

CAPÍTULO 5

MODELAR UNA RED ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN

5.1 Introducción

El análisis para poder modelar y determinar las condiciones actuales de la red eléctrica de media tensión en la hacienda El Limoncito de propiedad de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, es fundamental realizar el levantamiento técnico de todo el estado actual de las instalaciones eléctricas, como todos los equipos y elementos eléctricos existentes.

5.2 Ubicación Geográfica

El análisis para la mejora y niveles de calidad en el suministro eléctrico de este proyecto se lo realizó en la hacienda el Limoncito de la propiedad de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Revisar figura 5.1 para visualizar la hacienda Limoncito.

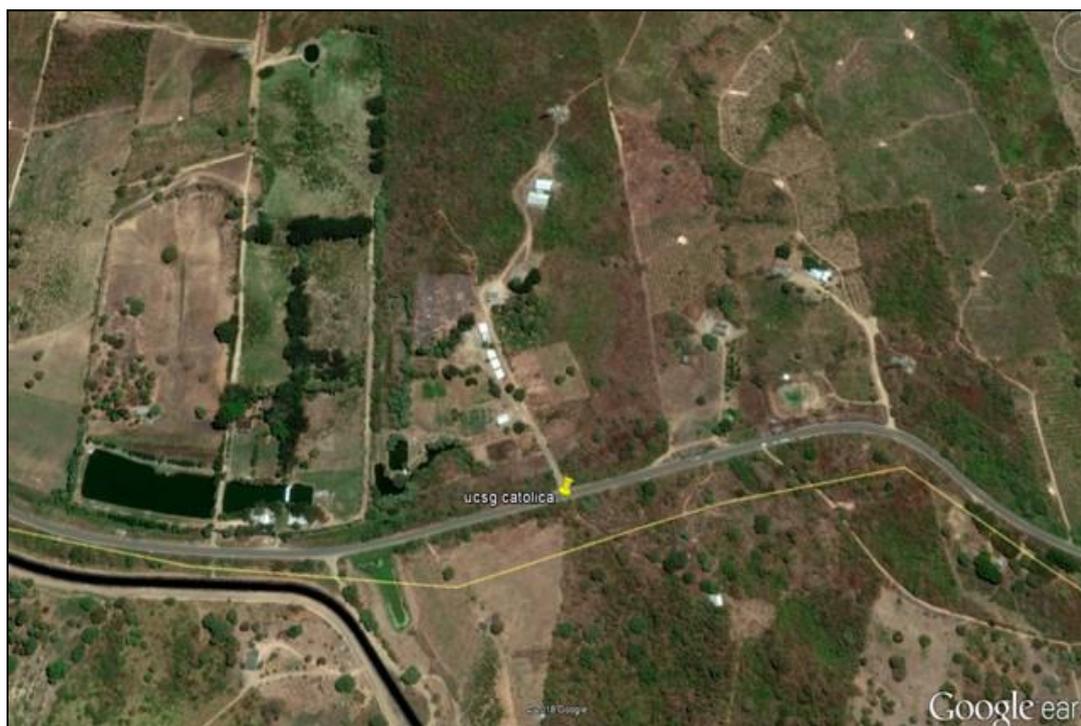


Figura 5.1: Hacienda Limoncito UCSG
Fuente: Elaborado por los autores

5.3 Descripción del sistema de la red

5.3.1 Postes

Este circuito de media tensión se compone de 3 postes de hormigón armado de 12 mts los mismos que se encuentra en el interior del predio más 2 postes de 9 mts para la red secundaria, cabe anotar el ultimo poste de 12 mts se encuentra con una inclinación debido al movimiento de tierra que es provocado por vehículos que entran y salen ya que es el corredor principal.

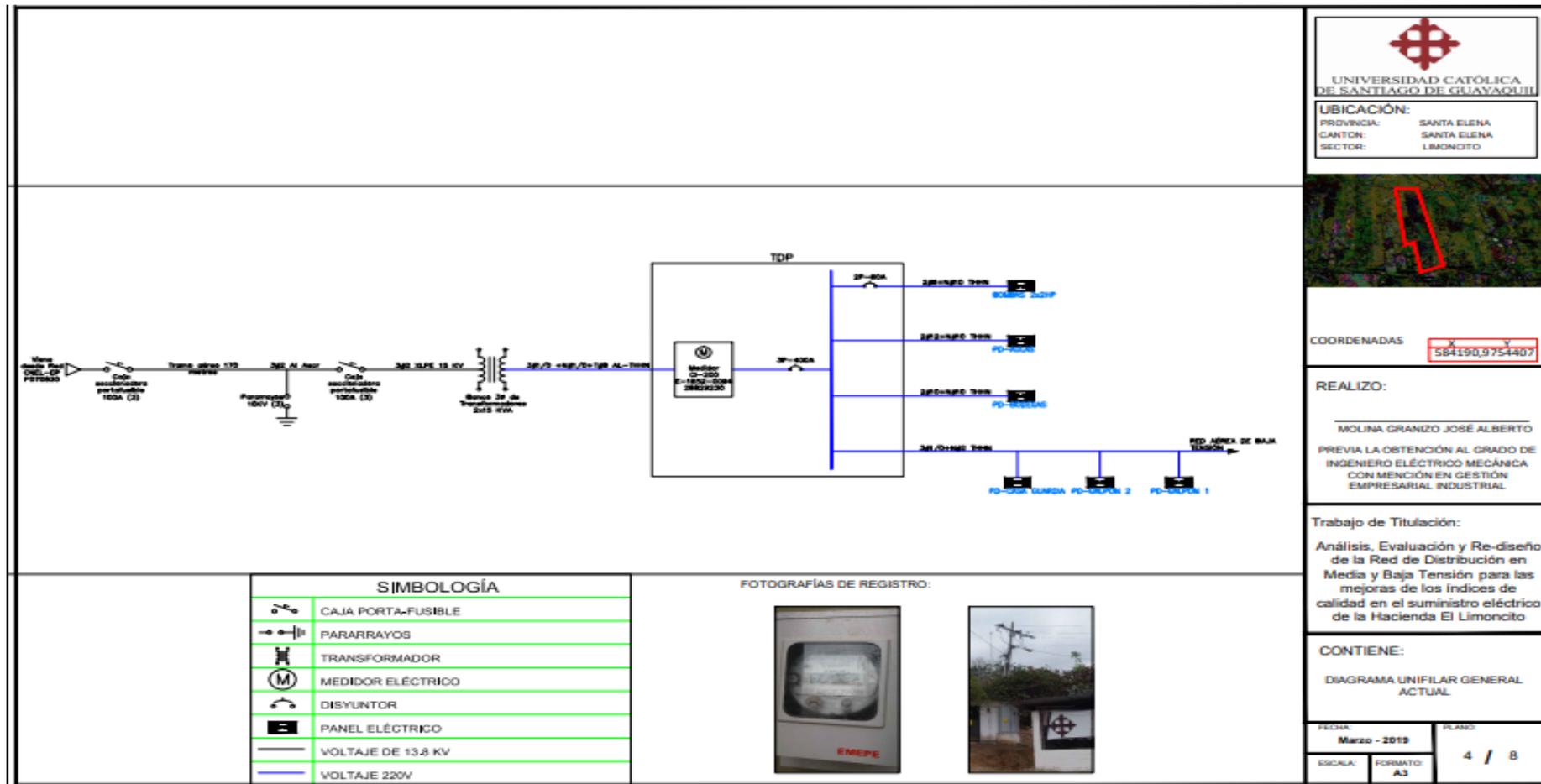
- Poste O: es el poste de interconexión del arranque principal
- Poste 1: es el poste de arranque de la red
- Poste 2: es el poste de paso intermedio de la red
- Poste 3: es el poste último de la red

En esta foto se puede apreciar que es la parte posterior de las aulas de estudio de la facultad técnica donde se observa el último poste de la red trifásica de media tensión donde se encuentra instalados las cajas porta fusible y los pararrayos.



Figura 5.2: Postes de la red trifásica interna de media tensión
Fuente: **Elaborado por los autores**

5.3.2 Diagrama unificar general actual de la Hacienda el Limoncito



5.3.3 Estructuras

Las estructuras están constituidas en las descripciones de los postes:

- Poste O: Es el punto de arranque e interconexión de la red, existe una doble cruceta a un ángulo de 45 grados para el ingreso de los conductores al predio.
- Poste 1, Poste 2: En esta existen las crucetas centradas de paso con un ángulo de 45 grados, para seguir a continuación su recorrido de las líneas.
- Poste 3: denominado también último poste, en este punto existe una cruceta centrada, con un ángulo de 45 grados, donde remata y finalizan las líneas de media tensión.

5.3.4 Aisladores

En todo el sistema de media tensión existen los siguientes aisladores.

- Aisladores cerámicos de pin, que están ubicados en la parte superior del poste O, poste 1 y poste 2.
- Aisladores cerámicos de disco tripe, con grapa pistola, se encuentra ubicado en el poste O y poste 3.
- Aisladores tipo rollo, estos se encuentran ubicados en el poste O, poste 1, poste 2 y poste 3.

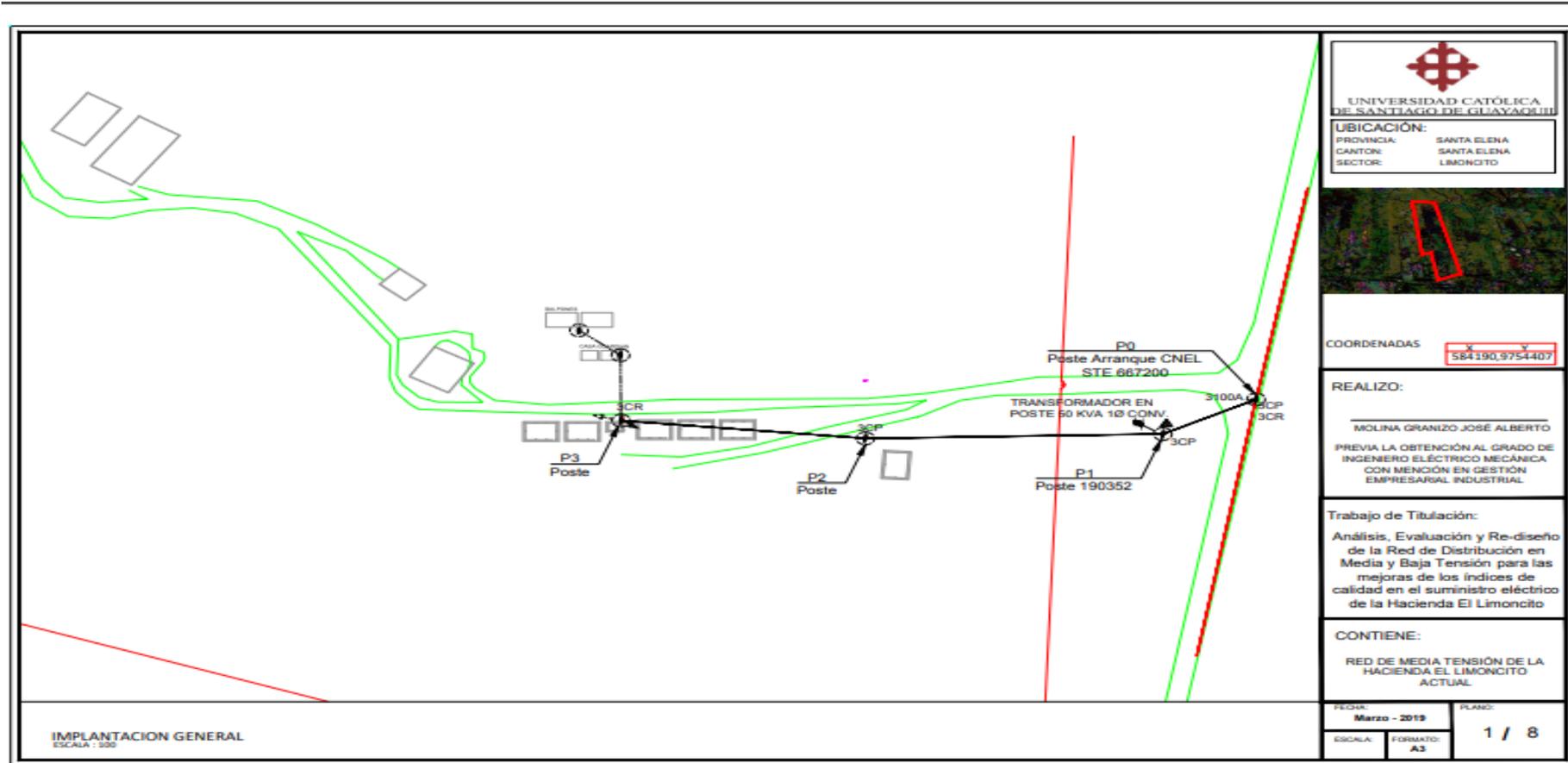
En esta foto se puede apreciar, el recorrido actual de ingreso de la red de media tensión, hacia las aulas de la facultad técnica de la hacienda el limoncito.



Figura 5.3: Ingreso al predio línea de MT

Fuente: **Elaborado por los autores**

5.3.5 Diagrama unifilar actual de la red de media tensión de la Hacienda el Limoncito



5.3.6 Conductores

En media tensión los conductores que se encuentra en la red son de aluminio conformado por 3 líneas ACSR # 2/0 +1 N # 2 y en baja tensión se encuentra conectados los transformadores con cable THNN 1 /0 CU.

5.3.7 Templadores

Los templadores son con varillas galvanizadas totalmente liza 5/8 en cuya punta es enroscada donde embona una base de cemento se encuentran en los postes: Poste O, poste 1, poste 2 y poste 3 cada poste con su respectivo anclaje. En la figura 5.4 se puede apreciar el arranque de inicio de la red de media tensión, la misma que ingresa a la Hacienda el Limoncito.



Figura 5.4: Arranque de líneas de media y tensión

Fuente: **Elaborado por los Autores**

5.4 Protecciones

Las protecciones que existen actualmente, se encuentran ubicados en el poste O y poste 3, donde se encuentran instalados los siguientes elementos:

- 3 cajas porta fusible de porcelana de 15 KV
- 3 Tiras fusibles de 5 amperios
- 3 pararrayos de porcelana de 10 KV está en el poste #3



Figura 5.5: Poste P0 interconexión de la red de media tensión,
Fuente: **Elaborado por los autores**

En esta figura se puede apreciar la interconexión de la red de ingreso por medio de doble cruceta centrada.

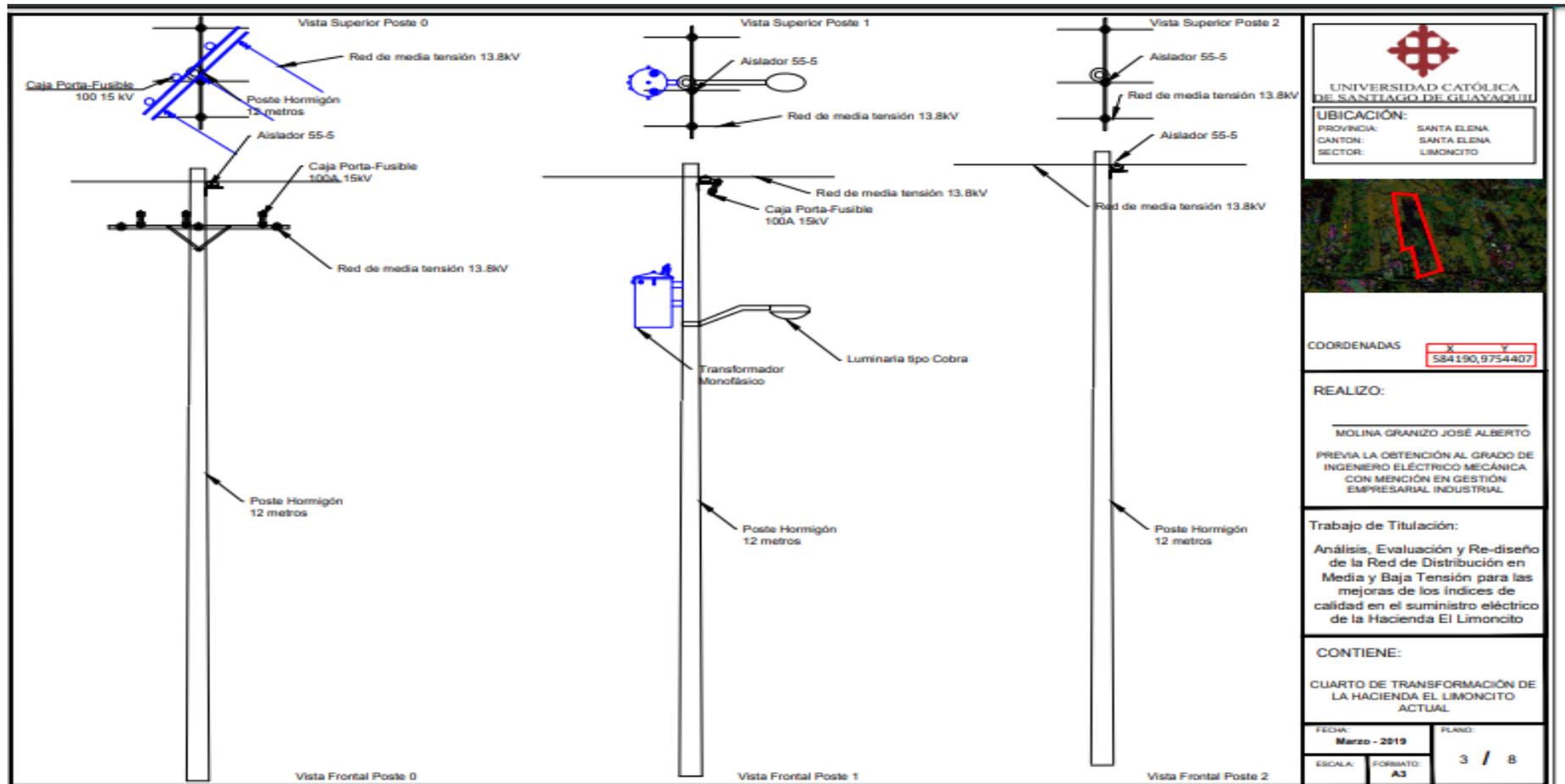
5.5 Cámara de transformación

- Cuarto: Es de hormigón armado (bloque y cemento), sin loza de 3,00 mts x 3,00 mts x 3,00 mts con ventilación de 0,30 mts x 1,50 mts , con piso de hormigón armado sin base para los transformadores.
- Puerta de ingreso: metálica de 1,20 mts x 2,00 mts.
- Transformador: 2 Transformadores convencionales tipo poste de 15 Kv cada uno, su conexión es delta abierto.
- Bases conductores secundarios una parrilla de ángulo de $\frac{3}{4}$ longitud en L 3 mts x 2 mts. En la figura 5.6 se aprecia actualmente de cómo se encuentra el cuarto de transformadores de la hacienda el limoncito.



Figura 5.6: Cuarto Transformadores
Fuente: **Elaborado por los autores**

5.5.1 Cuarto de transformadores actual de la Hacienda el Limoncito



5.6 Sistema puesta a tierra

El sistema puesta a tierra se encuentra en malas condiciones de operación, corroído, desgastado, incluido el grillete actual debido a las malas condiciones, climáticas del terreno y por falta de mantenimiento, contiene 5 mts, de conductor # 8 de cobre, más 2 varillas de 5/8 de cobre

5.7 Levantamiento de la carga

Voltajes de media tensión abarca el voltaje de distribución que llega a cada transformador y este lo reduce a baja tensión. Para mayor información revisar tabla 5.1 donde se encuentra los voltajes de media tensión.

Tabla 5.1: Voltaje de media tensión

Voltajes de media tensión		
Línea		Lectura (V)
L1	Neutro	7620
L2	Neutro	7630
L3	Neutro	7625
Tierra	Neutro	0
L1	L2	13225
L2	L3	13230
L1	L3	13220

Fuente: FCFM, 2008

5.8 Amperaje de media tensión

Es un flujo mínimo de corriente con relación al voltaje que es muy alto, por eso el flujo de corriente es mínimo, no se pudo tomar lecturas exactas y correctas debido que el sistema de medición no lo registra debido a que la carga es muy baja, pero si se pudo registrar la lectura de la corriente en baja.

Para mayor información revisar la tabla 5.2 donde describe la línea L3 y su corriente es “0” debido a que no está siendo utilizada al momento en la toma de datos y lecturas, comprobando también que en el tablero principal de distribución, donde

no llega esta línea, denominada línea de fuerza, cuyo voltaje es con relación al neutro 208 voltios.

Tabla 5.2: Amperaje en baja tensión

Amperajes (A)		
L1	L2	L3
32	24	0

Fuente: **Elaborado por los autor**

5.9 Sistema de medición

Está constituido por un medidor de características, para sistema trifásico con nomenclatura EZLV serie 28829230 marca General Electric clase 200 tipo FM 16S con un KH 21,6 voltajes 120 – 240 con numeración E16S2-0094, con lectura de inspección 002802, la misma que se encuentra en el exterior del cuarto de transformador dentro del panel principal de distribución.

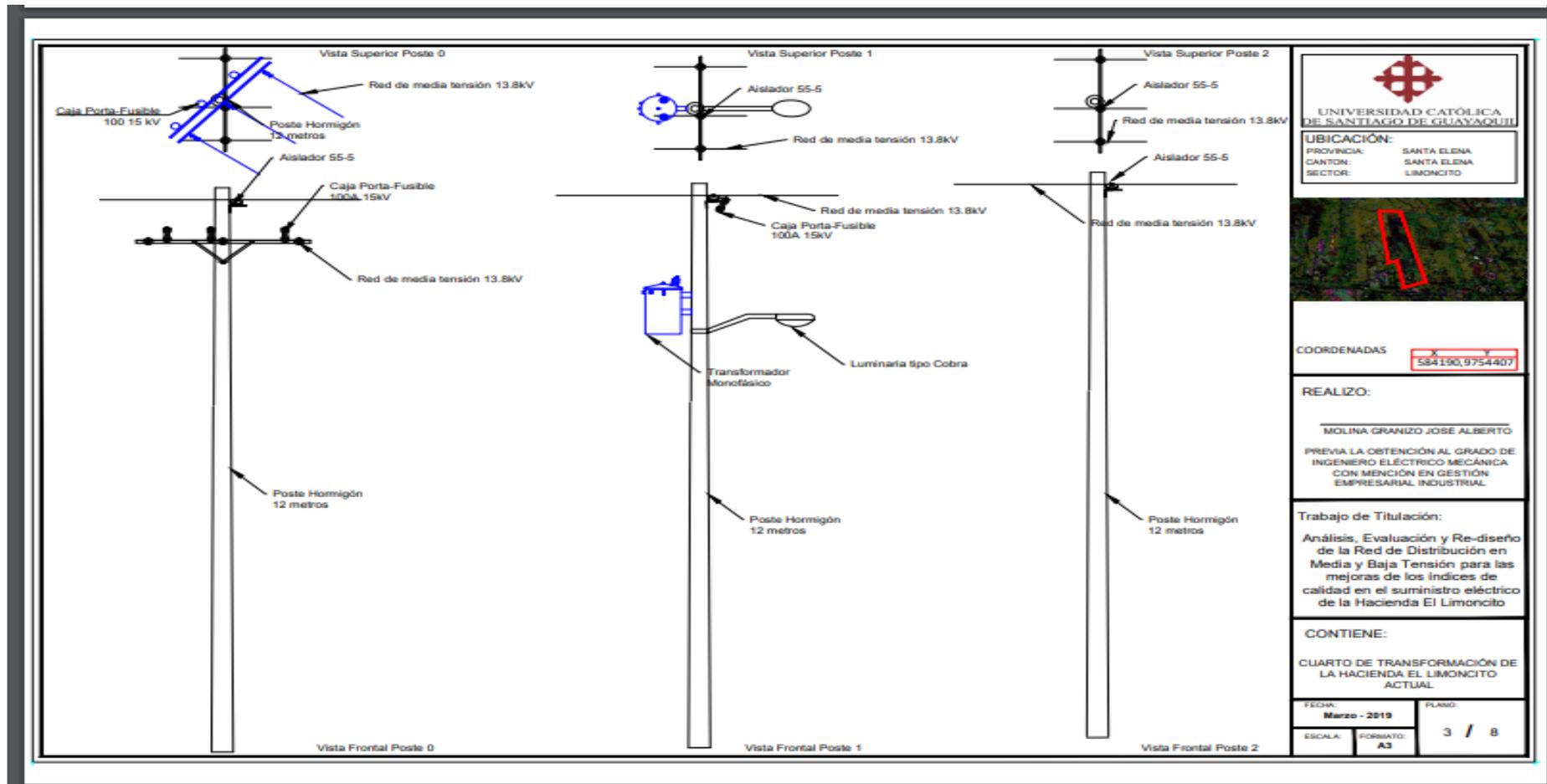
Además la Cnl Santa Elena E.P guarda información general al momento de la contratación del servicio ver anexos 2 y para registros mensuales guarda información anual ver anexo 3 y para sus inspecciones rutinarias, guarda información denominada historia de facturación ver anexo 4 y figura 5.7



Figura 5.7: Medidor principal clase 200

Fuente: **Elaborado por los autores**

5.9.1 Transformador de distribución de la hacienda el limoncito



5.10 Protección en baja

Actualmente la protección principal de la carga actual, consta de un breaker trifásico de marca Lg no regulable tipo palanca caja moldeada de 400 amperios, que está ubicado en el interior del tablero principal conjuntamente con la medición, el mismo que se encuentra sobredimensionado para la protección de la carga actual Como se lo puede observar en la figura 5.8



Figura 5.8: Protección en baja
Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO 6

MEJORAS DE LOS ÍNDICES Y NIVELES DE CALIDAD ELÉCTRICO

6.1 Introducción

En este capítulo se enfocaran todos los planes en la mejora de los análisis, índices y niveles de calidad en el sector energético, las cuales mejorarían los niveles de operación, seguridad, continuidad del sistema eléctrico del sector y de la hacienda el Limoncito.

6.2 Sistema Eléctrico actual y su plan de mejora

El proyecto inicial en este predio fue diseñado, con un tipo de conexión de delta abierto, en este tipo de conexión nos limita en el aprovechamiento máximo de la red trifásica principal, ya que al encontrarse instalado actualmente solo 2 transformadores de 15 KVA, convencionales, se pueden instalar uno más de 15 KVA convencional, y así aprovechar la otra línea de media tensión, logrando obtener todo el sistema eléctrico balanceado.

6.3 Conexión delta abierto

Esta conexión es igual a la delta-delta, pero con un transformador faltante. Uniendo al final H2 con el principio H1 del transformador adyacente, conectando la alimentación del cable B, después se conectan los terminales de alimentación restantes (A y C).

Esta conexión se puede utilizar en casos de emergencia, utilizando dos transformadores es decir en caso de que uno resulta dañado, se puede utilizar cargas monofásicas y trifásicas.

La capacidad de un banco delta abierto es solo el 57.7% de un banco Delta /Delta, de las mismas unidades de tamaño.

Para un sistema de dos transformadores en Delta Abierto es de 86.6% del total de la suma da la capacidad de los dos transformadores. Este tipo de conexiones se lo puede verificar en la figura 6.1

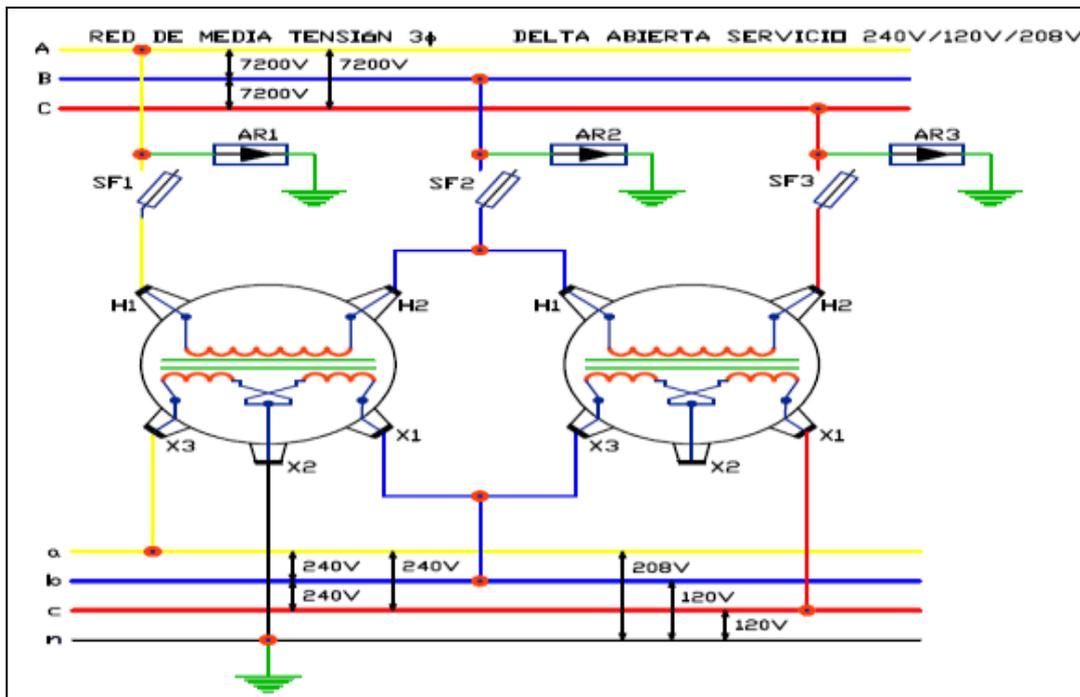


Figura 6.1 Conexión delta abierto
Fuente: (Aguirre Vásquez, 2016)

6.4 Relocalización de la red interna

En inspección visual y técnica realizada, se pudo comprobar que la red de media tensión que ingresa a la hacienda, se inicia desde el punto de interconexión en el poste O, pasando por el poste 1 y el poste 2 donde esta red remata en el poste 3, se pudo comprobar visualmente, que este tramo pasa por encima de unas aulas de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, donde según todas las normas existentes, aplicadas a este tema, describen como prohibida ya que puede causar un riesgo eminente de accidente a los alumnos y docentes, como también al personal administrativo que elaboran en la facultad, ya que al arrancarse estas líneas ya sea por vientos fuertes, fenómenos naturales, o vetustez del sistema eléctrico, podrían ocasionar hasta la muerte.

6.5 Selección de la ruta para el mejoramiento de la red

La selección de la nueva ruta de la red de media tensión para el mejoramiento de la misma comprende en la desconexión y desmontaje desde el poste 1, poste 2 y poste 3 que es el último poste, cuya nueva ruta de la relocalización implantada en el nuevo diseño, comprende con la hincada, colocación y montaje del nuevo poste de 12 metros de hormigón armado, el mismo

que se instalará a 35 metros, al frente, en un ángulo de 20 grados, donde se instalará 2 juegos de crucetas dobles ya que recibe a la red trifásica y recorre rematando hasta el poste 4, con un ángulo de 35 grados.

En este poste 4 se instalara 3 cajas porta fusible de 27 KV y 3 pararrayos de 10 KV, podemos decir que la forma de todo el recorrido de estas 3 líneas es que van en paralelo, así mismo se instalara al pie del poste una varilla a tierra de cobre de 5/8 x 1.80 mts tipo cooper para ser conectadas con los pararrayos con una alimentación de cobre #4 sin aislamiento.

En todo el recorrido de la ruta entre el poste 0, poste 1, poste 2, poste 3, tiene una distancia de 180 metros multiplicada por los 3 tramos de líneas nos da 540 metros lineales, estos serán colocado con aisladores triple de suspensión de porcelana con grapa pistola, se montaran en las crucetas dobles de los postes 3 y poste 4.

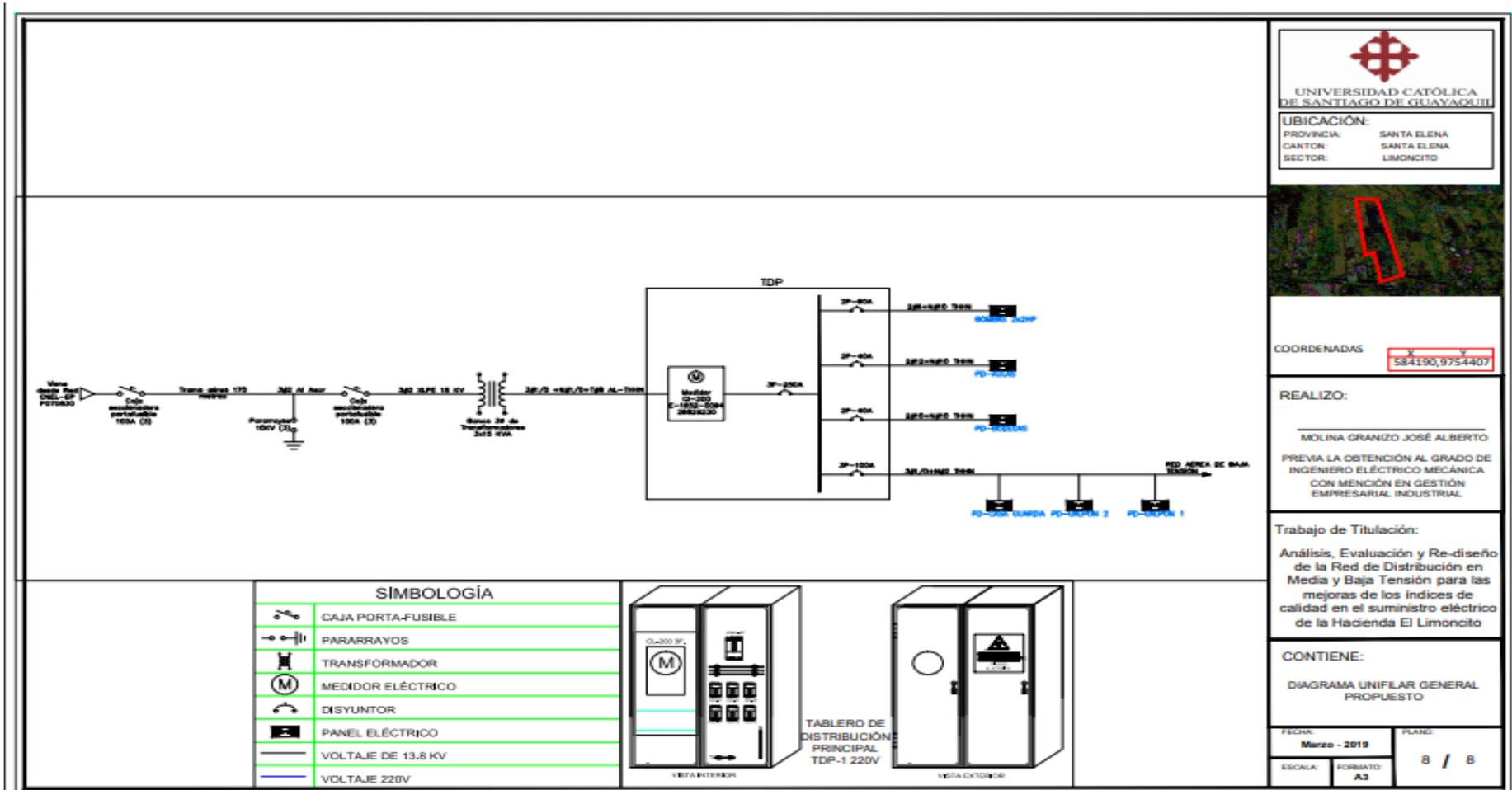
6.6 Punto de inicio de la ruta

El punto de inicio de la nueva ruta, comprende desde el poste O, donde se encuentra la red principal trifásica de media tensión, punto de interconexión.

6.7 Descripción del trazado

Inicia desde el poste O, a una distancia de 45 mts descansando en el poste 1 luego sigue a su recorrido unos 45 mts hasta el poste 2 para continuar con el poste 3 a 40 mts a un Angulo de 30 grados y remata unos 45 mts con ángulo de 40 grados en poste 4.

6.7.1 Diagrama unifilar propuesto de la Hacienda el Limoncito



6.8 Punto final de la ruta

El punto final de la ruta, es donde remata la red con poste 4, en una estructura doble de cruceta centrada, la misma que está sujeta por 3 juegos de disco tipo campana, de porcelana con grapas tipo pistolas. En las crucetas dobles del poste 4, se colocaran 3 cajas porta fusible de 27 KV y 3 pararrayos de 10 KV todos estos elementos deben de ser de material tipo polímero, se instalara al pie del poste una varilla a tierra de cobre de 5/8 x 1.80 mts tipo cooper, el mismo que se conectara, a los 3 pararrayos instalados.

6.9 Optimización y selectividad del sistema

Con la implementación de un nuevo transformador de 15 KVA convencional, más los 2 anteriores transformadores de 15 KVA, también convencional formaremos la conexión Y/Y aterrizado lo que nos permitirá las siguientes condiciones

Conexión Estrella o Y/Y

- La conexión Y/Y o estrella, estrella, los voltajes de línea son balanceadas.
- Su buen funcionamiento para pequeñas potencias,
- El aumento de sección de conductores favorece la resistencia mecánica.
- Este tipo de transformador es más utilizado para pequeñas potencias.

Este tipo de conexiones se lo puede verificar en la figura 6.2

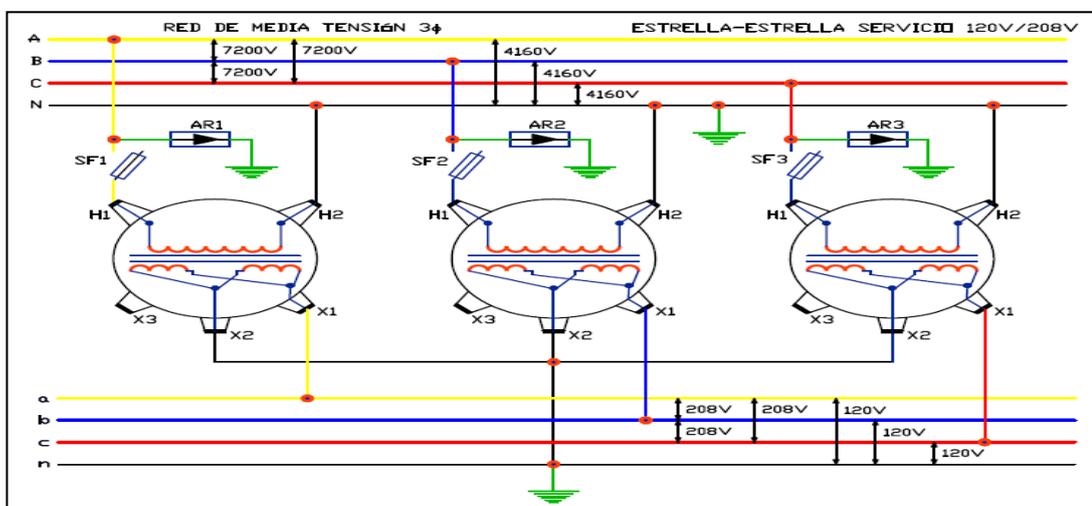
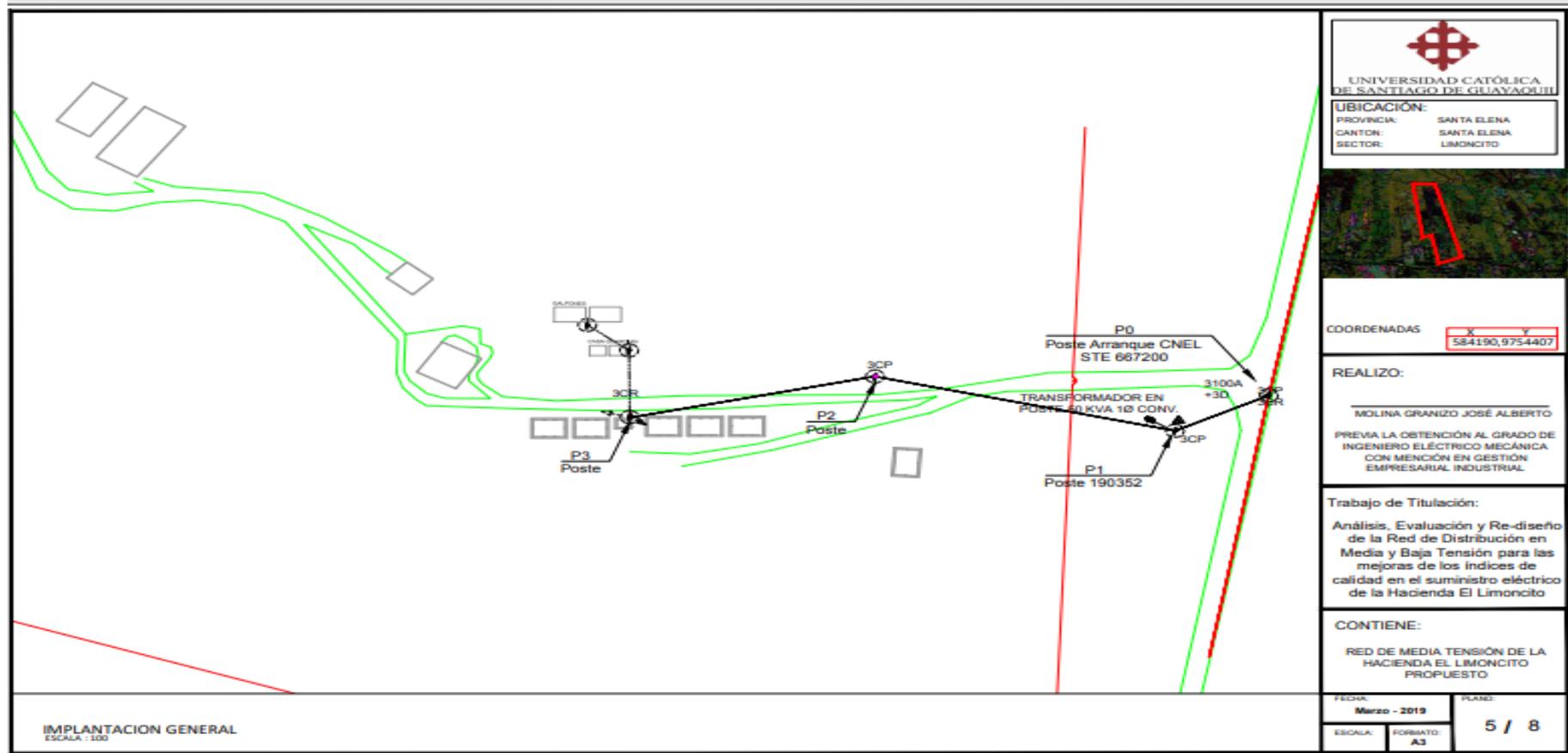


Figura 6.2: Conexión Y/Y
Fuente: (Alberto, 2009)

6.9.1 Diagrama de la red de media tensión propuesta



6.10 Presupuesto de línea de media tensión

En los siguientes cuadros se muestra los costos de materiales, de mano de obra civil, resumen de la nueva trayectoria y la propuesta para su construcción para mayor información revisar la tabla 6.1

Tabla 6.1: Costo de materiales eléctrico y mano de obra

MATERIAL ELÉCTRICO (MT)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	
			Unitario	Sub Total
Poste 12 mts	1	Metros	\$ 320,00	\$ 320,00
Aisladores juegos	3	Unidad	\$ 45,00	\$ 135,00
Crucetas	2	Unidad	\$ 60,00	\$ 120,00
Herrajes para Crucetas juegos	2	Metros	\$ 20,00	\$ 40,00
Abrazaderas de soporte para poste	1	Unidad	\$ 12,00	\$ 12,00
Platinas para soporte	4	Metros	\$ 5,00	\$ 20,00
Aterrizamiento varilla 5/8	1	Unidad	\$ 38,00	\$ 38,00
Soldadura exotérmica	1	Unidad	\$ 15,00	\$ 15,00
Aisladores tipo pin	3	Unidad	\$ 12,00	\$ 36,00
Aisladores para templador	2	Unidad	\$ 5,00	\$ 10,00
Pararrayos de polimeros	3	Unidad	\$ 60,00	\$ 180,00
Cajas porta fusible 27 KV	3	Unidad	\$ 185,00	\$ 555,00
Tira fusible de 2 amp	3	Unidad	\$ 3,00	\$ 9,00
Cable tensor	30	Metros	\$ 0,90	\$ 27,00
Cable aluminio ACSR # 2/0	540	Metros	\$ 0,65	\$ 351,00
Cable aluminio ACSR # 2/0	180	Metros	\$ 0,45	\$ 81,00
Punta interior	1	Unidad	\$ 30,00	\$ 30,00
Punta exterior	1	Unidad	\$ 60,00	\$ 60,00
Cable 15 KV # 2	15	Unidad	\$ 10,00	\$ 150,00
Transformador de KV tipo poste	1	Unidad	\$ 1.100,00	\$ 1.100,00
			Sub total	\$ 3.289,00
			Iva 12 %	\$ 394,68
			Total	\$ 3.683,68
MANO DE OBRA ELÉCTRICA (BT)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	
			Unitario	Sub Total
Desmontajes de línea de media tensión	1	Unidad	\$ 150,00	\$ 150,00
Desmontaje de protecciones actuales	3	Unidad	\$ 100,00	\$ 300,00
Desmontaje de transformadores	2	Unidad	\$ 200,00	\$ 400,00
Montaje de los transformador	1	Unidad	\$ 300,00	\$ 300,00
Montaje de línea de aluminio desnudo 2 /0	180	Metros	\$ 1,25	\$ 225,00
Montaje de postes	1	Unidad	\$ 150,00	\$ 150,00
Montaje de herrajes	1	Unidad	\$ 100,00	\$ 100,00
Montaje de línea de 15 KV + armada de puntas	15	Metros	\$ 9,00	\$ 135,00
Montaje de protecciones	6	Unidad	\$ 20,00	\$ 120,00
Elaboración de planos	3	Unidad	\$ 200,00	\$ 600,00
Mantenimiento de transformadores	2	Unidad	\$ 125,00	\$ 250,00
			Sub total	\$ 2.730,00
			Iva 12 %	\$ 327,60
			Total	\$ 3.057,60

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 6.2: Costo de material y obra civil

MATERIAL CONSTRUCCIÓN (BT)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	
			Unitario	Sub Total
Cemento	5	Metro	\$ 10,00	\$ 50,00
Arena	1	Metro	\$ 18,00	\$ 18,00
Piedra chispa fina	1	Metro	\$ 15,00	\$ 15,00
Hierro de 1/2	1	qq	\$ 15,00	\$ 15,00
Alambre negro	1	lbs	\$ 4,00	\$ 4,00
Tabla	3	Metro	\$ 5,00	\$ 15,00
Cuartones	2	Unidad	\$ 4,00	\$ 8,00
Bloques de 25 cm	15	Unidad	\$ 0,30	\$ 4,50
			Sub total	\$ 129,50
			Iva 12 %	\$ 15,54
			Total	\$ 145,04
MANO DE OBRA CIVIL				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	
			Unitario	Sub Total
Montaje de caja de paso 80x80x80	1	Unidad	\$ 100,00	\$ 100,00
	0			
			Sub total	\$ 100,00
			Iva 12 %	\$ 12,00
			Total	\$ 112,00

Fuente: **Elaborado por los autores**

Tabla 6.3: Resumen costo eléctrico obra civil

COSTO TOTAL MONTAJE EN BAJA TENSIÓN					
Detalle	Materiales	Mano de obra	Sub total	Iva	Total
Sistema Eléctrico	\$ 3.289,00	\$ 2.730,00	\$ 6.019,00	\$ 722,28	\$ 6.741,28
Obra Civil	\$ 129,50	\$ 100,00	\$ 229,50	\$ 27,54	\$ 257,04
Movilización		\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 24,00	\$ 224,00
Total	\$ 3.418,50	\$ 3.030,00	\$ 6.448,50	\$ 773,82	\$ 7.222,32

Fuente: **Elaborado por los autores**

CAPÍTULO 7

DETERMINACIÓN DE CARGAS SECCIONADAS Y GLOBALES

7.1 Carga por sección de aulas

Resultado de la planilla de los Circuitos de aulas (Ver Anexo 5)

En esta planilla de circuito de aulas podemos comprobar por medio de la tabla que en todas sus aulas 1,2 y 3 incluyendo iluminarias de baños, bombas de agua e iluminarias exteriores que tiene una carga total instalada de 2346 wattios pero aplicando un factor de demanda de 0.7 tenemos una demanda total de 1642 wattios.

7.2 Carga por sección de riego

Resultado de la planilla de los circuitos de riego (Ver Anexo 6)

La planilla de la sección circuito de riego, podemos comprobar por medio de la tabla que en las bombas de agua 1 y 2 incluyendo iluminarias exteriores que tiene una carga total instalada de 3020 wattios pero aplicando un factor de demanda de 0.7 obtendremos una demanda total de 2114 wattios.

7.3 Carga por sección de guardianía

Resultado de la planilla de los circuitos de guardianía (Ver Anexo 7)

En el circuito de guardianía, podemos comprobar por medio de la carga instalada, que tienen una carga de 1340 wattios pero aplicando un factor de demanda de 0.7 tenemos una demanda total de 938 wattios.

7.4 Carga por sección de galpón 1

Resultado de la planilla de los circuitos del primer galpón (Ver Anexo 8)

En esta planilla en la carga del primer galpón, podemos comprobar por medio de la tabla que el motor 1 y 2, la toma corriente y las luces tienen una carga

total instalada de 9135 wattios pero aplicando un factor de demanda de 0.7 tenemos una demanda total de 6395 wattios.

7.5 Carga por sección de galpón 2

Resultado de la planilla de los circuitos del segundo galpón (Ver Anexo 9)

La planilla de circuito del primer galpón, podemos comprobar por medio de la tabla que las luces exteriores, toma corrientes y luminarias internas, tienen una carga total instalada de 910 wattios pero aplicando un factor de demanda de 0.7 tenemos una demanda total de 637 wattios.

7.6 Carga por sección de cargas y demanda total

Resultado de la planilla de las cargas y demandas totales (Ver Anexo 10)

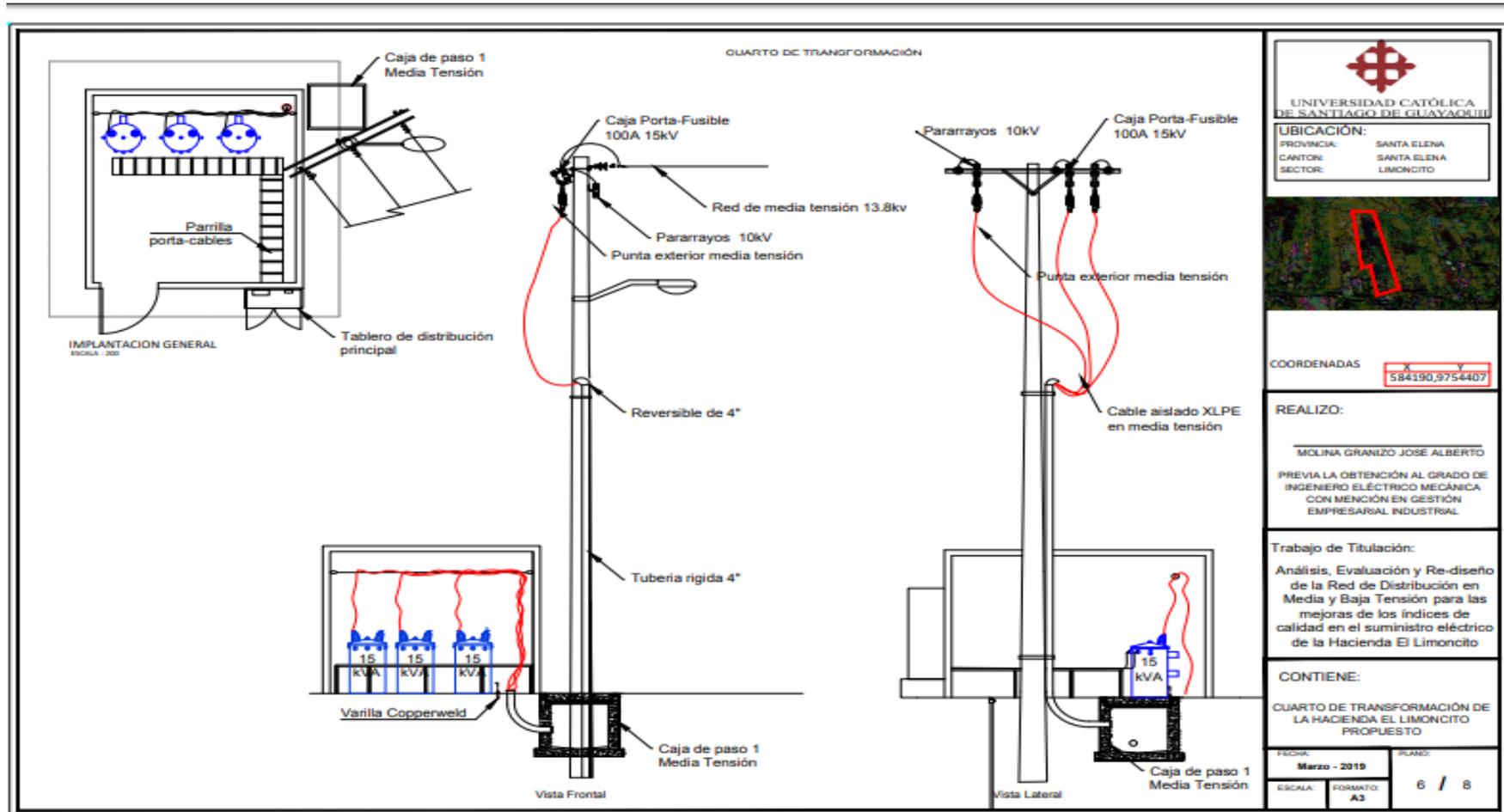
Primer tabla resumen de carga, en este cuadro nos indica la demanda por sectores del galpón 1 6,4kw, riesgos de aulas 2.1 kw aulas 1,6 kw casa de guardia 0,9 galpón 2 0,6 kw que sumado todas estas cargas nos da una demanda total de 11,7 kw.

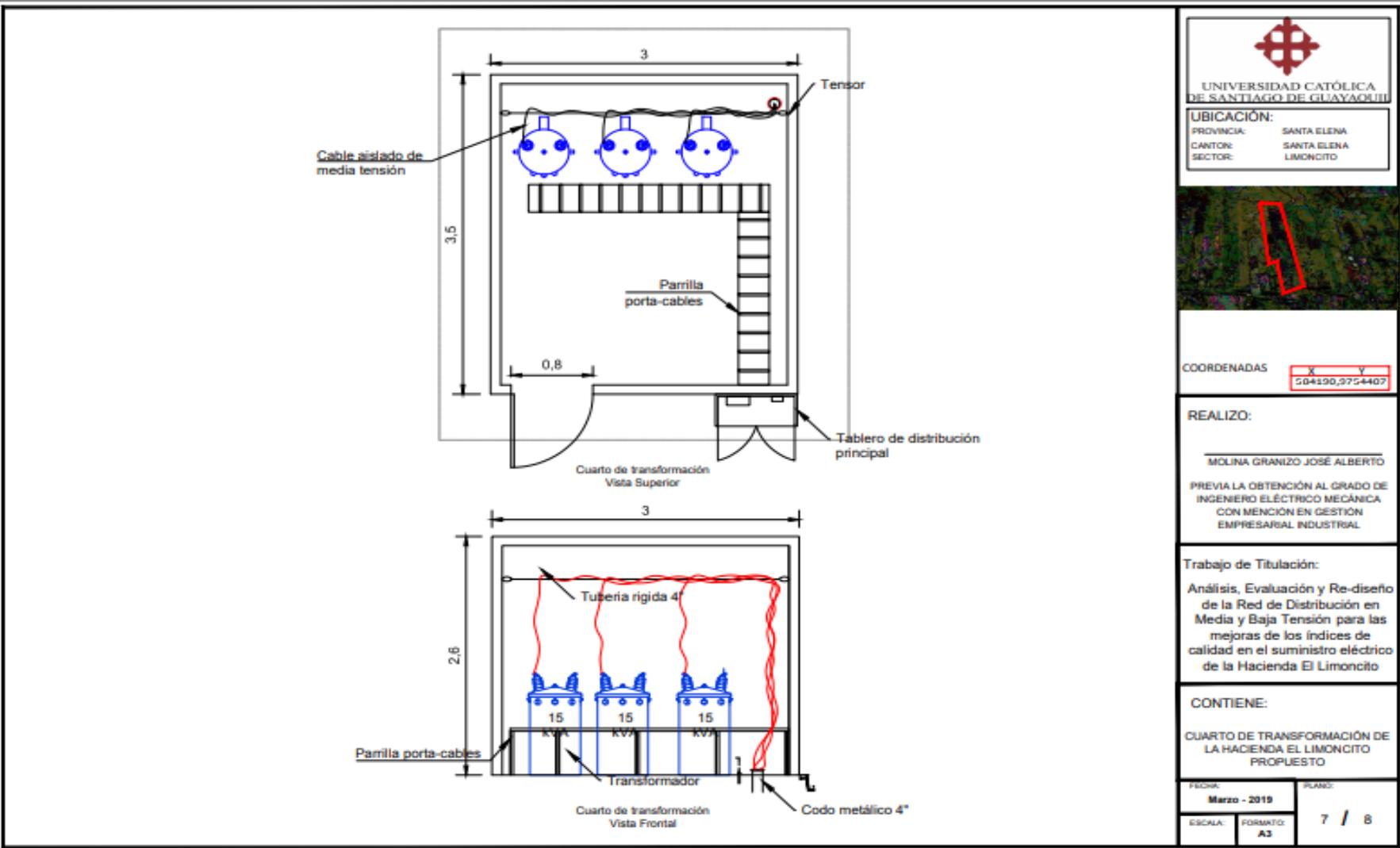
7.7 Capacidad del banco de transformador en KVA a instalarse

Resultado de la capacidad de transformadores a instalarse (Ver Anexo 11)

Instalar 3 transformadores de 15 KVA convencionales, conectados con el sistema estrella con aterrizamiento, con un voltaje en media tensión de 13200/7620 HV y voltaje de salida de 120/208 v, además se indica todos los elementos a ser instalados como lo indica el anexo 12, también describimos las cifras de todos sus clientes de la Cnel. E.P de Guayaquil de sus diferentes clientes como son, residenciales, comerciales e industriales y el total de sus elementos de distribución en la ciudad con valores actuales como lo indica el anexo 13.

7.7.1 Cuarto de transformación propuesto de la Hacienda el Limoncito





UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

UBICACIÓN:

PROVINCIA: SANTA ELENA
CANTON: SANTA ELENA
SECTOR: LIMONCITO



COORDENADAS

X	Y
504190,3754407	

REALIZO:

MOLINA GRANIZO JOSÉ ALBERTO
PREVIA LA OBTENCIÓN AL GRADO DE INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL

Trabajo de Titulación:

Análisis, Evaluación y Re-diseño de la Red de Distribución en Media y Baja Tensión para las mejoras de los índices de calidad en el suministro eléctrico de la Hacienda El Limoncito

CONTIENE:

CUARTO DE TRANSFORMACIÓN DE LA HACIENDA EL LIMONCITO PROPUESTO

FECHA:

Marzo - 2019

PLANO:

7 / 8

ESCALA:

FORMATO: A3

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

En base al estudio del proyecto eléctrico realizado a la hacienda el Limoncito se determinan las siguientes conclusiones.

Al realizar la relocalización de la red trifásica en media tensión a precautelado la seguridad integral de los estudiante, personal docente y todas aquellas personas que se encuentren en el área indicada.

Mejora toda el sistema de la red de baja tensión, ya que con el montaje de un nuevo transformador de 15 KVA. Cambia la conexión de delta abierta a Y / Y o estrella aterrizado, los niveles de voltaje son fijos y sus carga se las puede balancear.

La continuidad del servicio será mejor, ya que al realizar el cambio de todos los elementos de protección esto garantiza un servicio seguro y permanente.

La instalación y montaje de una nueva malla de tierra, garantiza la vida útil de todos los elementos eléctricos instalados en la institución.

Con el nuevo transformador de 15 KVA. Tenemos una holgura de un 70 % para la instalación de más equipos.

8.2 Recomendaciones

Al haber realizado este estudio técnico profesional en el terreno, nuestras recomendaciones van de la mano con el manual del NATSIN el mismo que se sigue utilizando en todos los proyectos actuales de la Cnel. E.P. Unidad Guayaquil.

Realizar el mantenimiento de la red de media tensión de propiedad de la universidad, especialmente por las ramas de los árboles, de ser necesario se recomienda realizarlo podando los arboles dos veces al año.

Realizar el cambio de los elementos de protección por encontrarse ya caducos en su funcionamiento de operación, además estos elementos tienen sus características de funcionamiento que van a la par con la ubicación geográfica del terreno.

Cambiar la conexión del banco de transformadores que actualmente está en delta abierto por uno en “Y” o estrella aterrizados utilizando un transformador más de 15 Kva. Tipo convencional.

Construir la losa de hormigón del cuarto de transformadores, como también la base de hormigón del banco de transformadores.

Realizar la relocalización de la red tribásica de media tensión, para evitar desgracias personales.

Este proyecto debe acogerse al requerimiento técnico, normas, y especificaciones del agente distribuidora (Cnel. EP Santa Elena) apoyándose en las normas del Natsim.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia de Regulacion y Control de Electricidad . (s.f.). *Resolucion Nro. Arconel 017 /18.*
- Aguirre Vásquez, I. (2016).
- Alberto, M. A. (2009). *Diseno e implementacion de una red de comunicaciones entre subestaciones electricas.*
- Andrade Laborde, M. M. (2017). *Redes Electrica.*
- Arconel. (2016). *Fuentes renovables.*
- Arconel. (s.f.). *Regulacion de calidad suscrita.*
- Arconel. (s.f.). *Resolucccion 005 del Arconel de Sistema de Distribucion .*
- Arconel. (s.f.). *Resolucion 081/17.*
- Calle Millán, I. (2012).
- CEP. (2017).
- Conelec. (s.f.). *Regulacion 004/01 .*
- Díaz Dorado, I. (2000).
- Distribucion, R. O. (s.f.).
- Enríquez Harper, I. (1986).
- Entrena González, I. (2012).
- González Quintanilla, M. R. (1983). *Red de Repositorios de acceso abierto enEcuador EPN Tesis de grado.* Obtenido de Optimización de la producción de energía en sistemas eléctricos de potencia:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6820>
- Lebrón García, I. (2012).

Ortegon, E., Pacheco , J. F., & Prieto, A. (2005). *Metodologia del marco logico para la planificacion, el seguimiento y la evaluacion de proyectos y programas*. Santiago de Chile: Naciones Unidas .

Ramirez. (2017). *Sistema rural*. Bogota.

Ramirez, S. (2004). *Redes de Distribucion de Energia* . Colombia : Centro de Publicaciones .

Rodríguez Hernández, I. (2012).

Turbed, J. (19 de Septiembre de 2012). *Regulacion y Conductores*. Obtenido de <http://reguctoresjwa.blogspot.com/>

ANEXOS

ANEXO 1: Red anti hurto

Beneficio red anti hurto



- ❖ Disminuyen las pérdidas.
- ❖ Fácil instalación y montaje.
- ❖ Seguridad al operador.
- ❖ Mas rápido el servicio de C y R.
- ❖ Impiden las conexiones directas.
- ❖ Caja hermética de distribución.
- ❖ Caja hermética en el medidor.
- ❖ Mejora la presentación en la red de distribución en baja tensión.
- ❖ Salud visual.
- ❖ Menos accidentes en la construcción de viviendas.

ANEXO 2: Información General Actual del Cliente

Action Edit Query

<TOGENE> Información General Actual del Cliente

Estado Actual/Dirección Identificación Usuario del Servicio Liquidaciones Tipo Reparto/Depo

CNEL EP Santa Elena

Suministro : 1998805 - 8

Deuda	0.00	Facturas Pendientes :	0	
Cargos manuales sin facturar		Cargos por amendo o a largo plazo :		
Valor por consumos :	56.41	25/02/19	Reclamos Pendientes :	0
Ultimo Consumo KWH	566	21/02/19	Contravenciones pendientes :	
Ultimo Pago	77.96	25/02/19	Agencia	(CAR Urbanos)
Ultima Refacturación :		Tipo	Pago de Factura	
Cuotas Ultimo Credito:	/			
Estado del Cliente:	Activo			
Estado del servicio:	Con Suministro			
Estado facturación:	Terminada o sin proceso			
Estado Ord. Revision :				
Dirección	Calle/SMz	LIMONCITO, VIA A JUN	Referenc/Mz	No. Cas/It
Predio	Intersec.	TAS	Barr/Urb/Edl	
	Piso		Depto	
Gestión de Cobro:				
16520094	- ABB	UNIVERSIDAD CATOLICA DE GUAYAQUIL	Comercial sin Demanda	
68 02 -06 007 -0830		LIMONCITO, VIA A JUN TAS	UNICO	

68 02 -06 007 -0830

ANEXO 3: Análisis de consumo

Análisis de Consumo | Lecturas | Gráfico Consumos | CNEL EP Santa Elena

Suministro: 1998805 - 8 Descripción Novedad

Tipo Medidor: Activa Monofasica 00h - 24h (L-D)(AM) Factor: 1 Cifras: 8 - 0 Promedio: 895
 Lectura Instalación: 0 01/01/00 Lectura en Proceso:

Fecha	Lectura Tomada	Lectura Facturada	Lectura Original	Consumo Facturado	Novedades Lectura	Tipo Lectura
21/02/19	137581	137581		566		Tomada
21/01/19	137015	137015		527		Tomada
21/12/18	136488	136488		846		Tomada
23/11/18	135642	135642		1150		Tomada
24/10/18	134492	134492		1507	R	Tomada
24/09/18	132985	132985		772		Tomada
24/08/18	132213	132213		761		Tomada
24/07/18	131452	131452		943	R	Tomada
23/06/18	130509	130509		1201	R	Tomada
23/05/18	0	129308		825	V	Propuesta

16S20094 - ABB UNIVERSIDAD CATOLICA DE GUAYAQUIL Comercial sin Demanda
 68 - 02 - 06 - 007 - 0830 LIMONCITO, VIA A JUN TAS UNICO

ANEXO 4: Historia de facturaciones

HISTORIA DE FACTURACIONES

<FIHIST> Suministro: 1998805-8 Nombre: UNIVERSIDAD CATOLICA DE GUAYAQUIL

Dirección: LIMONCITO, VIA A JUN Nº y TAS Barrio(o Urb. o Edif.):
 Provincia: 24 Canton: 1 Parroquia: 55
 Meses Mora: 0 Tipo Reparto: 1 Plan: 68 Geocodigo: 20-60-070-830
 Tarifa: 715 Medidor: 16S20094-ABB-AM Factor: 1.0

Fecha Facturación	Novedad Lectura	Lectura Facturada	Ultimo Consumo Facturado	Tipo de Lectura	Valor Factura	Saldo Anterior	Total a Pagar	Est. Fac
25/02/19	-	137581	566	Tomada	77.96	0.00	77.96	Pagada
25/01/19	-	137015	527	Tomada	74.92	0.00	74.92	Pagada
22/12/18	-	136488	846	Tomada	118.38	0.00	118.38	Pagada
27/11/18	-	135642	1150	Tomada	159.77	0.00	159.77	Pagada
25/10/18	R	134492	1507	Tomada	208.40	0.00	208.40	Pagada
26/09/18	-	132985	772	Tomada	108.30	0.00	108.30	Pagada
27/08/18	-	132213	761	Tomada	106.78	0.00	106.78	Pagada
25/07/18	R	131452	943	Tomada	131.59	0.00	131.59	Pagada
26/06/18	R	130509	1201	Tomada	166.72	0.00	166.72	Pagada
24/05/18	V	129308	825	Propuesta	115.51	0.00	115.51	Pagada
25/04/18	-	128483	798	Tomada	111.83	0.00	111.83	Pagada
23/03/18	-	127685	816	Tomada	114.29	0.00	114.29	Pagada
23/02/18	-	126869	668	Tomada	94.12	0.00	94.12	Pagada
24/01/18	-	126201	806	Tomada	112.76	0.00	112.76	Pagada
22/12/17	-	125395	801	Tomada	112.08	0.00	112.08	Pagada
23/11/17	-	124594	949	Tomada	132.25	0.00	132.25	Pagada
24/10/17	3	123645						
23/09/17								

ANEXO 5: Carga por sección de aulas

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL									
PLANILLA DE CIRCUITOS (AULAS)									
LUGAR	CIRCUITOS	# (Puntos)	VOLT	AMP	POLOS	W/POR PUNTO	CARGA INSTALADA (WATTIOS)	FACTOR DE DEMANDA	DEMANDA (WATTIOS)
AULAS 1	1	8	120	4,3	1	64	512	0,7	358,4
AULAS 2	2	4	120	2,1	1	64	256	0,7	179,2
AULAS 3	3	4	120	0,7	1	20	80	0,7	56
AULAS 4	4	2	120	0,3	1	20	40	0,7	28
ILUMINARIAS BAÑOS	5	2	120	0,3	1	20	40	0,7	28
BOMBA DE AGUA	6	1	120	9,3	1	1117,5	1117,5	0,7	782,25
ILUMINARIA EXTERIOR	7	2	120	2,5	1	150	300	0,7	210
				20	TOTAL		2346		1642

ANEXO 6: Carga por sección de riesgo

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL									
PLANILLA DE CIRCUITOS (RIEGO)									
LUGAR	CIRCUITOS	# (Puntos)	VOLT	AMP	POLOS	W/POR PUNTO	CARGA INSTALADA (WATTIOS)	FACTOR DE DEMANDA	DEMANDA (WATTIOS)
BOMBA AGUA 1	1	1	220	6,8	1	1490	1490	0,7	1043
BOMBA AGUA 2	2	1	220	6,8	1	1490	1490	0,7	1043
ILUMINARIA EXTERIOR	3	2	120	0,3	1	20	40	0,7	28
				13,9	TOTAL		3020		2114

ANEXO 7: Carga por sección de guardianía

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL									
PLANILLA DE CIRCUITOS (GUARDIANÍA)									
LUGAR	CIRCUITOS	# (Puntos)	VOLT	AMP	POLOS	WATTIOS/P OR PUNTO	CARGA INSTALADA (WATTIOS)	FACTOR DE DEMANDA	DEMANDA (WATTIOS)
LAVADORA 27 LBS	1	1	120	4,8	1	580	580	0,7	406
LICUADORA	1	1	120	1,1	1	130	130	0,7	91
REFRIGERADORA	1	1	120	2,7	1	320	320	0,7	224
TV	1	1	120	1,3	1	150	150	0,7	105
LUCES	1	4	120	0,7	1	20	80	0,7	56
PC	1	1	120	0,7	1	80	80	0,7	56
				11,2	TOTAL		1340		938

ANEXO 8: Carga por sección de galpón 1

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL									
PLANILLA DE CIRCUITOS (GALPÓN 1)									
LUGAR	CIRCUITOS	# (Puntos)	VOLT	AMP	POLOS	WATTIOS/P OR PUNTO	CARGA INSTALADA (WATTIOS)	FACTOR DE DEMANDA	DEMANDA (WATTIOS)
MOTOR 1	1	1	220	16,9	1	3725	3725	0,7	2608
MOTOR 2	1	1	220	20,3	1	4470	4470	0,7	3129
TOMAS CORRIENTE	1	8	120	6,7	1	100	800	0,7	560
LUCES	1	7	120	1,2	1	20	140	0,7	98
				45,1	TOTAL		9135		6395

ANEXO 9: Carga por sección de galpón 2

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL									
PLANILLA DE CIRCUITOS (GALPÓN 2)									
LUGAR	CIRCUITOS	# (Puntos)	VOLT	AMP	POLOS	WATTIOS/P OR PUNTO	CARGA INSTALADA (WATTIOS)	FACTOR DE DEMANDA	DEMANDA (WATTIOS)
LUCES EXTERIORES	1	1	220	0,7	1	150	150	0,7	105
TOMAS CORRIENTE	1	6	120	5,0	1	100	600	0,7	420
LUCES	1	8	120	1,3	1	20	160	0,7	112
				7,0	TOTAL		910		637

ANEXO 10: Carga por sección y demanda total

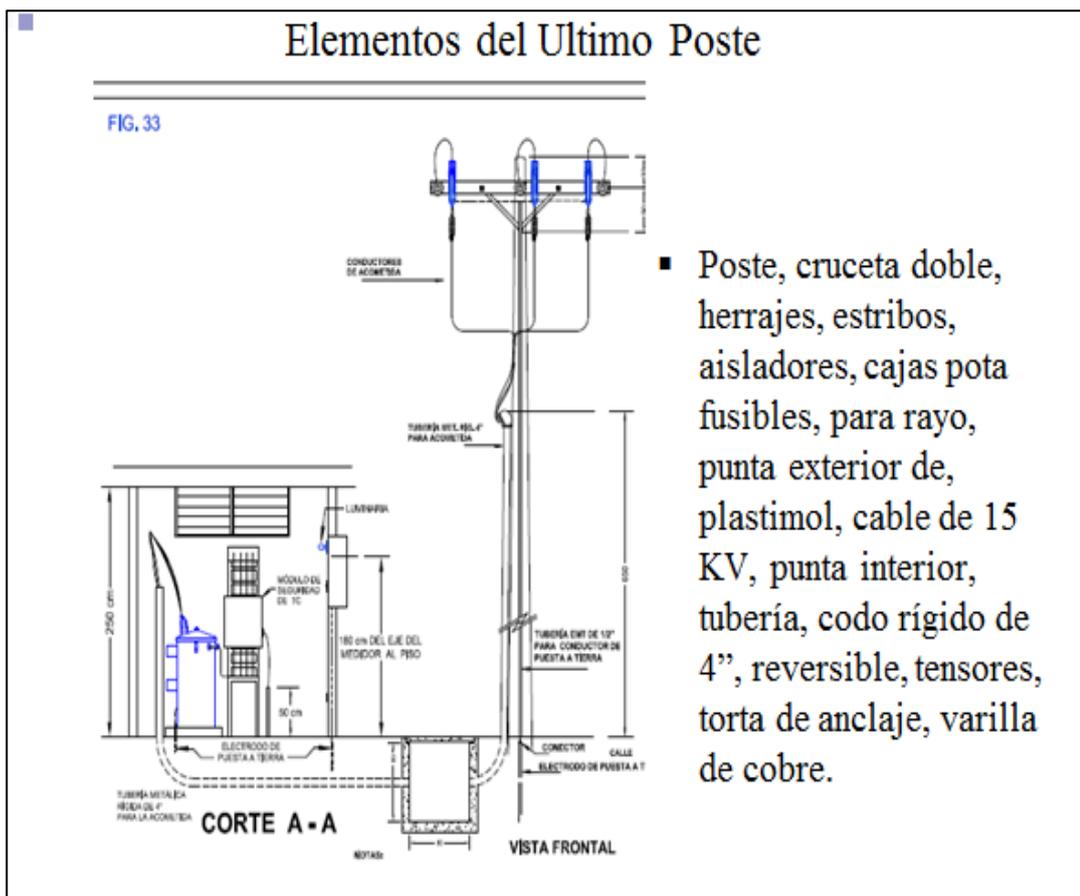
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL					
RESUMEN DE CARGA					
LUGAR	AMP	CARGA INSTALADA		DEMANDA	
		W	KW	W	KW
GALPÓN 1	45	9135	9,1	6395	6,4
RIEGO	14	3020	3,0	2114	2,1
AULAS	20	2346	2,3	1642	1,6
CASA GUARDIANÍA	11	1340	1,3	938	0,9
GALPÓN 2	7	910	0,9	637	0,6
TOTAL	97	16751	17	11725	12

RESUMEN DE CARGA		
LUGAR	CARGA INSTALADA KW	DEMANDA KW
GALPON 1	9,1	6,4
RIEGO	3,0	2,1
AULAS	2,3	1,6
CASA GUARDIANIA	1,3	0,9
GALPON 2	0,9	0,6
TOTAL	16,8	11,7

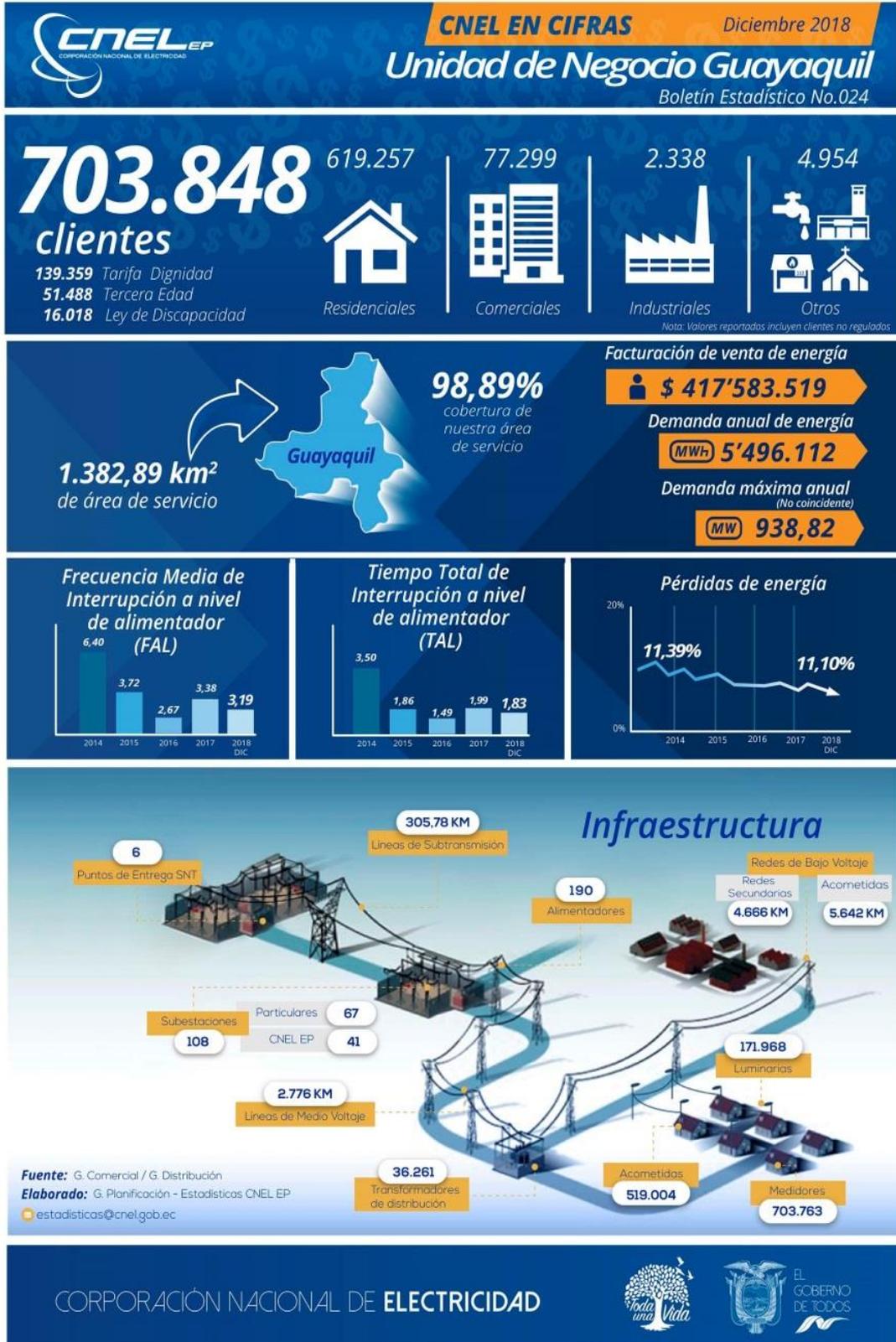
ANEXO 11: Capacidad de transformador en KVA a instalarse

Capacidad de los Transformadores (KVA)	Cantidad	Observaciones
15	3	Transformador Monofasico

ANEXO 12: Ultimo poste



ANEXO 13: Cifras Cnel E.P Unidad Guayaquil



GLOSARIO

Topología: se dedica al estudio de aquellos cuerpos que permanecen inalteradas por transformaciones continuas.

Arconel: ente regulador del sector eléctrico.

Perturbación: alteración o trastorno de algún proceso.

Metodología: conjunto de métodos que se rigen a una investigación.

Trifásica: es un sistema eléctrico que está compuesto por tres corrientes eléctricas cuyas fases se producen a gran distancia.

Monofásica: está formado por una sola fase.

Aislamiento: conjunto de materiales de instalación que limitan un espacio caliente que minimizan el calor.

Compresor: sirve para reducir el volumen de un líquido o un gas.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **MOLINA GRANIZO, JOSÉ ALBERTO** con C.C: # 090830479-3 autor del Trabajo de Titulación: **ANÁLISIS, EVALUACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA MEJORAR LOS ÍNDICES Y NIVELES DE CALIDAD EN EL SUMINISTRO ELÉCTRICO** previo a la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO-MECÁNICO** 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, 18 de Marzo de 2019

f. _____

Nombre: **MOLINA GRANIZO, JOSÉ ALBERTO**

C.C: **090830479-3**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA MEJORAR LOS ÍNDICES Y NIVELES DE CALIDAD EN EL SUMINISTRO ELÉCTRICO		
AUTOR(ES)	JOSÉ ALBERTO MOLINA GRANIZO		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	ING. VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VICENTE, M.SC		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Eléctrico-Mecánico		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico-Mecánico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 Marzo del 2019	No. DE PÁGINAS:	105
ÁREAS TEMÁTICAS:	Líneas De Transmisión Y Subestación De Media y Baja Tensión, Marco Legal De Las Eléctricas, Impacto Ambiental De Las Eléctricas, Topología, Elementos De Media Tensión.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Excelencia, Seguridad, Estudio, Análisis, Normas.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo se lo realizo en las instalaciones de propiedad de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, ubicada en la Hacienda El Limoncito del Km 30 Vía a la Costa. La Universidad en mención, siempre preocupada por alcanzar los estándares de excelencia académica y de seguridad en sus instalaciones, ha decidido realizar el estudio técnico del sistema eléctrico, en dicho establecimiento, para con ello poder proporcionar a sus estudiantes de la Facultad Técnica para el desarrollo una excelente infraestructura y seguridad a sus estudiantes. Con el presente estudio, se espera determinar los principales parámetros eléctricos para brindar al sistema, seguridad en toda su distribución eléctrica desde el punto de interconexión, hasta poder proporcionar el servicio a todo el estudiantado y personar de servicio. Para dicho estudio, se ha utilizado equipos y herramientas muy importantes en el análisis, para poder establecer con exactitud los principales parámetros eléctricos. Para establecer, lo antes mencionado se han utilizado las principales normas y reglamentos vigentes a nivel nacional e internacional, lo que nos permite dar con claridad los resultados del estudio a aplicarse en el nuevo sistema.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-9-97315504	E-mail: jamolina3@hotmail.es	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Ing. Luis Orlando Philco Asqui		
	Teléfono: +593-9-80960875		
	E-mail: luis.philco@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			

