



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**

**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICO

**TEMA:**

**Repotenciación de línea trifásica aérea en el alimentador Olón, provincia Santa Elena, para incremento de carga eléctrica de la comuna Olón**

**AUTOR:**

Rodríguez Villon, Javier Rinaldy

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de

**Ingeniero en Eléctrico -Mecánico**

**TUTOR:**

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando M.S.c.

Guayaquil, Ecuador

8 de marzo del 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICO

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Rodríguez Villon, Javier Rinaldy** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO-MECÁNICO**.

TUTOR

---

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando M. Sc.

DIRECTOR DE CARRERA

---

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando M.S.c.

Guayaquil, a los 8 días del mes Marzo del año 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICO

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Rodríguez Villon, Javier Rinaldy**

**DECLARÓ QUE:**

El trabajo de titulación: **Repotenciación de línea trifásica aérea en el alimentador Olón, provincia Santa Elena, para incremento de carga eléctrica de la comuna Olón**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico**, se ha 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 8 días del mes de marzo del año 2022

EL AUTOR

---

Rodríguez Villon, Javier Rinaldy



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**

**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICO

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Rodríguez Villon, Javier Rinaldy**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Repotenciación de línea trifásica aérea en el alimentador Olón, provincia Santa Elena, para incremento de carga eléctrica de la comuna Olón**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 8 días del mes de marzo del año 2022

EL AUTOR

Rodríguez Villon, Javier Rinaldy

# REPORTE DE URKUND

← → ↻ secure.urkund.com/old/view/123434915-419460-315489#q1bKLVayjibQMdlx0TEBIMdEwsdU4NVYHaXizPS6zLTm5MS85FQIKwM9AyNTC3NTM1NTQ2NzCzNLQwOzWgA=

**URKUND** Luis Vallejo Samaniego (luis.vallejo)

Documento: [rb24jrod0guez22.02.2022.pdf](#) (D129350177)

Presentado: 2022-03-03 12:28 (-05:00)

Presentado por: luva1962@hotmail.com

Recibido: luis.vallejo.ucsg@analysis.urkund.com

3% de estas 22 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	informe EEASA.docx
	<a href="#">ESTUDIO DEL IMPACTO A INDICADORES DE CALIDAD DEL SERVICIO TÉCNICO MEDIANTE LA GESTIÓN D...</a>
Fuentes alternativas	
	<a href="#">ESTUDIO DE LAS INTERRUPCIONES DE SERVICIO EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE LA GES...</a>
	<a href="#">vinuesa_tesis.pdf.pdf</a>
	Tesis final 26-07-2018.docx
	PROYECTO TESIS TERMINADA JONATHAN RIVERA 3PASO.pdf

0 Advertencias. Reiniciar. Compartir

**CAPITULO 1.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN 1.2. INTRODUCCIÓN** Se asienta la Unidad de Negocios Santa Elena, En la provincia de Santa Elena con sede en el cantón La Libertad, que provee y suministra de energía a esta Provincia, a sus tres cantones y al cantón Playas, que pertenece actualmente a la provincia del Guayas. Fue creada para abastecer a las subestaciones de carga, la demografía de la provincia y en especial del cantón Santa Elena, se ha incrementado a través de los años, causando que los alimentadores reduzcan su capacidad y provoquen un bajo rendimiento en calidad y continuidad en el suministro eléctrico a los usuarios. La Subestación Manglaralto, está conformado en sus ramales por tres alimentadores que son: Manglaralto, Montañita y Olón, lugar donde se desarrolló el presente trabajo. El alimentador Olón, fue inaugurado el 9 de septiembre de 1991 y abastece de suministro eléctrico a las poblaciones Curía, San José, La Entrada, Dos mangas, Las Núñez, La Rinconada, Comuna Olón y algunos barrios de comuna Montañita. La subestación Manglaralto es creada en el 1991 con un transformador de potencia 5/6,5 Mva, en diciembre del 2019 fue repotenciada con el cambio del transformador de potencia 10/12,5 Mva., no fueron repotenciada sus redes de distribución eléctrica. El alimentador Olón presenta problemas continuos de variación de voltaje, desconexión del suministro eléctrico causando pérdidas negras a la prestadora de servicio eléctrico y los usuarios, a causa de la demografía de los habitantes de este sector y la ampliación de redes de suministro eléctrico por nuevos usuarios. En este proyecto se pronostica utilizar materiales y equipos de trabajo, personal apto para ejecutar los trabajos correspondientes, con procedimientos acorde a los requerimientos, con la finalidad de dar una mejor calidad de servicio a los usuarios.

**13. JUSTIFICACIÓN** En la provincia de Santa Elena, cantón Santa Elena, en la comuna Olón, se encuentra ubicada la subestación Manglaralto, conformada de los alimentadores Manglaralto, Montañita y Olón, lugar donde se desarrolló el presente trabajo, se inauguró el 9 de septiembre de 1991. Este alimentador aporta y provee de electricidad a las localidades Curía, San José, La Entrada, Dos mangas, Las Núñez, La Rinconada, Comuna Olón y algunos barrios de comuna Montañita. El tiempo de atención a los usuarios, además se suma el clima y sus caminos vecinales supera el límite de atención, inicialmente fue creada para dotar de energía a cinco comunidades, a través del tiempo se amplió su carga eléctrica de acción a tres comunidades más, actualmente son ocho comunas a las que abastece, las mismas que siguen creciendo y el suministro de nuevos usuarios se amplía día a día, con usuarios residenciales y usuarios locales, reduciendo su capacidad y reduce la calidad de servicio. **1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA** Este proyecto responde a la necesidad de mejorar la calidad del suministro eléctrico mediante la repotenciación de las redes

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quisiera agradecer a Dios, a mis padres que me han ayudado y apoyado en todo mi producto, a mi esposa, a mis hijos y de manera especial a mi tutor Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando M.S.c., al orientarme en el desarrollo de la tesis.

**Rodríguez Villon, Javier Rinaldy**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Andrés Rodríguez y Francisca Villon, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, gracias por inculcar en mí, el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi esposa Gina Suárez y a mis hijos Ariel, Kristel y Andrea, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más,

A mis hermanos Washington, Omar, Carlos Ronny, quienes con su apoyo incondicional y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

**Rodríguez Villon, Javier Rinaldy**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICO**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**M. Sc. Romero Paz, Manuel De Jesus**

DECANO

---

**M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando**

DIRECTOR DE CARRERA

---

**M. Sc. Vallejo Samaniego Luis Vicente**

OPONENTE



## Índice General

Índice de Figuras .....	XIII
Índice de Tablas .....	XV
Índice de Gráficos .....	XVI
Índice de Anexos .....	XVII
Resumen.....	XVIII
Abstract .....	XIX
<b>CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ....</b>	<b>2</b>
1.1. Introducción.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Planteamiento del Problema .....	3
1.4. Antecedentes.....	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. Objetivo General. ....	4
1.5.2. Objetivos Específicos. ....	4
1.6. Variables de estudio .....	4
1.6.1. Variable dependiente .....	4
1.6.2. Variable independiente .....	5
1.7. Hipótesis .....	5
<b>CAPÍTULO 2: MARCO LEGAL .....</b>	<b>6</b>
2.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.....	6
2.1.1. Ley Orgánica de Servicio Público de Energía.....	7
2.1.2. Reglamento de la Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica. ....	7
2.1.3. Regulación N° 004/01 - Regulación sobre la Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución. ....	8
2.1.4. Control La calidad del servicio técnico prestado se evaluará sobre la base de la frecuencia y la duración de la interrupción. ....	9
2.1.5. Regulación N° 053/18 - Calidad del Servicio de distribución y Comercialización de Energía Eléctrica. ....	9
2.1.6. Ordenanza General De Seguridad e Higiene en el Trabajo.....	11
2.1.7. Las 5 Reglas de Oro. ....	12

2.1.8.	Resolución C.D. 513, Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. IESS .....	13
2.2.	CONCEPTOS ELEMENTALES .....	13
2.2.1.	Repotenciación Energética .....	13
2.2.2.	Demanda de la Potencia. ....	14
2.2.3.	Alimentador de alta densidad .....	14
2.2.4.	Alimentador de baja densidad .....	14
2.2.5.	Calidad del servicio .....	14
2.2.6.	Fluctuaciones o variaciones de voltaje .....	14
2.2.7.	Frecuencia de las interrupciones .....	15
2.2.8.	Sistema de distribución.....	15
2.2.9.	Voltaje nominal .....	15
2.2.10.	Voltaje de suministro.....	15
2.2.11.	Conductores de Media Tensión .....	15
2.2.12.	Sistema eléctrico de potencia. ....	19
2.2.13.	Características del sistema de distribución eléctrico. ....	20
2.2.14.	Las subestaciones eléctricas .....	20
2.2.15.	Subestaciones de transformación .....	21
2.2.16.	Subestaciones de maniobra.....	21
2.2.17.	Configuración de la Subestación .....	22
2.2.18.	Sistema de Puesta a Tierra.....	23
2.2.19.	Protección Atmosférica .....	23
2.2.20.	Fase monofásica. ....	24
2.2.21.	Fase bifásica. ....	24
2.2.22.	Fase o tensión trifásicas. ....	25
2.2.23.	Unidad de propiedades en el sistema de distribución Eléctrico. ....	25
2.2.24.	Lineamientos generales para identificar Up y Uc. ....	26
2.2.25.	Estructura del identificador de las Up Y Uc.....	26
2.2.26.	Estructuras en redes aéreas de distribución trifásicas media tensión .	27
2.2.27.	Estructuras en redes aéreas de distribución en baja tensión .....	27
2.2.28.	Puesta a tierra en redes de distribución .....	27
2.2.29.	Postes en redes de distribución (PO) .....	27
2.2.30.	Tensores y Anclajes en redes de distribución (TA).....	28
2.2.31.	Equipos de Compensación en redes aéreas de distribución (EC).....	28

CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
3.1. Tipos de investigación.....	29
3.1.1. Investigación exploratoria.....	29
3.1.2. Investigación descriptiva.....	29
3.1.3. Investigación explicativa.....	29
3.2. Las técnicas cualitativas.....	29
3.3. Técnicas de la investigación.....	32
3.3.1. Recolección de información.....	32
3.3.2. Tabulación de resultados.....	32
CAPÍTULO 4: DISEÑO DE REPOTENCIACIÓN DE LÍNEA TRIFÁSICA AÉREA EN EL ALIMENTADOR OLÓN.....	33
4.1. Información General del alimentador Olón.....	34
4.1.1. Ubicación.....	34
4.1.2. Estructura General del Alimentador Olón.....	34
4.1.3. Situación actual del Alimentador Olón.....	37
4.1.4. Problemas o novedades.....	37
4.2. Análisis de la caída de voltaje en las redes de distribución del alimentador Olón. .....	37
4.2.1. Implementación del sistema SCADA.....	37
4.2.2. Características del sistema SCADA.....	38
4.2.3. Funciones de Automatismo SCADA.....	38
4.3. Análisis del flujo de carga del alimentador Olón.....	39
4.3.1. Simulador Scada.....	39
4.3.2. Proceso del análisis Scada.....	39
4.3.3. Perfiles de demanda de la subestación.....	42
4.3.4. Fórmula para cálculo de Conductor.....	44
4.3.5. Cálculos de calibre del conductor.....	44
4.3.6. Protección sobre corriente para la línea de 13.8 kv alimentador Olón.....	45
4.3.7. Protección del alimentador relé sobre corriente.....	45
4.3.8. Relé de protección a distancia.....	46
4.3.9. Ventajas de la protección de la línea de tiempo definida.....	46
4.3.10. Seccionadores y protecciones monopolares en el circuito eléctrico del alimentador Olón.....	47

4.3.11. Equipos reguladores de voltaje.....	48
4.3.12. Protección seccionamientos reconectores.....	49
4.3.13. Beneficios de la repotenciación en Alimentador Olón.....	50
4.3.14. Ejecución de trabajos en el alimentador Olón.....	51
4.3.15. Trabajos a realizar por los grupos de trabajo.....	52
4.4. Presupuesto del proyecto.....	52
Conclusiones.....	57
Recomendaciones.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59

## Índice de Figuras

Figura 1. Conductor de aluminio.....	17
Figura 2. Diagrama de sistema eléctrico de central generadora al cliente .....	20
Figura 3. Subestación Manglaralto.....	21
Figura 4. Transformador de potencia de 69 Kv a 13.8 Kv, Subestación Manglaralto .....	21
Figura 5. Subestación de maniobras.....	22
Figura 6. Diagrama unifilar de una Subestación Eléctrica .....	22
Figura 7. Terreno donde se emplea el mallado de puesta tierra soldadura exotérmica .....	23
Figura 8. Pararrayo de distribución de media tensión.....	23
Figura 9. Línea de conexión del transformador monofásico .....	24
Figura 10. Conexión línea, transformador de poste bifásico.....	24
Figura 11. Conexión trifásica izado de postes.....	25
Figura 12. Estructura UP y UC .....	26
Figura 13. Subestación Manglaralto fuente: el autor .....	33
Figura 14. Área de la repotenciación del alimentador Olón .....	34
Figura 15 . Panorámica de Comuna Olón .....	35
Figura 16. Simulación del flujo de carga utilizando programa SCADA, cálculo de parámetros de carga y voltaje .....	40
Figura 17 . Segunda simulación del flujo de carga en programa SCADA; parámetros de carga y voltaje.....	41
Figura 18 . Flujo de en la comuna La Entrada del alimentador Olón, parámetros de carga y voltaje .....	42
Figura 19 .....	44
Figura 20. Simulación con el programa con cálculos eléctricos .....	45
Figura 21. Red de protección a distancia sobre la línea de 69kv/13.8kv .....	46
Figura 22. Protección de línea de tiempo definido.....	47
Figura 23. Seccionador monopolar .....	48
Figura 24 . Regulador de voltaje .....	49

Figura 25. Manual de estructura Reconectador..... 50

## Índice de Tablas

Tabla 1. Reguladoras de control del Estado. ....	6
Tabla 2. Clasificación de interrupciones. ....	9
Tabla 3. Límites de índices de voltaje en relación al alimentador Olón .....	10
Tabla 4. Los valores límites admisibles de acuerdo a la norma. ....	10
Tabla 5. Límites de índices de calidad kVA nominal Instalado.....	10
Tabla 6. Símbolos de calibre de conductor aluminio .....	16
Tabla 7. Unidad de propiedad de conductores .....	16
Tabla 8. Transformadores de distribución en poste .....	18
Tabla 9. Puesta tierra de transformadores de distribución .....	27
Tabla 10. Tensor de baja y media tensión em redes de distribución eléctrica .....	28
Tabla 11. Equipos de compensación.....	28
Tabla 12. Reclamos del año 2021 .....	30
Tabla 13. Mediciones de demanda del año 2021 .....	31
Tabla 14. Nivel de voltaje normados CELEC 69 Kv.....	39
Tabla 15. Nivel de voltaje normados CELEC 13.8 Kv.....	39
Tabla 16. Flujo de carga retorno del alimentador Olón diciembre 2021 .....	39
Tabla 17. Simulación del flujo de carga.....	40
Tabla 18. Flujo de voltaje en la comuna La Entrada del alimentador Olón, parámetros de carga y voltaje.....	41
Tabla 19. Flujo de carga continuo, para el caso 13.8 Kv .....	43
Tabla 20. Presupuesto .....	53
Tabla 21 Ampacidad para conductor de cobre y aluminio AWG, MCM .....	66

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 Reclamos SAR 2021 .....	30
Gráfico 2 diagrama unifilar del alimentador Olón S/E Manglaralto .....	36
Gráfico 3 Demanda máxima, media y mínima 2021 .....	43



## Índice de Anexos

Anexo 1 Característica del conductor .....	65
Anexo 2 Partes y Caractericas de seccionador monopolar .....	67
Anexo 3 Manual de estructura izado de transformador monofásico en poste .....	68
Anexo 4 Manual de estructura izado de banco transformador delta abierto en poste .....	68
Anexo 5 Manual de estructura izado de transformador trifásico en poste .....	69
Anexo 6 Manual de estructura montaje de seccionadores en poste .....	69
Anexo 7 Transformador de potencia de 69kv S/E Manglaralto .....	70
Anexo 8 Línea subtrámision de 69 kv sistema internacional nacional .....	70
Anexo 9 Tablero de Alimentadores de la subestación Manglaralto .....	71
Anexo 10 Seccionadores monopolar de salida NC del alimentador Olón .....	71
Anexo 11 Estructura 3SA trifásica para Angulo .....	72
Anexo 12 Bypass transferencia “CTG” NC del alimentador Olón y Manglaralto ...	72
Anexo 13 Líneas aéreas de la población Manglaralto .....	73
Anexo 14 Líneas aéreas de la población Manglaralto .....	73
Anexo 15 Reconectador de corte “Tía de montaña” NC alimentador Olón .....	74
Anexo 16 Equipo de compensación banco de capacitor del alimentador Olón .....	74

## **Resumen**

El presente trabajo investigativo posee la finalidad de ofrecer como solución a continuos problemas de desconexión inesperada a las comunidades de Montañita, Curia, San José, La Entrada, La Rinconada y en especial a la Comuna Olón, sectores ubicados en la Ruta del Spondylus. Actualmente existe incremento de la demanda a causa de la demografía del sector, la subestación Olón, fue creada para abastecer a un número determinado de usuarios, al pasar los años, la población creció y por ende el servicio, de suministros se incrementó, sobrecargando al sistema de la mencionada Subestación. Con el trabajo de campo se desarrolla la propuesta de repotenciación de línea trifásica aérea en el alimentador Olón, con sus diversos ramales, proponiendo ajustar y repotenciar los ramales del alimentador Olón, para abastecer del suministro eléctrico a los habitantes de este sector, contribuyendo al desarrollo de la sociedad con un servicio de calidad, eficaz y eficiente.

**Palabras claves:** desconexión, demanda, demografía, suministro, subestación, trifásica, alimentador.

## **Abstract**

The present investigative work aims to offer as a solution to the continuous problems of unexpected disconnection to the communities of Montañita, Curia, San José, La Entrada, La Rinconada and especially the Olón Commune, sectors located on the Spondylus Route. Currently there is an increase in demand due to the demography of the sector, the Olón substation was created to supply a certain number of users, as the years passed, the population grew and therefore the service, supplies increased, overloading the system of the aforementioned Substation. With the field work, the proposal for repowering the three-phase overhead line in the Olón feeder is developed, with its various branches, proposing to adjust and repower the branches of the Olon feeder, to supply the electricity supply to the inhabitants of this sector, contributing to the development of society with a quality, effective and efficient service.

**Key words:** disconnection, demand, demographics, supply, substation, three-phase, feeder.

# **CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **1.1. Introducción**

Se asienta la Unidad de Negocios Santa Elena, En la provincia de Santa Elena con sede en el cantón La Libertad, que provee y suministra de energía a esta Provincia, a sus tres cantones y al cantón Playas, que pertenece actualmente a la provincia del Guayas. Fue creada para abastecer a las subestaciones de carga, la demografía de la provincia y en especial del cantón Santa Elena, se ha incrementado a través de los años, causando que los alimentadores reduzcan su capacidad y provoquen un bajo rendimiento en calidad y continuidad en el suministro eléctrico a los usuarios.

La Subestación Manglaralto, está conformado en sus ramales por tres alimentadores que son: Manglaralto, Montañita y Olón, lugar donde se desarrolló el presente trabajo, El alimentador Olón, fue inaugurado el 9 de septiembre de 1991 y abastece de suministro eléctrico a las poblaciones Curia, San José, La Entrada, Dos mangas, Las Núñez, La Rinconada, Comuna Olón y algunos barrios de comuna Montañita.

La subestación Manglaralto es creada en el 1991 con un transformador de potencia 6,5 MVA, en diciembre del 2019 fue repotenciada con el cambio del transformador de potencia 12,5 MVA, no fueron repotenciada sus redes de distribución eléctrica. El alimentador Olón presenta problemas continuos de variación de voltaje, desconexión del suministro eléctrico causando pérdidas negras a la prestadora de servicio eléctrico y los usuarios, a causa de la demografía de los habitantes de este sector y la ampliación de redes de suministro eléctrico por nuevos usuarios.

En este proyecto se pronostica utilizar materiales y equipos de trabajo, personal apto para ejecutar los trabajos correspondientes, con procedimientos acorde a los requerimientos, con la finalidad de dar una mejor calidad de servicio a los usuarios.

## **1.2. Justificación**

En la provincia de Santa Elena, cantón Santa Elena, en la comuna Olón, se encuentra ubicada la subestación Manglaralto, conformada de los alimentadores

Manglaralto, Montañita y Olón, lugar donde se desarrolló el presente trabajo, se inauguró el 9 de septiembre de 1991. Este alimentador aporta y provee de electricidad a las localidades Curia, San José, La Entrada, Dos mangas, Las Núñez, La Rinconada, Comuna Olón y algunos barrios de comuna Montañita.

El tiempo de atención a los usuarios, además se suma el clima y sus caminos vecinales supera el límite de atención, inicialmente fue creada para dotar de energía a cinco comunidades, a través del tiempo se amplió su carga eléctrica de acción a tres comunidades más, actualmente son ocho comunas a las que abastece, las mismas que siguen creciendo y el suministro de nuevos usuarios se amplía día a día, con usuarios residenciales y usuarios locales, reduciendo su capacidad y reduce la calidad de servicio.

### **1.3. Planteamiento del Problema**

Este proyecto responde a la necesidad de mejorar la calidad del suministro eléctrico mediante la repotenciación de las redes eléctricas evitando, tiempo de interrupción largos y mal servicio a los usuarios. Con la repotenciación del alimentador se disminuye el tiempo de interrupciones por fallas, mejorando la calidad del suministro eléctrico, generando así un estilo de vida más confortable en zonas rurales.

La importancia de este proyecto es aportar y proveer de electricidad a las localidades Curia, San José, La Entrada, Dos mangas, Las Núñez, La Rinconada, Comuna Olón y algunos barrios de comuna Montañita, disminuyendo las fallas eléctricas, y evitar altos costos, riesgo en la operación del mantenimiento. La comercializadora de energía CNEL EP Santa Elena, al dar más servicio eléctrico ha incrementado su carga eléctrica, no se ha considerado su repotenciación del alimentador. Mediante las mediciones realizadas, se observó los bajos voltaje en el sistema del alimentador. En las comunidades que se proveen de este alimentador existen variaciones y desconexiones inesperadas.

### **1.4. Antecedentes**

El alimentador Olón, tiene continuas intermitencias en el suministro de energía que provocan malestar en los habitantes de las diferencias comunas del sector y se

hace agrava más en la actualidad por el incremento de carga clases y actividades de trabajo vía online, y realiza actividades laborales desde un ordenador, agravando la deficiencia que posee el alimentador Olón. El problema se amplifica en los feriados y fines de semana, por cuanto existe turista que incrementa la demanda del suministro eléctrico que visitan a los sectores que hace que el suministro se incremente, provocando sobrecarga de los transformadores de distribución que se encuentran en el sistema y ramales del alimentador a intervenir.

El proyecto a realizar con inversión económica con la finalidad que la línea del alimentador Olón tome sus condiciones normales o iniciales de funcionamiento, debido al deterioro de los equipos, los costos de operación y mantenimiento reduciendo la capacidad disponible y la energía generada. De esta manera se interrumpe el suministro de energía eléctrica, por cuanto se excede la corriente nominal, provocando que se active las protecciones de la línea y por lo que se debe realizar la repotenciación del alimentador.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General.**

Repotenciación de línea trifásica aérea en el alimentador Olón, provincia Santa Elena, para incremento de carga eléctrica de la comuna Olón.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Analizar las mediciones de carga eléctrica en las comunidades que conforman el alimentador Olón.
- Diagnosticar el estado actual del sistema eléctrico que conforma el alimentador Olón, accediendo a la automatización en el presente proceso de repotenciación.
- Elaborar el diseño del sistema de repotenciación eléctrica cumpliendo con las regulaciones y normativas vigentes, del alimentador Olón

## **1.6. Variables de estudio**

### **1.6.1. Variable dependiente**

Desconexión, discontinuidad y caída de voltaje en el alimentador Olón.

### **1.6.2. Variable independiente**

La repotenciación del alimentador Olón, garantizará la continuidad del suministro eléctrico continuo, con trabajos de calidad asegurando la satisfacción de los usuarios.

### **1.7. Hipótesis**

Con la repotenciación del alimentador Olón, la población obtendrá solución a la variación y discontinuidad del suministro eléctrico, con un proceso óptimo.

## CAPÍTULO 2: MARCO LEGAL

En el país existen diferentes normas legales que nos proporcionan las bases jurídicas, con la finalidad de estructurar el presente trabajo de titulación, determinando el alcance y naturaleza de este, de acuerdo con la ley; el presente trabajo investigativo, se orientó en la aplicación de nuevos conocimientos para la solución de problemas en los alimentadores de electricidad, que suministran energía a través de sus subestaciones de electricidad, bajo la regulación de la ley.

### 2.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.

En la carta magna se establecen los preceptos legales, como base a leyes conexas:

Artículo 14.- Se reconocen el derecho “de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, el Sumak Kawsay” que anteriormente no se respetaba, así prevalecen los derechos al medio ambiente (Asamblea Nacional, 2008, pág. 23)

Artículo 15.- “Señala que corresponde al Estado promover, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto” (Asamblea Nacional, 2008), con la finalidad de proporcionar bienestar a la población, con miras a obtener la soberanía energética, sin afectar la soberanía alimentaria, ni afectar el derecho al agua a la sociedad ecuatoriana (Asamblea Nacional, 2008, pág. 23)

Art. 375.- El Estado, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna: 6. Garantizará la dotación ininterrumpida de los servicios públicos de agua potable y electricidad a las escuelas y hospitales públicos, para dotar bienestar a la sociedad ecuatoriana (Asamblea Nacional, 2008, pág. 124)

**Tabla 1.**  
*Reguladoras de control del Estado.*

	<b>Reguladoras de control del estado</b>
ARCONEL	Agencia de Regulación y Control de Electricidad
CNCSE	Coordinación Nacional de Control del Sector Eléctrico
CONELEC	Consejo Nacional de Electricidad
GAD	Gobiernos Autónomos Descentralizados
LOSPÉE	Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica
MAE	Ministerio del Ambiente
MEER	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable

*Nota: Adaptado de las siglas utilizadas por las reguladoras de control eléctrico en el Ecuador; de Ley orgánica del servicio público de energía eléctrica (Asamblea nacional, 2015, pág. 9)*



### **2.1.1. Ley Orgánica de Servicio Público de Energía.**

“Artículo 1. Objeto y alcance de la ley.- La presente ley tiene por objeto garantizar que el servicio público de energía eléctrica, cumpla los principios constitucionales de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, calidad, sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia, para lo cual, corresponde a través del presente instrumento, normar el ejercicio de la responsabilidad del Estado de planificar, ejecutar, regular, controlar y administrar el servicio público de energía eléctrica. La presente ley regula la participación de los sectores público y privado, en actividades relacionadas con el servicio público de energía eléctrica, así como también la promoción y ejecución de planes y proyectos con fuentes de energías renovables, y el establecimiento de mecanismos de eficiencia energética”. (Asamblea nacional, 2015, pág. 5)

Artículo 9.- Estructura institucional. -El sector eléctrico estará estructurado en el ámbito institucional, de la siguiente manera:

1. Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, MEER;
2. Agencia de Regulación y Control de Electricidad, ARCONEL;
3. Operador Nacional de Electricidad, CENACE; y,
4. Institutos especializados. (Asamblea nacional, 2015, pág. 7)

### **2.1.2. Reglamento de la Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica.**

Art. 4.- De las atribuciones del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. - Además de las establecidas en la Ley, son atribuciones del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables:

- a) Establecer los instrumentos y normas que sean requeridas para la aplicación de sus atribuciones;
- b) Conformar Comités o las instancias que considere necesarias, para facilitar una adecuada coordinación y articulación entre el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, la ARCONEL, el CENACE y las demás entidades y empresas que componen el sector eléctrico del país, en el ámbito de sus competencias;
- c) Crear, constituir y definir los mecanismos de gestión de los consejos consultivos, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Participación Ciudadana;

d) Solicitar a las instituciones o entidades del sector eléctrico, cuando lo considere necesario, de manera previa a emitir el acto administrativo pertinente, los informes para el otorgamiento, caducidad o terminación de los títulos habilitantes; y,

e) Celebrar y mantener convenios de coordinación y cooperación con instituciones públicas o privadas, universidades y escuelas politécnicas, nacionales o extranjeras, para la promoción de las actividades del sector eléctrico, la investigación e innovación tecnológica, y las demás establecidas en la Ley. (Asamblea Nacional , 2016, pág. 6)

Art. 13.- Planificación de la expansión del sector eléctrico. - La planificación de la expansión del sector eléctrico será realizada por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, observando los principios prescritos en la Constitución, los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, las políticas sectoriales e intersectoriales y los demás instrumentos de planificación (Asamblea Nacional , 2016, pág. 8)

### **2.1.3. Regulación N° 004/01 - Regulación sobre la Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución.**

#### Objetivo

“El objetivo de la presente Regulación es establecer los niveles de calidad de la prestación del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras” (Consejo nacional de electricidad CONELEC, 2015, pág. 1)

#### “Aspectos de Calidad

La Calidad de Servicio se medirá considerando los aspectos siguientes:

#### Calidad del Producto:

- a) Nivel de voltaje
- b) Perturbaciones de voltaje
- c) Factor de Potencia

#### Calidad del Servicio Técnico:

- a) Frecuencia de Interrupciones
- b) Duración de Interrupciones” (Consejo nacional de electricidad CONELEC, 2015, pág. 3)

#### **2.1.4. Control La calidad del servicio técnico prestado se evaluará sobre la base de la frecuencia y la duración de la interrupción.**

Cabe señalar que, de acuerdo con la norma legal establecida por el Conelec, “la calidad del servicio técnico prestado se evaluará sobre la base de la frecuencia y la duración total de Interrupción. Durante la Subetapa 1 se efectuarán controles en función a Índices Globales para el Distribuidor discriminando por empresa y por alimentador de MV. El levantamiento de información y cálculo se efectuará de forma tal que los indicadores determinados representen en la mejor forma posible la cantidad y el tiempo total de las interrupciones que afecten a los consumidores. Para los consumidores con suministros en MV o en AV, se determinarán índices individuales.

En la Subetapa 2 los indicadores se calcularán a nivel de consumidor, de forma tal de determinar la cantidad de interrupciones y la duración total de cada una de ellas que afecten a cada consumidor”. (Consejo nacional de electricidad CONELEC, 2015, pág. 10)

#### **2.1.5. Regulación N° 053/18 - Calidad del Servicio de distribución y Comercialización de Energía Eléctrica.**

La presente regulación establece los indicadores, índices y límites de calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica. Registro y Clasificación de las Interrupciones. - “En el registro, las interrupciones se pueden clasificar de acuerdo a los parámetros que se indican a continuación, los que deberán tener un código para efectos de agrupamiento y de cálculos” (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018, pág. 16)

#### **Tabla 2.**

*Clasificación de interrupciones.*

Interrupciones en el alimentador Olón			
Por su duración	Por su origen	Por su causa	Por el voltaje nominal
Breves y largas	Externas al sistema	Programadas	Bajo voltaje

Nota: Adaptada de clasificación de interrupciones en el alimentador Olón por diversas causas: duración, origen, causa y voltaje nominal; de Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018)

### Nivel de voltaje.

**Tabla 3.**

*Límites de índices de voltaje en relación al alimentador Olón*

Límites de índices de voltaje en relación al alimentador Olón			
Valor determinado	Alto voltaje	Medio voltaje	Bajo voltaje
Valor determinado	5.0	6.0 %	8.0 %
Alimentador Olón	3.6	1.7	9.0

*Nota: Adaptado de límites de índices de voltaje determinado en la norma y voltaje del Alimentador Olón; de Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018)*

### Límites.

Los valores límites admisibles de calidad del servicio técnico, aplicables de enero a diciembre aprobado en Resolución 053/18:

**Tabla 4.**

*Los valores límites admisibles de acuerdo a la norma.*

ÍNDICE	LIM. FMIK	LIM. TTIK
Red	± 4.0	± 8.0
Alimentador urbano	± 5.0	± 10.0
Alimentador rural	± 6.0	± 18.0

*Nota: Adaptado de límites de interrupciones de alimentadores en red, alimentador urbano y alimentador rural de acuerdo a límites FMIK y TTIK; de Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018, págs. 19-20)*

**Tabla 5.**

*Límites de índices de calidad kVA nominal Instalado.*

Índices de calidad kVA nominal instalado			
Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal Instalado		Tiempo Total de interrupción por kVA nominal Instalado	
(FMIK)	± 6.0	(TTIK)	± 18.0
Olón (FMIK)	± 0,36	Olón (TTIK)	± 0,84

*Nota: Adaptado Índices de calidad kVA nominal instalado; de (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018)*

### **2.1.6. Ordenanza General De Seguridad e Higiene en el Trabajo.**

Electricidad. Gobierno de España, aprobó por Orden el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, el 31 de enero de 1940, mismo que fue actualizado y reformado por el Ministerio Orden el 9 de marzo de 1971, aprobando la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

“Art. 65. Trabajos en proximidad de instalaciones de alta tensión en servicio.

1. Caso de que sea necesario hacer el trabajo en la proximidad inmediata de conductores o aparatos de alta tensión, no protegidos, se realizará en las condiciones siguientes:

- a) Atendiendo las instrucciones que para cada caso en particular dé el jefe del trabajo.
- b) Bajo la vigilancia del jefe del trabajo que ha de ocuparse de que sean constantemente mantenidas las medidas de seguridad por él fijadas, delimitación de la zona de trabajo y colocación, si se precisa, de pantallas protectoras.

2. Si a pesar de las medidas de seguridad adoptadas el peligro no desapareciera, será necesario tramitar la correspondiente solicitud de autorización para trabajar en la instalación de alta tensión y cumplimentar las normas del artículo 62; estos tipos de trabajo también podrán realizarse en tensión si siguen fielmente las prescripciones sobre trabajos en tensión del propio artículo en su apartado” (Agencia estatal boletín oficial del estado, 1971)

“Art. 66. Reposición del servicio al terminar un trabajo en una instalación de alta tensión.

- a) En el lugar de trabajo. - Se retirarán las puestas a tierra y el material de protección complementario, y el jefe del trabajo, después del último reconocimiento, dará aviso de que el mismo ha concluido.
- b) En el origen de la alimentación. - Una vez recibida la comunicación de que se ha terminado el trabajo se retirará el material de señalización y se desbloquearán los aparatos de corte y maniobra”. (Agencia estatal boletín oficial del estado, 1971)

“Art. 70. Protección personal contra la electricidad. - Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios

metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas” (Agencia estatal boletín oficial del estado, 1971)

### **2.1.7. Las 5 Reglas de Oro.**

Definen unos procedimientos estándar de obligado cumplimiento para minimizar el riesgo eléctrico en trabajos sin tensión, de acuerdo a lo establecido en el Real Decreto 614/2001, del 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. (KPN Soluciones en Seguridad Industrial, 2021)

1.- “Desconectar: Para comenzar un trabajo eléctrico, de antemano debemos desconectar cualquier fuente de energía que se encuentre en el lugar como las baterías o los generadores de electricidad. Verifica personalmente que haya una distancia suficiente entre el elemento a tratar y la resistencia eléctrica, lo que se conoce como corte efectivo. También puedes corroborar la distancia comprobando los fusibles e interruptores mediante un seleccionador, que ayuda a desconectar un circuito eléctrico”. (KPN Soluciones en Seguridad Industrial, 2021)

2.- “Prevenir cualquier posible realimentación: Evita cualquier reconexión que pueda darse usando bloqueos que impidan un choque eléctrico. Desconecta los teléfonos o cualquier dispositivo que haga uso de la energía eléctrica. Se deben utilizar señalizaciones en el lugar para advertir sobre el corte del fluido eléctrico. Los servicios de telemando o telecontrol que funcionan de forma remota quedarán inhabilitados por seguridad”. (KPN Soluciones en Seguridad Industrial, 2021)

3.- “Verificar la ausencia de tensión: Como las fuentes de electricidad no son visibles, auditivas ni olfativas a simple vista, es necesario comprobar la inexistencia de la tensión eléctrica en el lugar donde se va a trabajar. Mediante un multímetro, puedes conocer el valor exacto de la tensión. También puedes utilizar un detector de tensión. Con sólo acercar este aparato a cualquier superficie o fuente eléctrica, sabrás si hay corriente. Para verificar la ausencia de tensión, debes comprobar cada uno de los lugares donde pueda existir un conductor neutro”. (KPN Soluciones en Seguridad Industrial, 2021)

4.- “Poner a tierra y en cortocircuito: Se debe realizar una conexión de los conductores activos en cortocircuito entre ellos y, posteriormente, a tierra. La finalidad de hacer esto es permitir un ambiente virtual capaz de soportar un cortocircuito en el lugar de trabajo. Antes de todo, has de comprobar la ausencia de tensión. Hay que tener en cuenta que la puesta a tierra se debe colocar en el lugar más cercano al área de trabajo”. (KPN Soluciones en Seguridad Industrial, 2021)

5.- “Proteger frente a los elementos en tensión y señalar la zona: Mediante elementos visibles para quienes no están trabajando en la instalación, se marcará la zona con cintas, conos y vallas, entre otros, con la finalidad de avisar sobre lo que se está realizando y evitar accidentes. (KPN Soluciones en Seguridad Industrial, 2021)

### **2.1.8. Resolución C.D. 513, Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. IESS**

Art. 2.- “Cobertura. - El Seguro General de Riesgos del Trabajo cubre toda lesión corporal y todo estado mórbido originado con ocasión, a causa, o por consecuencia del trabajo que realiza el afiliado, y regula la entrega de las prestaciones a que haya lugar para la reparación de los daños derivados de accidentes de trabajo y/o enfermedades profesionales u ocupacionales que afecten la capacidad laboral del asegurado”. (Instituto ecuatoriano de seguridad social, 2016, pág. 9)

Art. 3.- Sujetos de Protección. - Son sujetos de protección, el trabajador en relación de dependencia, así como el trabajador afiliado sin relación de dependencia o autónomo, independiente o por cuenta propia, el menor trabajador, y los demás asegurados obligados al régimen del Seguro General Obligatorio en virtud de leyes y decretos especiales y que cotice para este Seguro. (Instituto ecuatoriano de seguridad social, 2016, pág. 9)

## **2.2. CONCEPTOS ELEMENTALES**

### **2.2.1. Repotenciación Energética**

La repotenciación energética, entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía necesaria para garantizar calidad total, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas e instituciones e

implica lograr los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto. “Para un empresario, uno de sus objetivos estratégicos para alcanzar la competitividad es lograr la mayor calidad de los productos al menor costo de fabricación, para de esta manera tener una mejor posición en el mercado e incrementar sus utilidades” (Grainger & Stevenson, 1996)

### **2.2.2. Demanda de la Potencia.**

“La potencia de corto plazo se refiere a la curva de carga diaria o demanda de potencia horaria con la finalidad de realizar pronósticos a nivel nacional, con el objetivo de realizar un manejo eficiente, asegurando la operatividad del sistema eléctrico”. (Sanjinés Tudela, 2011)

### **2.2.3. Alimentador de alta densidad**

“Es aquel alimentador primario de distribución que tiene una carga nominal instalada distribuida por kilómetro de línea mayor a 50 kVA/km”. (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018, pág. 3)

### **2.2.4. Alimentador de baja densidad**

“Es aquel alimentador primario de distribución que tiene una carga nominal instalada distribuida por kilómetro de línea menor o igual a 50 kVA/km”. (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018, pág. 3)

### **2.2.5. Calidad del servicio**

Conjunto de atributos técnicos y comerciales inherentes a la prestación del servicio de energía eléctrica, y que constituyen las condiciones bajo las cuales dicha prestación debe desarrollarse. Se divide en calidad de producto, calidad del servicio técnico y calidad del servicio comercial (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018, pág. 3)

### **2.2.6. Fluctuaciones o variaciones de voltaje**

Son perturbaciones en las cuales el valor eficaz del voltaje de suministro cambia con respecto al valor nominal. (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018, pág. 5)



### **2.2.7. Frecuencia de las interrupciones**

Es el número de veces, en un periodo determinado, que se interrumpe el suministro de energía eléctrica a un consumidor. (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018, pág. 5)

### **2.2.8. Sistema de distribución**

Comprende las líneas de subtransmisión, las subestaciones de distribución, los alimentadores primarios, los transformadores de distribución, las redes secundarias, las acometidas, el equipamiento de compensación, protección, maniobra, medición, control y comunicaciones, utilizados para la prestación del servicio de distribución de energía eléctrica. (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018, pág. 6)

### **2.2.9. Voltaje nominal**

Es el voltaje de diseño de una red eléctrica. (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018, pág. 6)

### **2.2.10. Voltaje de suministro**

Es el valor del voltaje del servicio que la distribuidora suministra en el punto de entrega al consumidor en un instante dado (Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018, pág. 6)

### **2.2.11. Conductores de Media Tensión**

**Conductores:** Son los que dejan fluir la corriente eléctrica, “Conductor: Material que posibilita la transmisión de electricidad, por lo general en forma de cable o barra sólida, adecuado para transportar una corriente eléctrica. La capacidad de transmisión está dada por la escasa resistencia que ejerce el material, ante el movimiento de la carga eléctrica” (Agencia de Regulacion y Control de Electricidad, 2018, pág. 4)

“La función de todo conductor en un cable para Media o Alta Tensión o en un conjunto de cables, es la de transportar energía eléctrica. Los materiales usualmente utilizados son el cobre y bajo condiciones especiales, esto han sido remplazado por conductores aluminio para redes aéreas debido por su bajo costo y ligereza de

instalación se emplea el aluminio. La tabla 6 muestra algunas de las características más importantes del cobre y del aluminio que se emplean en los cables para Media Tensión, Por el costo en relación con el cobre en los circuitos primarios se utilizan los conductores”: (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2018, pág. 4)

**Los símbolos que identifican los diferentes tipos conductores de aluminio son:**

**Tabla 6.**

*Símbolos de calibre de conductor aluminio*

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ACC	Conductor de aluminio de menor densidad
AAAC	Conductor de aleación de aluminio de mayor densidad
ACAR	Conductor del aluminio reforzado con alma de acero
ACSR	Conductor desnudo, y en calibres de mayor potencia 266 MCM 4/0, 2/0, 1/0 y 2 AWG y

*Nota: Adaptado de códigos de conductor y su descripción; de Agencia de regulación y control de electricidad ARCONEL, 2018*

**Tabla 7.**

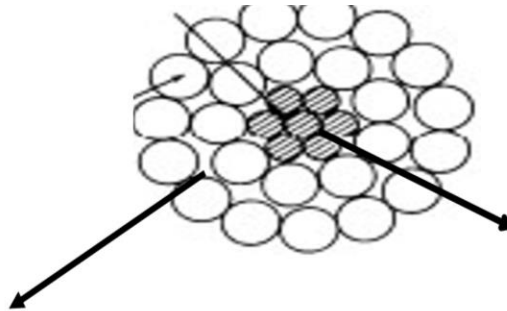
*Unidad de propiedad de conductores*

ID.UP. UC	Descripción
co0-OC2	Conductor AAAC 5005 #2 AW
co0-OC1/0	Conductor AAAC 5005 #1/0 AWG
co0-OC2/0	Conductor AAAC 5005 #2/0 AWG
co0-OC3/0	Conductor AAAC 5005 #3/0 AWG
co0-OB4	Conductor ACSR #4 AWG
co0-OB2	Conductor ACSR #2 AWG
co0-OB1/0	Conductor ACSR #1/0 AWG
co0-OB2/0	Conductor ACSR #2/0 AWG
co0-OB3/0	Conductor ACSR #3/0 AWG
co0-OB266	Conductor ACSR #266 MCM

*Nota: Adaptado de las propiedades de los conductores a utilizar en el proyecto; de CNELEP (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011)*

El autor expone “que se utilizaran para circuitos secundarios en cables desnudos o aislados y en los calibres 2/0, 1/0, 2, 4 AWG. Los circuitos de baja tensión son de 3 y 4 hilos con neutro puesto a tierra. Paralelo a estos circuitos van los conductores de alumbrado público”. (Grainger & Stevenson, 1996, págs. 132,133)

**Figura 1.**  
*Conductor de aluminio*



*Nota: Adaptado de conductor de acuerdo al número de hilos; De Análisis de sistema de potencia (Grainger & Stevenson, 1996)*

**Crucetas:** son herrajes que sostienen a los aisladores y cables son de madera inmunizada; como también en ángulo de hierro galvanizado de diferentes dimensiones de acuerdo con los diferentes requerimientos, se utiliza para implementar en líneas aéreas 13.8, 13,2 kV; generalmente poseen agujeros estandarizados, de acuerdo a las normas establecidas.

**Aisladores:** sirven y permiten el aislamiento del voltaje hacia los herrajes, están fabricadas en porcelana, como también en material siliconados en la norma ANSI 55.4, 55.5. 52.1; para media tensión (espiga y disco) y ANSI 53.3 para baja tensión (carrete).

**Herrajes:** los herrajes utilizados en redes aéreas de baja y mediana tensión son de acero galvanizado. (grapas, varillas de anclaje, tornillos de máquina, collarines, espigos, etc.).

**Equipos de seccionamiento y protección:** las protecciones del sistema eléctrico se realizan por medio de seccionadores monopolar estándar, de acuerdo con su uso la capacidad es de 100 a 200 amperios. Realiza la protección contra descargas atmosféricas, posee como aditivo los pararrayos tipo válvula 10 a 12kv.

**Transformadores:** los transformadores monofásicos convencionales o auto protegidos (CSP) en los siguientes valores de potencia nominal: 5-10-15-25 - 37.5 - 50 - 75 kVA y para transformadores trifásicos en potencia nominal a: 30 - 45 - 75 112.5 y 150 kVA. (Grainger & Stevenson, 1996, pág. 38); que provee de energía regulada a los usuarios urbanos y rurales de acuerdo con la necesidad.

**Tabla 8.**

*Transformadores de distribución en poste*

CODIGO	ID.UP-UC	Descripción
Monofásica Convencional		
TRT0003	TRT-1C10	TRANSFORMADOR 13KV 1F CONV. 10 KVA EN POSTE
TRT0004	TRT-1C15	TRANSFORMADOR 13KV 1F CONV. 15 KVA EN POSTE
TRT0005	TRT-1C25	TRANSFORMADOR 13KV 1F CONV. 25 KVA EN POSTE
TRT0006	TRT-1C37.5	TRANSFORMADOR 13KV 1F CONV. 37.5 KVA EN POSTE
TRT0007	TRT-1C50	TRANSFORMADOR 13KV 1F CONV. 50 KVA EN POSTE
Autoprotegidos		
TRT0008	TRT-1C10	TRANSFORMADOR 13KV 1F AUTOPROTEGIDO. 10 KVA EN POSTE
TRT0009	TRT-1C15	TRANSFORMADOR 13KV 1F AUTOPROTEGIDO. 15 KVA EN POSTE
TRT0010	TRT-1C25	TRANSFORMADOR 13KV 1F AUTOPROTEGIDO. 25 KVA EN POSTE
TRT0011	TRT-1C37.5	TRANSFORMADOR 13KV 1F AUTOPROTEGIDO. 37.5 KVA EN POSTE
TRT0012	TRT-1C50	TRANSFORMADOR 13KV 1F AUTOPROTEGIDO. 75 KVA EN POSTE
TRT0013	TRT-1C75	TRANSFORMADOR 13KV 1F AUTOPROTEGIDO. 50 KVA EN POSTE
Trifásicos.		
TRT0014	TRT-3C50	TRANSFORMADOR 13KV 3F CONV. 50 KVA EN POSTE
TRT0015	TRT-3C75	TRANSFORMADOR 13KV 3F CONV. 75 kVA EN POSTE

*Nota: Adaptado Clases, tipos y homologación del catálogo de transformadores de distribución eléctrica; De MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011)*

### 2.2.12. Sistema eléctrico de potencia.

“Un sistema eléctrico de potencia (SEP) se podría definir como el conjunto de equipos, dispositivos y elementos que, interconectados adecuadamente, que conforman la infraestructura que brindan soporte a los procesos de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, con la finalidad de alimentar los centros de carga”. (Velasquez Molina, 2016)

**Fuente de alimentación:** la pérdida de alimentación provocará una interrupción en la planta a menos que cuenten para sus áreas críticas con fuentes de alimentación alternas. Los analistas deben evaluar la vulnerabilidad operacional mediante datos históricos de frecuencia, tipo y duración de las interrupciones (Velasquez Molina, 2016)

**Características:** la fuente de electricidad del sistema eléctrico de potencia está conformada por una o central de generación, a su vez posee líneas de transporte o redes que suministran de electricidad a las que contienen soportes o estructuras de doble retenida, estructura pasante, estructura doble angular, conductores, seccionamiento tipo cuchilla y seccionamiento tipo fusible, reconectores, en la distribución de energía, y posteriormente a los habitantes de la Comuna Olón.

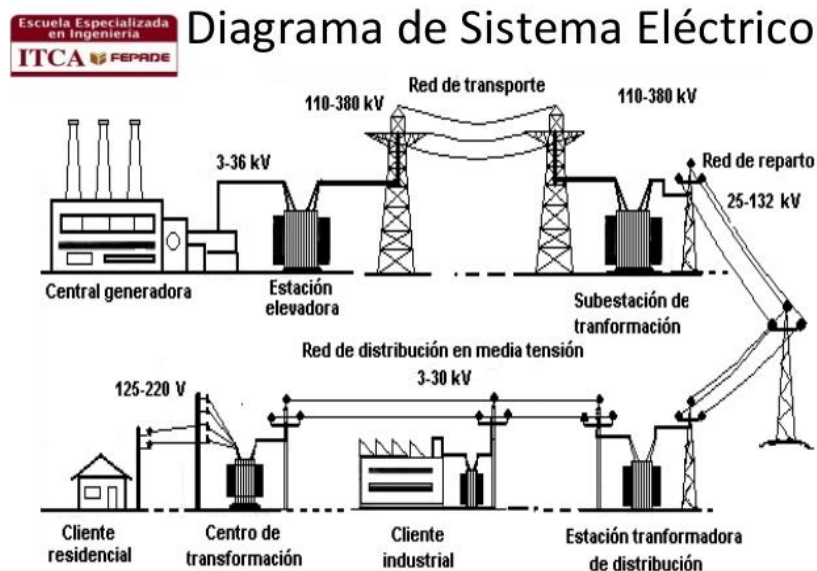
**La central generadora en mi país con diferentes voltajes en transmisión:** el sistema de transmisión es encargado de transportar la energía eléctrica desde hasta el sistema de distribución, por medio de un sistema de redes eléctricas y transformadores, utilizando torres o postes de alturas mayores a los de distribución, así como conductores de grandes calibres, para disminuir las pérdidas de potencia utiliza altos voltajes que van desde los 138kv, 230kv, 500kv, 700kv, 1000kv.

g) “El sistema de distribución, es encargado de distribuir la energía al usuario final, ya sean consumidores residenciales, comerciales o industriales, lo realiza por redes eléctricas área o subterráneas, utiliza también subestaciones de distribución, utiliza voltajes en la etapa subtransmisión 69/138kv y en la etapa primaria o media tensión utiliza voltajes a 6kv, 13,2kv, 13,9kv, 22kv, 35kv en la etapa secundaria o redes de baja tensión a 120v, 220v, 240v para la residencia o comercios y en la industria voltajes a 380, 440v, 480v. Este sistema para llegar al voltaje de servicio a

los consumidores residenciales utiliza los transformadores de distribución. En la siguiente figura 2. se representa a un sistema eléctrico de potencia con las instalaciones generales” (Velasquez Molina, 2016)

**Figura 2.**

*Diagrama de sistema eléctrico de central generadora al cliente*



Nota: Adaptado diagrama de sistema eléctrico de una central hasta el usuario: De Modelo metodológico para puesta en marcha de subestaciones de energía eléctrica a 34.5 kV (Echeverría, 2016)

### 2.2.13. Características del sistema de distribución eléctrico.

“El sistema de distribución eléctrico esta operado por la Empresa de Distribución Eléctrica, cuya misión es la de llevar la energía hasta el suministro eléctrico que culmina en los bornes del medidor asignado al cliente”. (Velasquez Molina, 2016)

### 2.2.14. Las subestaciones eléctricas

Es el lugar que suministra la energía eléctrica a los usuarios en ella conectados, sirve como troncal de electrificación, que beneficia a la población, además cumple con las funciones de elevar, reducir el voltaje de energía eléctrica, consta de un Transformador de 12.5 MVA, son las instalaciones que se encargan de realizar transformaciones en la tensión, en la frecuencia, del número de fases o la conexión de dos o más circuitos. Se ubican en la periferia de las zonas de consumo, en el exterior o interior de los edificios. “Las instalaciones de la Subestación Manglaralto, están situadas en las afueras de la ciudad. Las subestaciones pueden ser de dos tipos”: (Grainger & Stevenson, 1996)

**Figura 3.**  
*Subestación Manglaralto*



*Nota: Adaptado de subestación eléctrica Manglaralto línea 69 Kv; entrada al transformador de potencia; De Javier Rinaldy Rodríguez Villon*

#### **2.2.15. Subestaciones de transformación**

Son las encargadas de transformar la energía eléctrica mediante uno o más transformadores. Estas subestaciones pueden ser elevadoras o reductoras de tensión.

**Figura 4.**

*Transformador de potencia de 69 Kv a 13.8 Kv, Subestación Manglaralto*



*Nota: Adaptado de transformador de potencia de 69 Kv/13.8 Kv subestación eléctrica Manglaralto línea; De Javier Rinaldy Rodríguez Villon*

#### **2.2.16. Subestaciones de maniobra**

Son las encargadas de conectar dos o más circuitos y realizar sus maniobras. Por lo tanto, en este tipo de subestaciones no se transforma la tensión.

**Figura 5.**  
*Subestación de maniobras.*



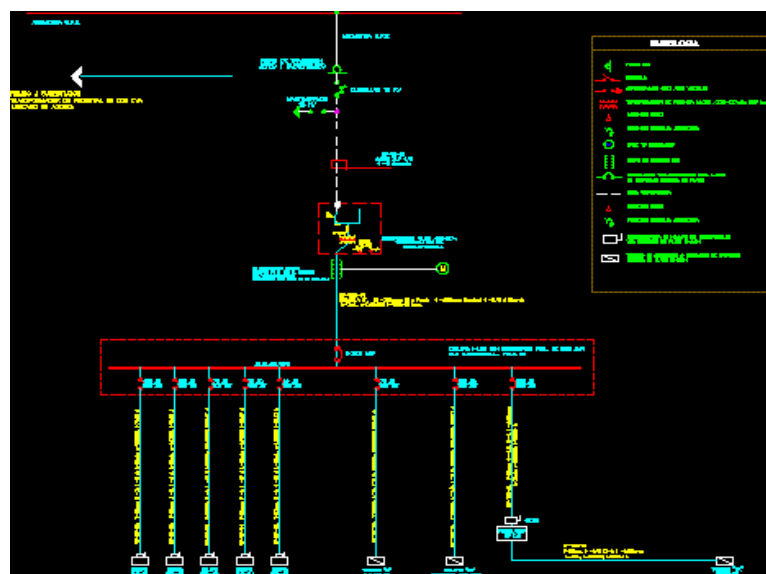
*Nota: Adaptado de Subestación de maniobras; De (Transformadores CH., 2019)*

### 2.2.17. Configuración de la Subestación

La Subestación consiste con línea de subtransmisión 69kV, de tipo radial que cuenta con una posición de entrada de línea y una posición de salida a transformador y está prevista para posición de línea de salida subterránea. Cada alimentador de línea cuenta con su interruptor, transformadores de medición y seccionamiento de entrada, salida y bypass para poder darle mantenimiento al interruptor. Del cuadro de 69kV se alimenta a un transformador de poder de 10/12MVA que reduce el voltaje de 69kV a 13,8kV y se conecta al barraje de media tensión. Para el barraje de 13,8kV se ha considerado un cuadro de media tensión con barra principal y barra de transferencia.

**Figura 6.**

*Diagrama unifilar de una Subestación Eléctrica*



*Nota: Diagrama unifilar de una Subestación alimentadores y sus protecciones Eléctrica; De Autor Jorge Villarreal muestra el diagrama de la subestación con la finalidad de exponer su estructura (Villarreal, 2022)*

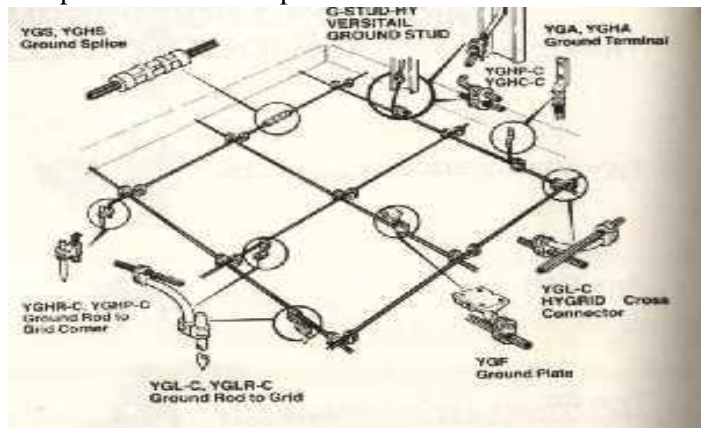


### 2.2.18. Sistema de Puesta a Tierra

El sistema de puesta a tierra, tiene como objetivo prevenir daños a los equipos instalados en la red eléctrica, evita sobre voltajes que se producen por descargas atmosféricas, la operación o maniobra en disyuntores, facilitando una vía rápida de descarga de baja impedancia con el fin de mejorar y asegurar el funcionamiento de protecciones, suministrando seguridad al personal que realiza operaciones en la subestación. Un Sistema de Puesta a Tierra, llamado a veces sencillamente “puesta a tierra”, es el conjunto de medidas que se han de tomar para conectar un equipo eléctricamente conductor a tierra. El Sistema de puesta a tierra es una parte esencial de las redes de energía, tanto en los niveles de alta como de baja tensión.

**Figura 7.**

Terreno donde se emplea el mallado de puesta tierra soldadura exotérmica



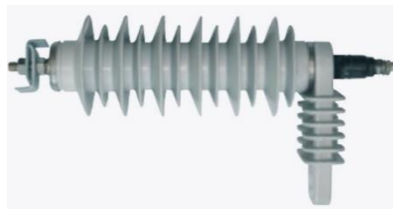
*Nota: adaptado sistema Terreno donde se emplea el mallado de puesta tierra soldadura exotérmica. De Sistema puesta tierra calculo y diseño (Ruelas Gómez, 2014, pág. 6)*

### 2.2.19. Protección Atmosférica

El área de protección atmosférica que proporcionan los apartarrayos, pararrayos, cable de guarda y demás elementos de protección atmosférica es más utilizado en el tendido de la red eléctrica especialmente en red de distribución de 13.8 kv del alimentador Olón.

**Figura 8.**

Pararrayo de distribución de media tensión



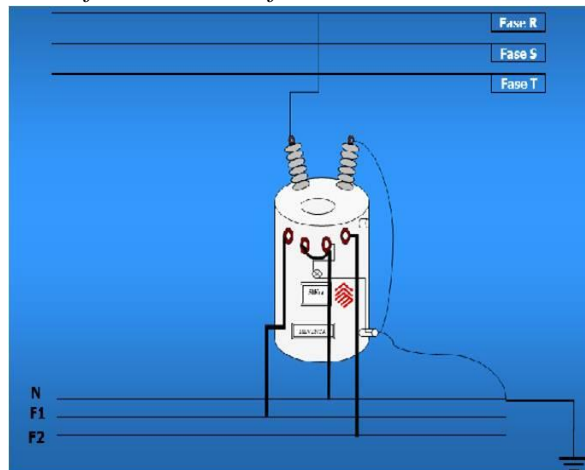
*Nota: Adaptado del sistema protección de las descargas atmosféricas se exhibe el apartarrayos de silicón conectado a la red trifásica de distribución de media tensión; De Pararrayos distribución (Inael Electrical Systems, 2021)*

### 2.2.20. Fase monofásica.

Está compuesta por un conductor de aluminio N° 2 ACSR, que transporta la energía, desde la red de distribución y es alimentada por la red troncal o de la fase bifásica de acuerdo con el requerimiento (Zamora, 2011). En estas fases se encuentran instalados transformadores de la unidad potencia de 50 kVA, 37.5 kVA, 25 kVA, 10 kVA, 15 kVA, 5 kVA.

**Figura 9.**

*Línea de conexión del transformador monofásico*



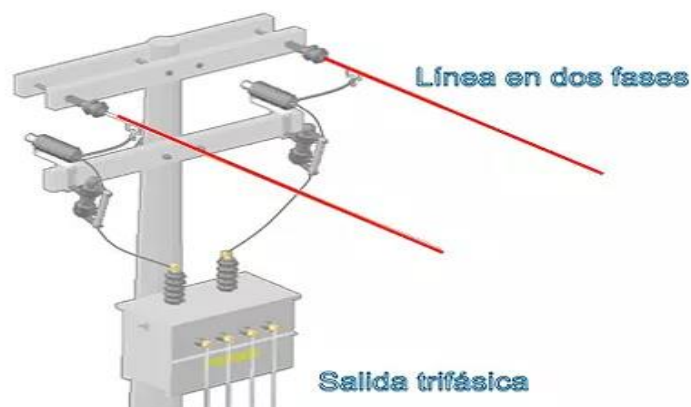
*Nota: Adaptado a conexión de transformador de línea monofásica y salidas del transformador 120 -240V; De Conexión transformadores. - Normativa CORPOELEC\_ENELBAR; Fuente:(Zamora, 2011)*

### 2.2.21. Fase bifásica.

Está compuesta por dos líneas o conductores de aluminio 1/0 ACSR, que transportan energía en media tensión 13.8 kV y una línea identificada como neutro, que alimentada de la red troncal. (Antunez, 2017)

**Figura 10.**

*Conexión línea, transformador de poste bifásico*



*Nota: Adaptado de instalación de línea bifásica a conexión trifásica en baja tensión, transformador de poste bifásico; De Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica; Fuente: (Antunez, 2017)*

### 2.2.22. Fase o tensión trifásicas.

Es un sistema de conductores de aluminio 4/0 ACSR, líneas o tensiones alternas, acopladas, paralelamente, las tres son suministradas o alimentadas por el mismo generador, tensiones que transportan energía, por un sistema de tres conductores o fases, en algunas ocasiones de cuatro; tres fases más un neutro de calibre 1/0 ACSR, si existe. (Electrotec , 2019)

#### Figura 11.

*Conexión trifásica izado de postes*



*Nota: Adaptado de redes de línea trifásica a conexión trifásica en baja tensión; De Transformadores trifásicos Fuente: (Electrotec , 2019)*

### 2.2.23. Unidad de propiedades en el sistema de distribución Eléctrico.

Las unidades de propiedad y unidades constructivas utilizadas en este estudio son la aceptada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovables y que constan en el catálogo de distribución, bajo las directrices de los criterios de homologación, identificación nemotécnica y normas aceptadas. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011)

**Unidades de Propiedad (UP):** es un conjunto de bienes diferentes entre sí, y asociados, para cumplir una función específica en los sistemas de distribución de energía eléctrica que abarcan a las diferentes unidades de construcción. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011, pág. 8)

**Unidad de construcción (UC):** es el conjunto de materiales dispuestos de una forma preestablecida que componen una unidad de montaje que facilitan, el diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas de distribución, de manera sencilla, ordenada y uniforme. La unidad de construcción es arreglo

compuesto de una determinada cantidad de materiales y que pueden o no contener equipos. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011, pág. 8)

#### 2.2.24. Lineamientos generales para identificar Up y Uc.

En esta sección se describe la estructura de códigos para identificar las unidades de propiedad y de construcción. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011, pág. 8)

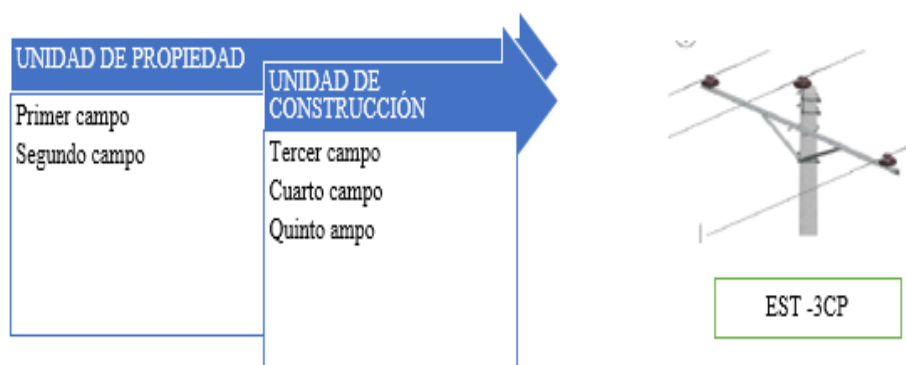
Establecer un sistema único para la identificación de las Unidades de Propiedad (UP) que conforman el sistema de distribución de redes subterráneas. a única identificación de las unidades de propiedad y unidades constructivas del sistema de distribución subterráneo a nivel nacional, ayudando a las diferentes actividades del sistema, como: levantamiento de información geográfica, registro de activos, liquidación de proyectos y otros.

#### 2.2.25. Estructura del identificador de las Up Y Uc.

Es necesario conocer la nomenclatura de estos elementos para identificar cada uno de ellos que utilizare, de acuerdo al MEER, se identifican por 5 campos, los dos primeros corresponden a la unidad de propiedad son caracteres alfabéticos, el segundo campo nos exhibe el nivel de voltaje, el tercer campo nos muestra el número de fases, vías, o fases e hilos, cuarto y quinto nos muestra la funciones o especificaciones técnicas de estos implementos; siempre se encuentran separados por un guion, los siguientes campos generalmente son tres, así lo exhibo en anexo estructura UP y UC.

**Figura 12.**

*Estructura UP y UC*



*Nota: Campos, manual de estructuras y homologación de tipos de Estructura UP y UC; Marco Manual de las unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución eléctrica (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011, pág. 9)*

### 2.2.26. Estructuras en redes aéreas de distribución trifásicas media tensión

Las estructuras trifásicas en media tensión a 13.8/ GRDy/ 7,96KV - 13,2KV GRD y / 7,62K, que se utilizan en este tipo de construcciones de redes de distribución de baja y media tensión, según su requerimiento pueden ser pasante o tangente, angular, centradas, semicentradas, voladas, retención simple o doble. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011) tal como exhibo en anexo N° 3

### 2.2.27. Estructuras en redes aéreas de distribución en baja tensión

En los trabajos que se ejecutaran utilizare materiales debidamente ide4ntificados con su nomenclatura en baja tensión en redes aéreas convencionales y preensambladas en baja tensión. Tal como exhibo en anexo N° 4

### 2.2.28. Puesta a tierra en redes de distribución

Presento dos ejemplos de puesta a tierra, la primera para ser utilizada en red secundaria desnuda y la otra para red preensamblada, utilizando conductor de cobre y varilla cooperweld.

**Tabla 9.**  
*Puesta tierra de transformadores de distribución*

Código	ID.UP.UC.	Descripción
PT00003	PTO-0DC2- 1	Puesta tierra red secundario desnudo conductor cobre calibre ·2 AWG 1 Var
PT00005	PTO-0PC2- 11	Puesta tierra red secundario preensamblado conductor cobre calibre ·2 AWG 1 Var

*Nota: Adaptado Clases, tipos y homologación del catálogo de Puesta tierra de transformadores de distribución eléctrica; De MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011)*

### 2.2.29. Postes en redes de distribución (PO)

Expongo postes que se utilizaran en la ejecución del presente trabajo investigativo, poseen forma circular de 12m. con un peso neto de 500Kg; se implementaran en redes de distribución eléctrica, de acuerdo con la norma establecida.

### 2.2.30. Tensores y Anclajes en redes de distribución (TA)

Expongo diferentes tensores simples y dobles; que se utilizan en la construcción de redes de distribución eléctrica en media y baja tensión.

**Tabla 10.**

*Tensor de baja y media tensión em redes de distribución eléctrica*

Código	ID. UP-UC	Descripción
TAT0001	TAT-OTD	Tensor a tierra doble en redes de distribución 13 KV
TAT0002	TAT-OFS	Tensor farol simple en redes de distribución 13 KV
TAT0003	TAT-OPS	Tensor poste a poste simple en redes de distribución 13 KV
TAD0003	TAD-OTS	Tensor poste a poste simple en redes de distribución 240/120V

*Nota: Adaptado Clases, tipos y homologación del catálogo de Tensor de baja y media tensión em redes de distribución eléctrica; De MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011)*

### 2.2.31. Equipos de Compensación en redes aéreas de distribución (EC)

Expongo en la tabla 20, las unidades de propiedad relacionadas a equipos de compensación monofásicos y trifásicos tanto capacitores y reguladores.

**Tabla 11.**

*Equipos de compensación*

Código	ID. UP-UC	Descripción
Capacitores		
ECT0002	ECT-1C100	Capacitor fijo 13KV 1F 100KVAR
ECT0003	ECT-1C200	Capacitor fijo 13KV 1F 200KVAR
ECT0004	ECT-3C100	Capacitor fijo 13KV 3F 100KVAR
ECT0005	ECT-3C200	Capacitor fijo 13KV 3F 200KVAR
Reguladores		
ECT0006	ECT-1RE100	Regulador de voltaje bobina fija 13KV 1F100 KVA Control electrico
ECT0007	ECT-3RE100	Regulador de voltaje bobina fija 13KV 3F 100KVA Control electrico

*Nota: Adaptado Clases, tipos y homologación del catálogo de Equipos de compensación; De MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011)*

## **CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Tipos de investigación.**

En el presente trabajo de titulación he utilizado dos tipos de investigación con la finalidad de determinar la factibilidad del presente proyecto, que beneficiara a los habitantes de las diversas comunidades.

#### **3.1.1. Investigación exploratoria.**

Este tipo de investigación me permitió explorar e inquirir en las causas del problema y sus posibles soluciones ante la discontinuidad y variaciones en el voltaje que mantiene el alimentador Olón.

#### **3.1.2. Investigación descriptiva.**

Al utilizar el presente tipo de investigación, me permite describir la realidad que sufren los habitantes de estos sectores al sufrir continuamente la discontinuidad y variaciones en el voltaje que mantiene el alimentador Olón, ante la falta de repotenciación de sus ramales.

#### **3.1.3. Investigación explicativa.**

Al utilizar y emplear este tipo de investigación me permite explicar cómo y porque se dan los problemas en el alimentador Olón, analizando cuando y que procedimiento se debe aplicar en la solución al problema que se genera en este alimentador y que dan origen a la presente investigación.

### **3.2. Las técnicas cualitativas**

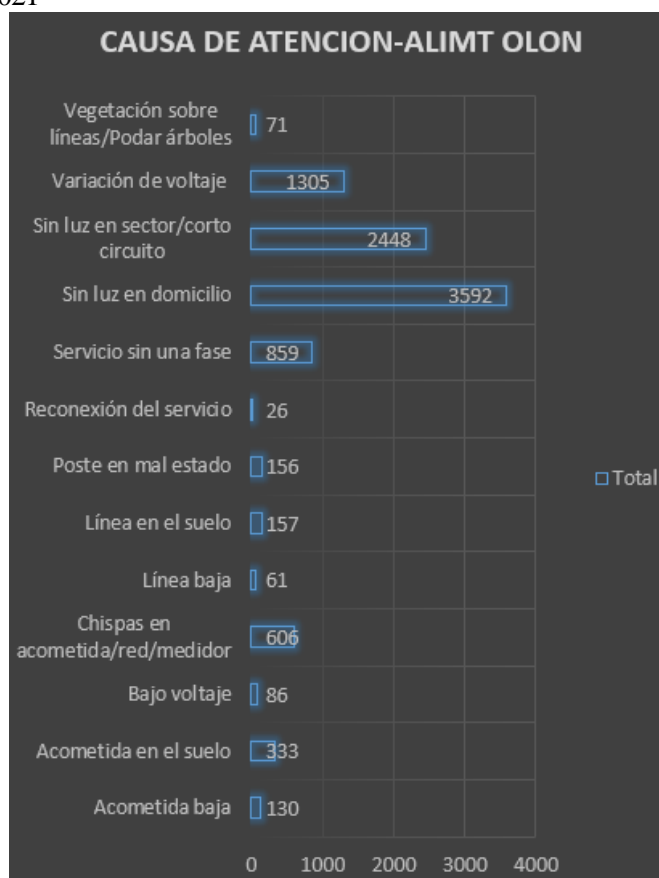
Esta técnica permite al investigador comprender el interior del pensamiento, hace emerger el discurso social se pueden clasificar atendiendo al sistema de obtención de información; permite cuantificar, si existe, la relación entre dos variables cualitativas. “Cuando los caracteres estudiados son susceptibles de ser ordenados de acuerdo con una determinada escala, podremos llegar a unos coeficientes de correlación que midan el grado de asociación entre las variables”. (Análisis estadístico de datos, 2012)

**Tabla 12.**  
Reclamos del año 2021

Tramites SAR o Reclamos del año 2021	
Requerimientos	Numero de Tramite
Acometida baja	130
Acometida en el suelo	333
Bajo voltaje	86
Chispas en acometida/red/medidor	606
Línea baja	61
Línea en el suelo	157
Poste en mal estado	156
Reconexión del servicio	26
Servicio sin una fase	859
Sin luz en domicilio	3592
Sin luz en sector/corto circuito	2448
Variación de voltaje	1305
Vegetación sobre líneas/Podar árboles	71
<b>Total</b>	<b>9830</b>

Nota: Adaptado tramites SAR de los usuarios o quejas del año 2021 ; De MEER Fuente: Cnel ep

Gráfico 1  
Reclamos SAR 2021



Nota: Adaptado tramites SAR de los usuarios o quejas del año 2021 del Alimentador Olón, De Javier Rinaldy Rodríguez Villon



El autor en el proceso investigativo, utilizo la metodología cualitativa, con información real y veraz, con información otorgada por Unidad de negocios Santa Elena CNEL Ep, en el año 2021, se reportaron nueve mil ochocientos treinta y ocho reclamos SAR.

Equivalente a las llamadas al Call Center de los usuarios, en los meses de enero a diciembre con un porcentaje 80%; tome los valores más relevantes, con lo puedo demostrar que el inconveniente es real y existe con problemas de variación, caída de voltaje, líneas en corto circuito en el alimentador Olón.

**Tabla 13.**

*Mediciones de demanda del año 2021*

Meses	Medición demanda máxima		
	Tramo 1 Salida de S/E	Tramo 2 Medio bando	Tramo 3 Final bando
Enero	13.4	13.1	12.6
Febrero	13.4	12.9	12.5
Marzo	13.5	13.0	12.6
Abril	13.6	13.2	12.7
Mayo	13.6	13.2	12.7
Junio	13.4	13.1	12.7
Julio	13.4	13.2	12.7
Agosto	13.6	13.2	12.7
Septiembre	13.6	13.2	12.7
Octubre	13.6	13.2	12.7
Noviembre	13.6	12.7	12.4
Diciembre	13.4	12.8	12.5

*Nota: Adaptado de medición demanda máxima tomadas en salida, medio y final de la troncal del alimentador Olón, provincia de Santa Elena. De Javier Rodríguez Villón*

En el año 2021, se realizaron diferentes mediciones en todo el año, en los meses de noviembre y diciembre, se determinó que existieron diferentes eventos de caída y

variación de voltaje, con lo que demuestro que el problema existe, causando interrupciones, intermitencias, causando molestias en los usuarios que pierden sus electrodomésticos a causa de este problema, hace el proyecto viable en su ejecución y factible en beneficio de los usuarios del Alimentador Olón.

### **3.3. Técnicas de la investigación.**

En el presente proceso investigativo utilice diversos elementos, que dan origen a las diferentes fases de la investigación, aportando con instrumentos para el manejo de la información. Me permito presentar los siguientes:

#### **3.3.1. Recolección de información**

Me permitió llevar el control de la información que obtuve en la comercializadora de energía, con información obtenida y recolectada que me ubicaron en la realidad del problema y aplicando el conocimiento adquirido en mis años de estudios. Se describe mediciones y control de tramites SAR.

#### **3.3.2. Tabulación de resultados**

Me permite obtener información real que al tabularse se convierte en datos e información precisa con porcentajes reales, aplicando fórmulas matemáticas de información recolectada y procesada.

## CAPÍTULO 4: DISEÑO DE REPOTENCIACIÓN DE LÍNEA TRIFÁSICA AÉREA EN EL ALIMENTADOR OLÓN

En el presente capítulo mi propuesta del presente trabajo investigativo; Con la repotenciación de la línea trifásica, con conductor aéreo y sus diferentes componentes, estructuras y herrajes, con la finalidad de mejorar el sistema de distribución del suministro eléctrico a los usuarios de las comunidades que conforman el alimentador Olón. La línea trifásica aérea del alimentador Olón posee 36km. en el área de concesión de CNEL EP - Unidad de Negocio Santa Elena, se encuentra ubicado en provincia Santa Elena, en la costa de Ecuador.

### Subestación Manglaralto

Se encuentra ubicada en Parroquia Manglaralto, en la zona costera de la provincia de Santa Elena, Ecuador

#### Figura 13.

*Subestación Manglaralto fuente: el autor*



*Nota: Adaptado de subestación Manglaralto; provincia de Santa Elena; De Javier Rodríguez Villón*

### Información General de Subestación Manglaralto

**Descripción:** Subestación Manglaralto

**Nivel de voltaje de subtransmisión:** 69/13.8 KV.

**Fuente de energía:** Transformador de potencia 12,5 MVA

**Estructura:** Consta de Tres alimentadores: Manglaralto, Montañita, Olón.

**Ubicación:** Avenida Guayaquil comuna Manglaralto, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.

**Actividad:** Suministro de energía eléctrica 13.8 kV.

**Fuente:** Centro de operaciones de la comercializadora de energía.

**Frecuencia:** 60 Hz.

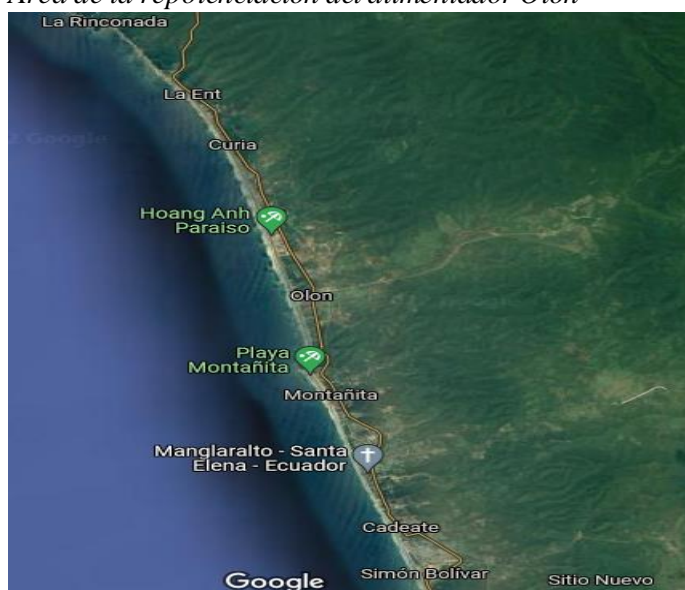
#### 4.1. Información General del alimentador Olón.

##### 4.1.1. Ubicación

El alimentador Olón se encuentra ubicado en el perfil costero ruta del Spondylus, en la provincia de Santa Elena, en la parroquia Manglaralto, conformado por las comunidades de Montañita, Curia, San José, La Entrada, La Rinconada y en especial a la Comuna Olón, sectores ubicados en la Ruta del Spondylus. Alimentador Olón, se encuentra en Google Maps; coordenadas (528861,9795531) - (524275,9809730); con un recorrido que inicia en parroquia Manglaralto, donde se encuentra la subestación donde se alimenta que responde al nombre de la parroquia antes mencionada, sigue su recorrido hasta la Comuna la Entrada donde culmina su ramal trifásico.

##### Figura 14.

*Área de la repotenciación del alimentador Olón*



*Nota: Adaptado del Área de repotenciación del alimentador Olón; De Google Maps de Coordenadas (MappingGIS, 2021)*

##### 4.1.2. Estructura General del Alimentador Olón

El alimentador Olón, consta en su troncal, de un transformador de potencia 12,50 MVA, tiene una secuencia, no posee retorno, se considera como un sistema radial. Consta en su sistema de 522 postes hormigón armado y poste de fibra, distribuidos en toda su extensión, con sus diferentes herrajes y estructuras conexas para su funcionamiento.

Encontramos que el alimentador Olón, tiene una extensión de 16 kilómetros de red de media tensión; con conductor aluminio 4/0, 2/0, 1/0, 2, de diferentes calibres. Se visualizan 414 transformadores a la extensión de los ramales del Alimentador Olón, estos equipos constan de diferentes voltajes, y de diferente tipo monofásicos y trifásicos, con sus respectivas estructuras y herrajes, de acuerdo al diseño eléctrico acorde a las normas vigentes.

Posee 2 reconfiguradores, que se encuentran ubicados en Comuna Montañita y en el Puente de la Comuna Olón, en su estructura encontramos 7 seccionamientos; con la finalidad de realizar maniobras de corte del suministro eléctrico en momentos que se amerite, con la finalidad de desconectar solo el sector a intervenir, consta de 3 bypass para transferencia de carga, con la finalidad de realizar transferencia de carga en el momento que la situación así lo amerite.

**Figura 15 .**

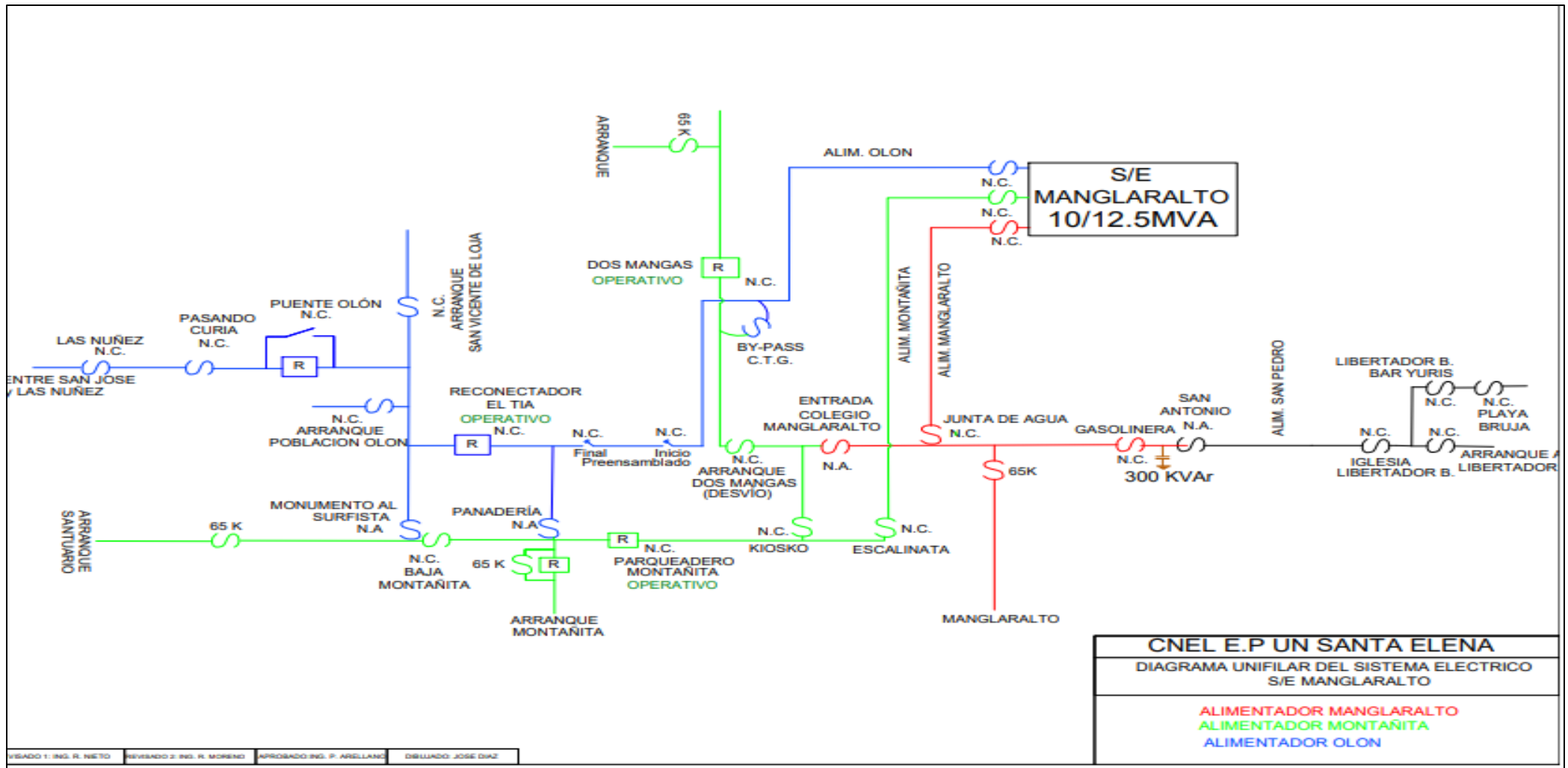
*Panorámica de Comuna Olón*



*Nota: Adaptado de vista panorámica de Comuna Olón; parroquia Manglaralto; provincia de Santa Elena; De Javier Rinaldy Rodríguez Villón*

## Gráfico 2

Diagrama unifilar del alimentador Olón S/E Manglaralto



Nota: Adaptado de diagrama unifilar de la Subestación Manglaralto, la línea azul corresponde al alimentador Olón, que se encuentra en estudio y se pronostica su repotenciación; De Javier Rinaldy Rodríguez Villón

#### **4.1.3. Situación actual del Alimentador Olón**

Al realizar las inspecciones y mediciones periódicas se realizó el levantamiento de información, en los diferentes tramos del alimentador Olón, se determinan los siguientes:

#### **4.1.4. Problemas o novedades**

1.- Desde su construcción, no se han realizado mantenimiento general en la línea trifásica, los mantenimientos que se han realizado son parciales y son una solución rápida al problema, que persiste y se agudiza de forma progresiva.

2.- Crecimiento demográfico, aumento la demanda de usuarios en un 50%

3.- Existen varios nodos en toda la extensión de los ramales del Alimentador Olón, provocando pérdida y bajo voltaje.

4.- En los ramales del Alimentador Olón, están instalados diferente conductor de aluminio 4/0, 2/0, 1/0, 2, con diferentes calibres, causa caída de voltaje, colapsando al sistema, el problema se agudiza en época de invierno.

#### **4.2. Análisis de la caída de voltaje en las redes de distribución del alimentador Olón.**

Al realizar el análisis del problema de caída de voltaje, determino que el problema de caída y variación de voltaje se puede solucionar con la implementación de herramientas tecnológicas y de alta gama como es el sistema SCADA, que permite a la comercializadora de energía la supervisión y control local del Alimentador Olón y de cada una de las operaciones relacionadas al control medición y distribución de la energía eléctrica en los ramales de este sistema, con funciones de control, monitoreo y protección del sistema eléctrico, en un único sistema más efectivo, eficiente, amigable con el medio ambiente y rentable desde el punto de vista económico.

##### **4.2.1. Implementación del sistema SCADA**

Para implementar el sistema SCADA, en el alimentador Olón, se realizará con nexo directo al programa GIS o ArcGIS Earth, que “es una aplicación de escritorio gratuita, ligera, con una interfaz fácil de usar, para sumergirse en el mundo 3D con el objetivo de convertirse en la mejor herramienta para trabajar con datos geoespaciales en el planeta” (Morales, 2012)

#### **4.2.2. Características del sistema SCADA**

- 1.- Sistema que almacena toda la información
- 2.- Realiza seccionamiento de forma automática
- 3.- Realiza reconectado y suspensión del sistema eléctrico.
- 4.- Activa la protección del conductor en los ramales del alimentador en el que interviene.
- 5.- Permite analizar desfase y eventos ocasionado en la red del alimentador intervenido.

#### **4.2.3. Funciones de Automatismo SCADA.**

- a) Supervisión remota de instalaciones y equipos
- b) Control remoto de instalaciones y equipos
- c) Procesamiento de datos
- d) Visualización gráfica dinámica
- e) Generación de reportes
- f) Representación de señales de alarma
- g) Almacenamiento de información histórica
- h) Programación de eventos
- i) Soluciones inmediatas si el problema es de desconexión por desfase.

La implementación del Sistema SCADA, brindara una solución real a los problemas de desconexión, optimizando la calidad del servicio eléctrico; la comercializadora de energía debe acogerse a este proceso de automatización, con la finalidad de brindar mejor atención a sus usuarios.

Al realizar el trabajo de campo aguas arriba del alimentador Olón, se establecen problemas de bajo voltaje a nivel 66KV, en la subestación Manglaralto, inquiriendo que el límite establecido por el ARCONEL violentando el derecho constitucional del buen vivir para los ciudadanos de las comunidades que conforman el alimentador Olón.

Mediciones de voltaje de línea de subtrasmisión que emite CELEC a nivel 69 Kv. Subestación Manglaralto.



**Tabla 14.***Nivel de voltaje normados CELEC 69 Kv*

Voltaje línea 69 Kv subtransmisión S/E Manglaralto			
Voltajes normados		Voltaje real S/E Olón	
V- AB	69 KV	V-AB	66KV
V-BC	69KV	V-BC	65KV
V-CA	69KV	V-CA	66KV

*Nota: Adaptado de medición de Voltaje línea 69 Kv subtransmisión Subestación Manglaralto, Ubicada en provincia de Santa Elena. De Javier Rodríguez Villón*

**Tabla 15. Nivel de voltaje normados CELEC 13.8 Kv**

Voltaje línea 13.8 Kv en barras de alimentador			
Voltajes normados		Voltaje real s/e Olón	
V- AB	13,8KV	V- AB	13.61
V-BC	13,8KV	V-BC	13.47
V-CA	13,8KV	V-CA	13.65

*Nota: Adaptado de Mediciones de Voltaje a nivel 13,8kv en las barraras de los alimentadores de la Subestación Manglaralto, Ubicada en provincia de Santa Elena. De Javier Rodríguez Villón*

### 4.3. Análisis del flujo de carga del alimentador Olón.

#### 4.3.1. Simulador Scada.

El Sistema SCADA, realiza un flujo de carga en los retornos de la subestación Manglaralto; Para obtener el nivel de voltaje deseado en el alimentador Olón, realice las siguientes simulaciones:

#### 4.3.2. Proceso del análisis Scada.

1.- Como primer paso se analizó el flujo de carga en uno de los retornos de la subestación Manglaralto; con un nivel voltaje considerando el más alto del año 2021, como exhibo en la siguiente tabla:

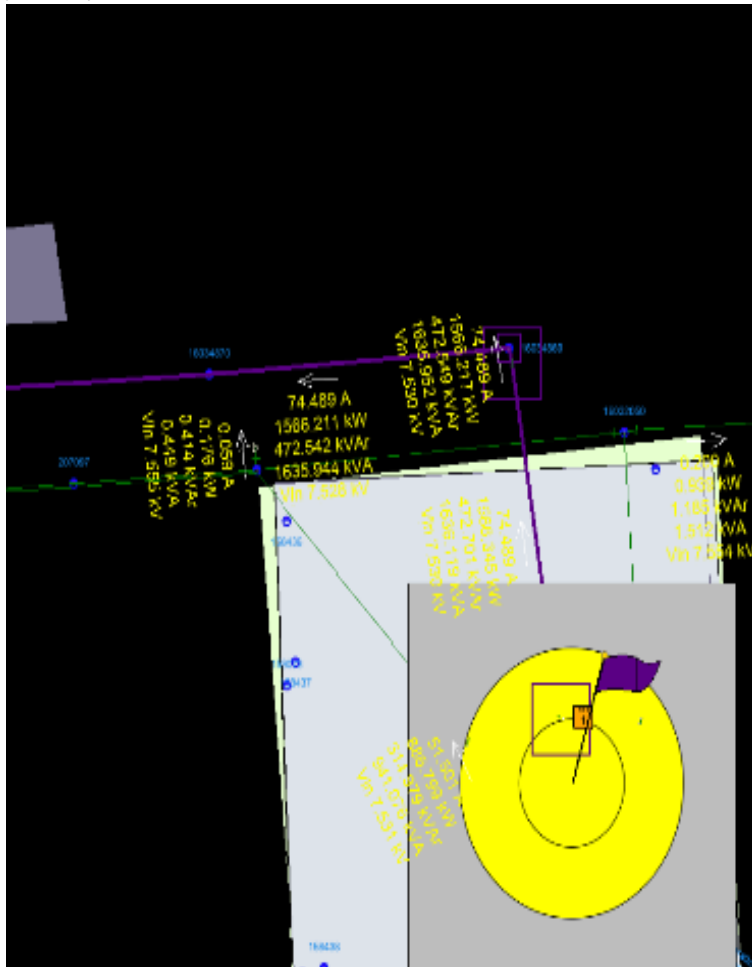
**Tabla 16.***Flujo de carga retorno del alimentador Olón diciembre 2021*

Nombre	Voltaje de inicial L- N	Amp.
Fuente de alimentación: Retorno del alimentador Olón (diciembre)	7.53 kv	74.489

*Nota: Adaptado de Flujo de carga retorno del alimentador Olón diciembre 2021, Ubicada en provincia de Santa Elena. De Javier Rodríguez Villón*

**Figura 16.**

*Simulación del flujo de carga utilizando programa SCADA, cálculo de parámetros de carga y voltaje*



*Nota: Adaptado a la Simulación del flujo de carga manipulando el programa SCADA, cálculo de parámetros de carga y voltaje. De Diagrama Mímico Dinámico de Operación de Sistemas Sistema DMD geoprahic. (Gestión Avanzada de Sistemas de Distribución; Diagrama Mímico Dinámico de Operación de Sistemas, 2016)*

2.- Procedí a realizar la segunda simulación del flujo de carga de los ramales del Alimentador Olón, realizado en la comuna de Olón, de la subestación Manglara lto. Con la finalidad de obtener el nivel de voltaje se realiza el flujo de carga en la Comuna Olón

**Tabla 17.**

*Simulación del flujo de carga*

Lugar	Voltaje de INICIAL L- N	Amp.
Fuente de alimentación: Reconector puente de comuna Olón	7.13 kv	68.749

*Nota: Adaptado de Reconector ubicado puente de comuna Olón, realizado el 26 de diciembre 2021; provincia de Santa Elena. De Javier Rodríguez Villón*

**Figura 17.** Segunda simulación del flujo de carga en programa SCADA; parámetros de carga y voltaje



*Nota: Adaptado Segunda simulación del flujo de carga en programa SCADA; parámetros de parámetros de carga y voltaje. De Diagrama Mímico Dinámico de Operación de Sistemas Sistema DMD geoprahic. (Gestión Avanzada de Sistemas de Distribución; Diagrama Mímico Dinámico de Operación de Sistemas, 2016)*

3.- Realice la tercera simulación del flujo de carga, lugar a intervenir comuna La Entrada, alimentador Olón, de la subestación Manglaralto. Con la finalidad de obtener el nivel de voltaje se realiza el flujo de carga en la Comuna Olón.

**Tabla 18.**

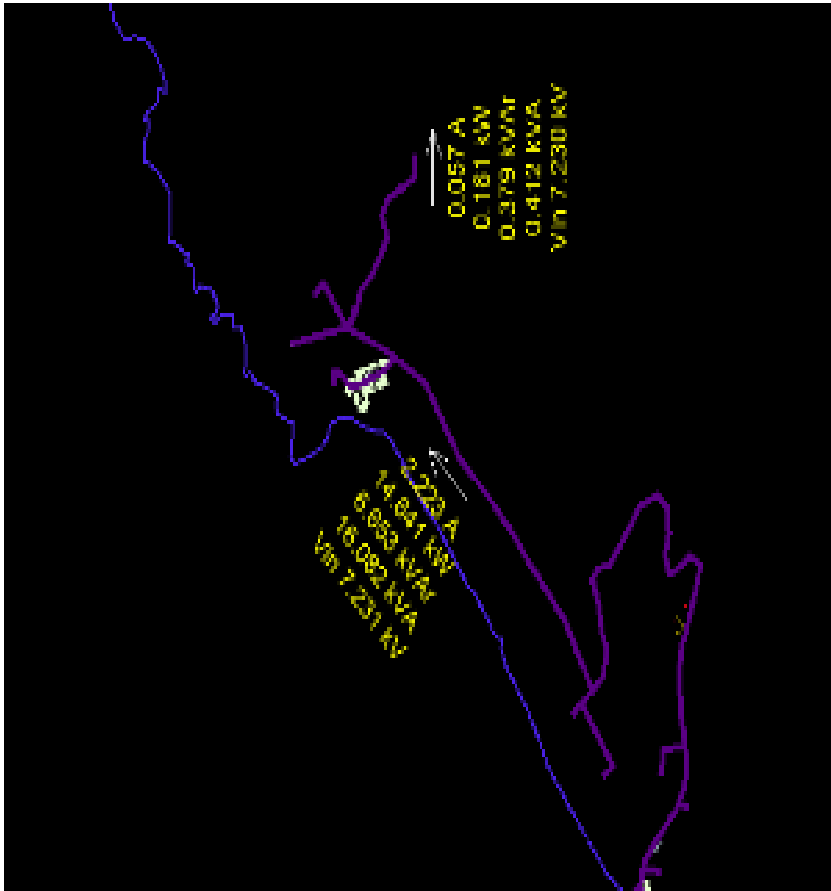
*Flujo de voltaje en la comuna La Entrada del alimentador Olón, parámetros de carga y voltaje*

Nombre	Voltaje de INICIAL L- N	AMP.
Fuente de alimentación comuna la entrada	7.03 kv	2.223

*Nota: Adaptado de Flujo de voltaje en la comuna La Entrada del alimentador Olón, parámetros de carga y voltaje; provincia de Santa Elena. De Fuente: DMD geoprahic SCADA*

**Figura 18.**

Flujo de en la comuna La Entrada del alimentador Olón, parámetros de carga y voltaje



*Nota: Adaptado Flujo de en la comuna La Entrada del alimentador Olón, cálculo de parámetros de carga y voltaje. De Diagrama Mímico Dinámico de Operación de Sistemas Sistema DMD geoprahic. (Gestión Avanzada de Sistemas de Distribución; Diagrama Mímico Dinámico de Operación de Sistemas, 2016)*

En este sector el problema se centra en los nodos conectados también, que ocasionan un falso contacto. En la zona costera, siempre está presente la salinidad, que ocasiona la avería del conductor de manera frecuente, causando la desconexión de los transformadores instalados en los ramales de propiedad de la comercializadora y privados del sistema del alimentador Olón.

#### **4.3.3. Perfiles de demanda de la subestación**

A continuación, expongo las mediciones de carga MW, del mes de enero a noviembre del 2021, en diferentes puntos del sistema, tomando como referencia, el problema del bajo voltaje del alimentador Olón. En la siguiente tabla exhibo el flujo de carga continuo para el caso 13.8 Kv y los porcentajes de demanda máxima, media y mínima en el año 2021

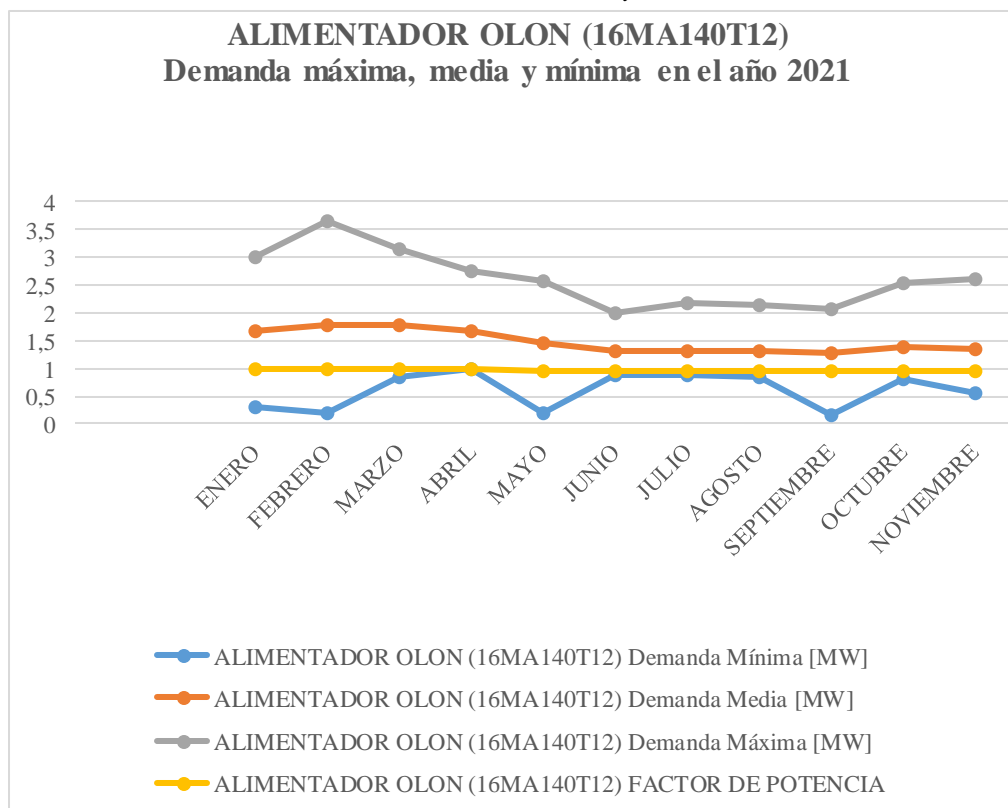
**Tabla 19.**  
Flujo de carga continuo, para el caso 13.8 Kv

Flujo de carga continuo, para el caso 13.8 Kv				
2021	Demanda Mínima [MW]	Demanda Media [MW]	Demanda Máxima [MW]	Factor de potencia
Enero	0.303	1.675	2.999	0.98
<b>Febrero</b>	<b>0.177</b>	<b>1.775</b>	<b>3.642</b>	<b>0.98</b>
Marzo	0.855	1.776	3.140	0.98
Abril	1.002	1.672	2.761	0.98
Mayo	0.207	1.438	2.566	0.96
Junio	0.869	1.299	2.003	0.95
Julio	0.869	1.311	2.158	0.96
Agosto	0.852	1.311	2.155	0.96
Septiembre	0.155	1.291	2.070	0.95
Octubre	0.822	1.365	2.531	0.96
Noviembre	0.544	1.335	2.619	0.96

Nota: Adaptado de Reconector ubicado puente de comuna Olón, realizado el 26 de diciembre 2021; provincia de Santa Elena. De Javier Rodríguez Villón

**Gráfico 3**

*Demanda máxima, media y mínima 2021*



Nota: Adaptado de alimentador Olón, que exhibe la demanda mínima en color azul, demanda media color rojo, demanda máxima color gris, también exhibe el factor de potencia con color amarillo, con lo que demuestro que mi propuesta es viable y factible, alimentador ubicado en provincia de Santa Elena. De Javier Rodríguez Villón

#### 4.3.4. Fórmula para cálculo de Conductor

Con la información recabada como referencia de la demanda máxima 3.642MW; realice los cálculos necesarios para determinar el calibre del conductor y de cada seccionamiento o protecciones del sistema; con la asistencia del sistema SCADA, realice la simulación, concluyendo que, para determinar el calibre del conductor en media tensión, es necesario aplicar el amperaje correcto aplique la tabla de capacidad de conductores de corriente de media tensión de acuerdo con el CONELEC. Fórmula para el cálculo de un conductor.

**Figura 19**

*Capacidad de conductores de corriente de media tensión de acuerdo al CONELEC*

ALTERNA	
MONOFÁSICA	TRIFÁSICA
$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos \phi}$

*V: Tensión en Voltios (V)*

*V<sub>L</sub>: Tensión de línea en Voltios (V)*

*I: Intensidad en Amperios (A)*

*P: Potencia en Vatios (W)*

*cos φ: factor de potencia.*

*Nota: Adaptado de Capacidad de conductores de corriente de media tensión de acuerdo con el CONELEC; De revista Área Tecnológica Calculo Sección de los Cables (Calculo Seccion de los Cables, 2010)*

En la tabla, se especifica el procedimiento para calcular la corriente en función al voltaje; tomando como referencia el tramo final del Alimentador Olón, con un rango que 3.92 % de caída de voltaje. Revelando que existe un porcentaje de caída de voltaje, de acuerdo con el estudio realizado en el alimentador Olón, concluyo que posee una distancia de 16 kilómetros el voltaje, al inicio del alimentador y esto influye en la caída y variación de voltaje, al último tramo es de 13.06 kV, no cumple con lo normado por el ARCONEL; para un óptimo funcionamiento, el voltaje real que llega a los usuarios por parte de la comercializadora es de 12.6 kV. muy bajo. La norma ARCONEL que un alimentador o circuito eléctrico es 10 kilómetros lineales tener un voltaje adecuado.

#### 4.3.5. Cálculos de calibre del conductor.

Para calcular la corriente en funcionamiento y el voltaje del tramo final con un rango que 3.92 % de caída de voltaje esto es depende de la distancia del alimentador tiene una distancia de 16 kilómetros por su difícil acceso se ha extendido, la norma es de 10 kilómetros lineales el transformador de distribución viene diseñado y para sectores rurales con el 5% de su corriente nominal para su funcionamiento.

**Datos para el cálculo de intensidad de corriente operativa**

$$I = 3642 / 1.73 * 13.800 * 0.9$$

$$I= 169,30 \text{ (A)}$$

La corriente en funcionamiento en operación es de 169,30 (A) se determina del análisis la compra del Conductor 4/0 soporta una tensión 180 (A) con característica que se propone es AAAC (Aluminio 6201 T81) cubierto con LLDPE (Polietileno lineal de baja densidad), el cual actúa de protección contra los elementos del clima (polvo, corrosión, lluvia, químicos atomizados, heces de aves, entre otros. (ELECTROCABLES C.A., 2018). Las características del conductor a utilizar se detallan en anexo 1.

**Figura 20.**

Simulación con el programa con cálculos eléctricos

← Cálculo de la corriente  $f(x)$  ⋮

Tipo de corriente:

- Continua
- Alterna monofásica
- Alterna bifásica
- Alterna trifásica

Entradas: Tensión / Potencia ▾

Tensión: 13.800 V ▾

Potencia: 3642 kW ▾

Cos  $\phi$ : ▾ 0.9

**CALCULAR**

169.3 kA

*Nota: Adaptado de Simulación con el programa con cálculos eléctricos; calculando la demandad máxima de Flujo de carga continuo, para el caso 13.8 Kv. De Cálculos eléctricos Store (Calculos electricos , 2022)*

#### **4.3.6. Protección sobre corriente para la línea de 13.8 kv alimentador Olón.**

El alimentador es radial y la energía fluye en una sola dirección, que es la fuente de la carga. Este tipo de alimentadores puede protegerse fácilmente utilizando relés, en toda la extensión del sistema.

#### **4.3.7. Protección del alimentador relé sobre corriente**

“Los relés de tiempo definido o relés de tiempo inverso, poseen la capacidad de proteger al sistema eléctrico. (Electronica facil, 2020); son graduados por operadores para brindar protección a los equipos eléctricos, nos ayuda a detectar las fallas de sobre

tensiones o eventos a lo largo de la red eléctrica de media tensión. El relé más utilizado es el relé de protección de respaldo del transformador, tiene las siguientes funciones y características:

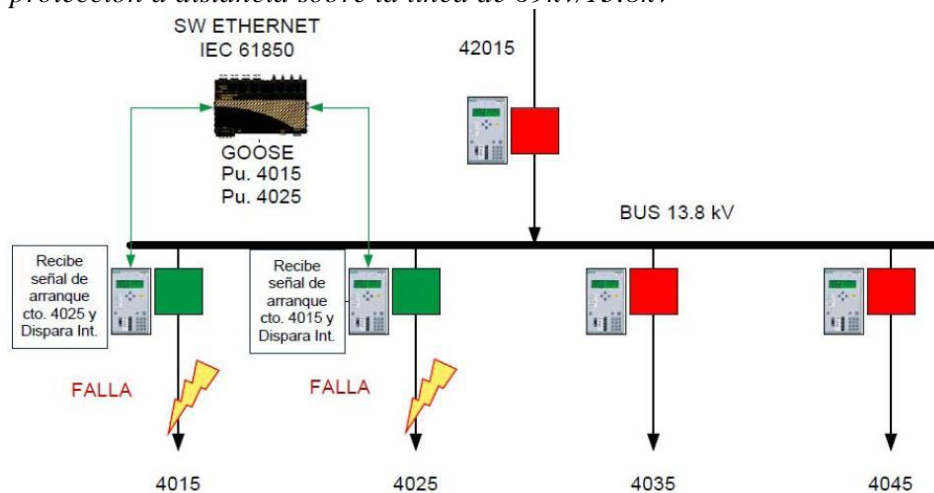
- Unidad de sobre corriente temporizada e instantánea (50, 50N)
- Unidad de protección (fase/neutro) (51,51V y 51/N)”. (Electronica facil, 2020)

#### 4.3.8. Relé de protección a distancia

Se utilizan diferentes tipos de relés para la protección de alimentadores, como relés de tipo electromagnético, relés de tipo estático y otros. Actualmente se utilizan relés numéricos para todas las protecciones (Rosales, 2013). Los beneficios de los relés numéricos son, Disparo preciso, Menos tolerancia, Eventos de falla y almacenamiento de contador Visualización de parámetros de falla en pantalla. (Parámetros de falla significa valores de corriente, voltaje, resistencia y reactancia durante la distancia de falla y falla, los relés numéricos pueden almacenar miles de eventos de disparo). Las entradas principales necesarias para la protección de la distancia son el voltaje y la corriente del PT y el CT del alimentador correspondiente. (Rosales, 2013)

**Figura 21.**

*Red de protección a distancia sobre la línea de 69kv/13.8kv*



*Nota: Adaptado de protecciones con Reled a distancia sobre la línea de 69kv/13.8kv; De Normas IEC 61850 y DNP3 en Automatización de Subestaciones. (Rosales, 2013)*

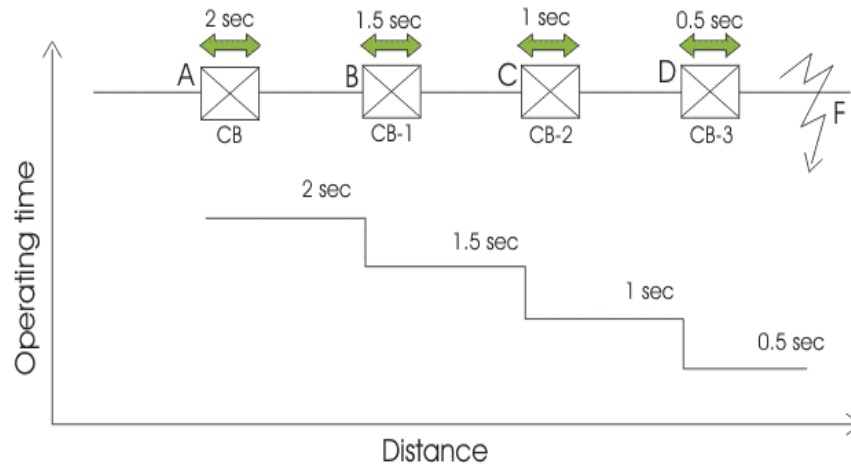
#### 4.3.9. Ventajas de la protección de la línea de tiempo definida

La ventaja de este esquema es la simplicidad. Otra ventaja que posee este relé es durante la falla, sólo el CB; que se encuentre cercano a la fuente de energía, desde el



punto de falla funcionará para aislar la posición específica de la línea. (Electronica facil, 2020)

**Figura 22.** Protección de línea de tiempo definido



*Nota: Adaptado de protecciones con línea de tiempo definido; De Electrónica fácil; Fuente: (Electronica facil, 2020)*

#### 4.3.10. Seccionadores y protecciones monopares en el circuito eléctrico del alimentador Olón.

Las características de seccionadores y protecciones monopares, a implementar en el sistema eléctrico del Alimentador Olón.

**El seccionador monopolar abierto:** es un elemento confiable, seguro y económico usado básicamente para el seccionamiento de líneas de distribución, aislamiento de equipos y alimentadores en circuitos de distribución normados por el MEER, las comercializadoras de electricidad, deben implementar este equipo como solución a la continuidad y mejorar la calidad de energía eléctrica. Por la corriente del seccionador monopolar es de 600 A.

**Contactos:** los contactos de alta presión son de material en bronce fundido tipo plata. La presión de contacto de acuerdo con las condiciones ambientales en acero inoxidable tipo "BELLE VILLE" (Seccionador Monopolar Tipo Cuchilla (WSFC), 2020)

**Cuchillas:** Son fabricadas en cobre electrolítico y montadas en paralelo en un conjunto reforzado por espaciadores distribuidos para resistir las más exigentes condiciones de operación. (Seccionador Monopolar Tipo Cuchilla (WSFC), 2020)

**Terminales:** fabricados en bronce, con recubrimiento de plata y cadmio para ser utilizados con conductores de aluminio o cobre de #6 AWG a 500 MCM. Los seccionadores tipo SE-1 son fabricados para 400 y 630 Amperios y para tensiones desde 15 kV hasta 44 kV. Normas: IEC 129 – NCT 2157. (Seccionador Monopolar Tipo Cuchilla (WSFC), 2020)

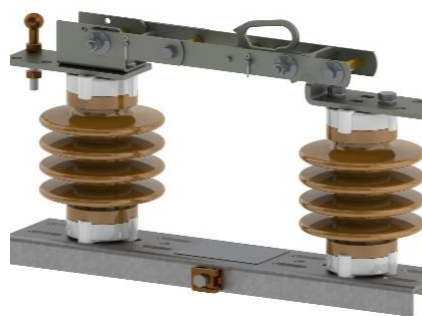
**Apertura de las cuchillas:** las cuchillas están provistas de un seguro que limita la apertura a 90° grados. (Seccionador Monopolar Tipo Cuchilla (WSFC), 2020)

**Seguro de enganche:** es un efectivo mecanismo asegura las cuchillas, en la posición de cerrado, evitando la apertura accidental por vibraciones o esfuerzos de cortocircuito.

**Aisladores:** fabricados de porcelana sólida procesada en húmedo provistos de alta resistencia mecánica y dieléctrica. (Seccionador Monopolar Tipo Cuchilla (WSFC), 2020)

**Bases:** fabricados y diseñados en la platina de hierro galvanizada en caliente. Los seccionadores se suministran con herrajes estándar para fijación a una cruceta. Bajo pedido se puede suministrar para montaje a (2) dos crucetas. (Seccionador Monopolar Tipo Cuchilla (WSFC), 2020)

**Figura 23.**  
Seccionador monopolar



*Nota: Adaptado de Seccionador monopolar con la finalidad de proteger, dar continuidad la línea y dar mantenimiento cada tramo de la línea; De Seccionador Monopolar Tipo Cuchilla (WSFC) (Seccionador Monopolar Tipo Cuchilla (WSFC), 2020)*

#### 4.3.11. Equipos reguladores de voltaje

Tienen la finalidad de evitar pérdidas de energía para redes extensa que sobre pasen sus límites de expansión lineal.

**Los reguladores de tensión:** reducen las pérdidas de energía de los cables largos y las redes extendidas. Se utilizan para integrar las energías renovables en la red. (Siemens High-voltage – Power transmission, 2022) este equipo regula el voltaje en un porcentaje del 100%.

### **Características**

Monofásico, trifásico, otra característica de alta tensión Potencia aparente (kVA) Mín.: 31,8 kVA (43,24 hp) Máx.: 4.000 kVA (5.438,48 hp). (Regulador de tensión de alta tensión)

- ❖ Alternativa económica a la ampliación de la red
- ❖ Se integran fácilmente en la estructura de la red existente
- ❖ Fácil instalación
- ❖ Amplio rango de regulación
- ❖ Modelos de regulación flexibles para un funcionamiento óptimo.

**Figura 24 .**  
*Regulador de voltaje*



*Nota: Adaptado de Regulador de voltaje se instala de acuerdo al 2% de caída de voltaje de su voltaje nominal de la línea trifásica. De revista Siemens High-voltage – Power transmission Regulador de tensión de alta tensión (Transmission)*

### **4.3.12. Protección seccionamientos reconectores**

“Sirven para Automatizar y proteger la operación de los sistemas eléctricos de distribución y protección de los conductores despegara fallas de armónicos en su circuito eléctrico la operación es accesible en el alimentador Olón, tenemos dos reconectores solo sirve para realizar maniobras de cortes la sugerencia es usar el los seccionamientos de transferencia este equipo esta enlazado con fibra óptica y puede ser auto

controlado en el sistema SCADA con el departamento de centro de control con el monitoreo de la subestación, cuenta con aislamiento de estado sólido (Resina Epóxica), el gabinete posee un control digital basado en microprocesador que proporciona facilidad de implementar esquemas de coordinación y aislamiento de fallas, así como funciones de operación remota”. (ATA ELECTRIC, 2019)

### **Características**

- ❖ “Cuenta con 6 sensores de tensión (CVT) y 3 transformadores de corriente (TC) incluidos dentro del tanque.
- ❖ Soporte técnico especializado con ATA Electric y consultas a fábrica con bajos tiempos de respuesta.
- ❖ Corriente nominal: 600A / 800A
- ❖ Corriente de cortocircuito: 16kA para 38kV, 27kV y 15kV.
- ❖ Tiempos de operación Apertura / Cierre < 40 ms
- ❖ Certificado de producto basado en IEC 62271-111 + IEEE C37.60, certificado RETIE y de producto avalado a nivel internacional (ONAC, IAF, IAAC)” (ATA ELECTRIC, 2019)

**Figura 25.**  
*Manual de estructura Reconector*



*Nota: Adaptado de Manual de estructura Reconector; De Las unidades de propiedad Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011)*

### **4.3.13. Beneficios de la repotenciación en Alimentador Olón**

Expongo que la repotenciación del alimentador Olón, es una propuesta viable y factible, de acuerdo con el análisis del flujo de carga, que se ha realizado en el año

2021, señalando que este trabajo brindara los siguientes beneficios al sistema del alimentador Olón.

**Regulación del sistema:** La implementación del Sistema SCADA en el Alimentador Olón, permite regular de la línea trifásica, concediendo una operación óptima del sistema, por lo que se obtendrá mejores oportunidades para que pueda crecer en el sistema de distribución. (Programación de Largo Plazo S.N.I. año estacional 2008-2009).

**Pérdidas:** las pérdidas y caída de voltaje en el Alimentador Olón, disminuirán considerablemente con la reconversión del voltaje, las pérdidas nodales de corriente en el conductor disminuirán, en el sistema de distribución del Alimentador en estudio.

**Aumento de potencia:** el voltaje de operación (13.8 kV), en el alimentador Olón, posee el valor de corriente nominal mayor, al que actualmente opera 66 kV, la capacidad de transporte de energía mejorara con el calibre del conductor.

#### **4.3.14. Ejecución de trabajos en el alimentador Olón**

Los trabajos que se realizarán en el alimentador Olón, con la finalidad de ejecutar la repotenciación de los ramales del Alimentador Olón, se realizara con personal calificado con licencia de prevención de riesgo eléctrico o grupo de trabajo.

1.- Se realizará el plan de mejoramiento, licencia ambiental, estudios de factibilidad y fichas desconexión, que deben ser otorgados por la comercializadora con antelación y demás entidades.

2.- Los trabajos se ejecutarán en etapas, debido a la extensión de territorio, hasta cumplir con la necesidad esto afectará a la sociedad de la comuna Olón, sin embargo, se activará el plan de contingencia de atención a la sociedad por los daños ocasionados al ecosistema y sociedad.

3.- Los trabajos se coordinarán con los operadores de la Subestación Manglaralto, lugar donde se guardarán y almacenarán los materiales a utilizar en la repotenciación del alimentador Olón.

4.- Los materiales a utilizar en la repotenciación del Alimentador Olón son Conductor de Aluminio 4/0 AAAC; mismo que se cambiará en su totalidad, reubicación de postes que se encuentran en terrenos privados, estructuras de media tensión, tensores, seccionadores, reubicación de transformadores.

5.- La obra se realizará en un tiempo estimado de 2 meses, a partir de la entrega de los materiales para la ejecución.

#### **4.3.15. Trabajos a realizar por los grupos de trabajo**

1. Tendido regulado de conductor
2. Replanteo de los puntos de ubicación de los postes.
3. Desbroce y limpieza de la franja de servidumbre.
4. Carga, transporte y descarga de postes.
5. Izado de postes, incluyendo la excavación, relleno y compactación.
6. Hormigonado de postes con hormigón ciclópeo en caso de ser necesario.
7. Montaje de tensores que incluye excavación, relleno y compactación para anclajes.
8. Armado de estructuras tipo.
9. Montaje de transformadores
10. Tendido y regulado de conductores.
11. Instalación de puestas a tierra
12. Instalación de amortiguadores de vibración.
13. Montaje de luminarias
14. Instalación de acometidas y medidores
15. Instalación de cajas de distribución antifraude.
16. Pruebas y energización.

#### **4.4. Presupuesto del proyecto**

Me permite considerar el costo de los materiales a implementar y utilizar, con mano de obra para instalación en la repotenciación del Alimentador Olón, con valores que se manejan en almacenes distribuidores de materiales eléctricos.

**Tabla 20.**  
*Presupuesto*

REPOTENCIACIÓN DE REDES DE MEDIA TENSIÓN ALIMENTADOR OLON					
Unidad de Negocio:	SANTA ELENA	KM DE RED			16
SUBESTACION	MANGLARALTO				
ALIMENTADOR:	OLON				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNI.	CANT.	P.U.	SUBTOTAL
1					
1.67	Seccionador tipo abierto, clase 27 kV, 100 A, con dispositivo rompearco		140	156,23	21872,20
1.69	Pararrayo clase distribución polimérico, óxido metálico 10kV, con desconectador		1	46,66	46,66
1.99	Tirafusible cabeza removible, tipo K, 65A		140	5,04	705,60
1.111	Metro Cable dúplex de AL, ASC, neutro desnudo, cableado 600V, PE 2X6 AWG, 7 hilos		200	0,81	162,00
1.131	Metro Cable de Cu. Cableado 600V, THHN, 2 /0 AWG, 7 Hilos		162	9,86	1597,32
1.158	Metro Cable de Al desnudo Tipo ACAR, calibre Nro. 2/0 AWG		2000	1,05	2100,00
1.160	Metro Cable de Al desnudo Tipo ACAR, calibre Nro. 4/0 AWG		48000	1,73	83040,00
1.161	Metro Conductor desnudo sólido de Al, para ataduras, No. 4 AWG		3186	0,78	2485,08
1.165	Metro Cable de Cu, desnudo, cableado suave, 2 AWG, 19 hilos		407	3,52	1432,64
1.172	Metro Cable de cobre aislado 3x14 AWG, 600V		672	1,62	1088,64
1.174	Metro Conductor de Cu, aislado PVC 600V, Tipo THHN, No. 4 AWG, 7 hilos		122	2,51	306,22
1.187	Metro Conductor preensamblado de Al 2 x 70 + 1 x 50 mm <sup>2</sup> (Similar a: 2 x 2/0 + 1 x 1/0 AWG)		1236	4,32	5339,52
1.221	Aislador tipo rollo, de porcelana, clase ANSI 53-2, 0,25 Kv		510	0,82	418,20
1.222	Aislador de retenida, de porcelana, clase ANSI 54-2		192	3,19	612,48
1.224	Aislador tipo espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV		1128	12,23	13795,44
1.231	Aislador tipo suspensión, polímero ANSI DS - 28 (550 mm)		420	16,83	7068,60
1.232	<b>HERRAJES GALVANIZADOS</b>				
1.235	Bastidor (rack) de acero galvanizado, 1 vía, 38 x 4 mm (1 1/2 x 11/64") con Base		450	2,39	1075,50
1.237	Bastidor (rack) de acero galvanizado, 3 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 11/64")		20	10,19	203,80
1.242	<b>PUESTA A TIERRA</b>				
1.244	Varilla para puesta a tierra tipo cooperweld, 16 mm (5/8") de diám. x 1800 mm (71") de long., de alta camada		27	10,43	281,61
1.247	Soldadura exotérmica 250 gramos		27	11,83	319,41

ACCESORIOS PARA REDES				
PRENSAMBLADAS				
1.248	Tensor mecánico con perno de ojo, perno con grillete y tuerca de seguridad	40	4,99	199,60
1.253	Protector de punta de cable, para red Preensablada, forma cilíndrica	114	0,58	66,12
1.258	Retención preformada para conductor de Al. No. 1/0 AWG	30	3,13	93,90
1.262	Retención preformada para cable de acero galvanizado de 9,51 mm (3/8") de diám.	603	5,57	3358,71
1.267	PINZA TERMOPLASTICA, SUSPENSION PARA NEUTRO PORTANTE RANGO 35 a 95 mm <sup>2</sup> (2- 4/0 AWG)	45	2,5	112,50
1.277	CINTA DE ARMAR DE ALEACIÓN DE Al, 1,27 MM (3/64") DE ESP. X 7,62 MM (5/16") DE ANCHO	2928	1,18	3455,04
1.277	MENSULA DE ACERO GALVANIZADO, SUSPENSION PARA POSTE (Tipo ojal espiralado abierto)	45	4,48	201,60
PRECINTOS PVC				
1.284	Precinto plástico de 7 mm de ancho x 1,8 mm de esp. x 350 mm de long.	485	0,19	92,15
EMPALMES Y AMORTIGUADORES				
1.290	EMPALME TUBULAR PREAISLADO P/COMPRESION P/CABLE CU/AL DE SECCION 50MM <sup>2</sup>	329	6,54	2151,66
1.300	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	251	1,5	376,50
1.302	Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	4	13,78	55,12
1.303	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado con rosca de plomo, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., para aislador 56-1 con accesorios de sujeción	1	14,78	14,78
1.304	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, con rosca de plomo de 50mm, 19x305mm (3/4" x12") para aislador 56-1	1122	4,38	4914,36
1.305	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	258	4,23	1091,34
1.306	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	820	1,5	1230,00
1.307	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. X 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	231	4,83	1115,73
1.309	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	225	5,58	1255,50
1.312	Brazo de acero galvanizado, tubular, para tensor farol, 51 mm (2") de diám. x 1500 mm (59") de long., con accesorios de fijación	27	26,28	709,56
1.313	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de Long. (Eslabón "U" para sujeción)	411	7,02	2885,22



1.318	Grapa terminal apernada tipo pistola, de aleación de Al, 6 - 4/0 Conductor ACSR	420	10,77	4523,40
1.319	Grapa terminal apernada tipo pistola, de aleación de Al 6 - 3/0 Conductor ACSR	40	9,49	379,60
1.323	<b>CONECTORES</b>			
1.325	Conector dentado simple, principal 10 a 95 mm <sup>2</sup> (6 - 3/0 AWG), derivado a 1,5 - 10 mm <sup>2</sup> (16-6AWG)	192	2,54	487,68
1.326	Conector dentado estanco, doble cuerpo, de 35 a 150 mm <sup>2</sup> (2 AWG - 300 MCM) conductor principal y derivado	108	8,31	897,48
1.327	Conector dentado estanco de 25 a 95 mm <sup>2</sup> (3 - 4/0 AWG) cond. principal y derivado	27	3,5	94,50
1.334	<b>ABRAZADERAS</b>			
1.336	Abrazadera de acero galvanizado, pletina (3 pernos, 38 x 6 x 160 reforzada para montaje de transformador	54	7,51	405,54
1.338	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	243	6,47	1572,21
1.339	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/4 x 6 1/2 - 7 1/2")	659	6,62	4362,58
1.340	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	90	7,3	657,00
1.342	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	34	7,7	261,80
1.343	<b>CRUCETAS</b>			
1.347	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2400 mm (2 61/64 x 261/64 x 1/4")	484	74,13	35878,92
1.350	Pie de amigo de acero, perfil "L" de 38x38x6x700mm	672	5,71	3837,12
1.352	Pie de amigo de acero galvanizado, perfil "L" de 38x38x6x1800mm	148	14,72	2178,56
1.354	<b>POSTES</b>			
1.357	Poste circular de hormigón armado de 12 m, 500 kg	394	274,87	108298,78
1.365	Poste circular de plástico reforzado con fibra de vidrio, 12 m, 500 kg	5	596,56	2982,80
1.371	<b>CABLES Y ASESORIOS PARA TENSORES</b>			
1.372	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,51 mm (3/8"), 3155 kg	2916	0,9	2624,40
1.375	Guardacabo de acero galvanizado, para cable de acero 9,51mm (3/8")	204	0,91	185,64
1.377	Varilla de ancla de acero galvanizada, tuerca y arandela 16x1800 mm (5/8"x71")	188	10,04	1887,52
1.378	<b>ANCLAJES PARA TENSOR</b>			
1.379	BLOQUE DE HORMIGON PARA ANCLA, CON AGUJERO DE 20MM, diámetro de la base 400mm, altura de la parte cilíndrica 100mm, altura de la parte tronco cónica 100mm, diámetro de la base superior 150mm	188	8,55	1607,40

SUBTOTAL MATERIALES	\$ 340.453,24
SUBTOTAL TRANSPORTE	\$ 28.136,08
SUBTOTAL MANO DE OBRA	\$ 486.735,11
<hr/>	
TOTAL	<b>\$ 855.324,43</b>

*Nota: Adaptado de presupuesto total de la obra civil y eléctrica a ejecutar en la repotenciación del Alimentador Olón; provincia de Santa Elena. De Javier Rodríguez Villón*

## Conclusiones

- ✓ Con el estudio que realizo, he llegado a determinar la demanda máxima, media y mínima del Alimentador Olón, en las diferentes comunidades que forman parte de sus ramales.
  
- ✓ Se establece que el estado actual de las líneas de media tensión postes y estructuras se encuentran en mal estado y son obsoletas en la troncal del alimentador Olón.
  
- ✓ Existe variación y caída de voltaje conductor por el mal estado del conductor, que no permiten el óptimo funcionamiento del sistema.
  
- ✓ Se determina con la información obtenida que existen altos índices de desconexión, pérdidas de energía, ocasionando perjuicio a la comercializadora de energía y a los usuarios del alimentador Olón.

## Recomendaciones

- ✓ Se recomienda que se realice la repotenciación del Alimentador Olón, con la finalidad de regular y mantener el equilibrio de la demanda máxima, media y mínima en el Alimentador en estudio.
- ✓ La troncal del Alimentador Olón debe ser reubicada en su totalidad, y la demografía de las poblaciones ponen en riesgo a la sociedad
- ✓ El mal estado del conductor existente en Alimentador Olón debe ser cambiado en su totalidad incluyendo postes y estructuras por cuanto han cumplido su vida útil.
- ✓ Se recomienda con la finalidad de evitar desconexiones innecesarias se deben implementar reconectores par transferencia de carga eléctrica, y vinculados al sistema SCADA, para su automatización y óptimo funcionamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (13 de 04 de 2018). *RESOLUCIÓN Nro. ARCONEL-018/18*. Recuperado el 29 de 21 de 2021, de Franjas de servidumbre en líneas del servicio de energía eléctrica y distancias de seguridad entre las redes eléctricas y edificaciones: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/018-18-Proyecto-de-Regulacion-Franjas-de-Servidumbre-en-lineas-del-servicio-de-energia-electrica-y-distancias-de-seguridad-entre-las-redes-electricas-y-edificaciones.pdf>
- Agencia de Regulación y Control de Electricidad ARCONEL. (19 de 12 de 2018). *Resolución Nro. ARCONEL-053/18*. Recuperado de Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/053-18-Proyect-Regulac-Sustitutiva-a-Reg-N-CONELEC-004-01-Calidad-del-servicio-de-dist-y-comercializaci%C2%A6n-de-EE.pdf>
- Antunez, S. (09 de 04 de 2017). *Transformador que convierte un sistema monofásico a trifásico*. Recuperado de Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica: <https://www.sectorelectricidad.com/17945/transformador-que-convierte-un-sistema-monofasico-a-trifasico/>
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitucion de la Republica del Ecuador 2008*. Quito, Ecuador: Lexis. Recuperado el 20 de 02 de 2021, de [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Asamblea Nacional. (16 de 01 de 2015). *Ley orgánica del servicio público de energía eléctrica*. Recuperado de Ley orgánica del servicio público de energía eléctrica: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/11/Ley-Org%C3%A1nica-del-Servicio-P%C3%ABlico-de-Energ%C3%ADa-El%C3%A9ctrica.pdf>
- Asamblea Nacional . (16 de 08 de 2016). *Reglamento a ley organica del servicio publico de energia electrica*. Recuperado de Decreto Ejecutivo 856: <http://www.eeq.com.ec:8080/documents/10180/24600913/REGLAMENTO+A+LA+LEY+ORG%C3%81NICA+DEL+SERVICIO+P%C3%9ABLICO+D>

E+ENERG%C3%8DA+EL%C3%89CTRICA/d3f53b87-ac86-4fca-90fc-93f4fdd6534a

- ATA ELECTRIC. (2019). *Reconector CHARDON GROUP*. Obtenido de [https://irp.cdn-website.com/9f80eacf/files/uploaded/Ficha\\_Tecnica\\_Reconector\\_Chardon.pdf](https://irp.cdn-website.com/9f80eacf/files/uploaded/Ficha_Tecnica_Reconector_Chardon.pdf)
- Benitez , A. (04 de 05 de 2021). *Tipos de cables eléctricos y sus características*. Recuperado de Tipos de cables eléctricos y sus características: <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/tipos-de-cables-electricos/>
- Calculo Seccion de los Cables . (2010). *Area ecnologica*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/secciones-de-cables.html>
- CONELEC . (23 de 05 de 2001). *Regulacion No. CONELEC – 004/01*. Recuperado de Calidad del servicio electrico de distribucion: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/CONELEC-CalidadDeServicio.pdf>
- Consejo Nacional de Electricidad CONELEC. (12 de 2015). *Calidad del servicio electrico de distribucion*. Recuperado de Regulacion No. CONELEC – 004/01: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/CONELEC-CalidadDeServicio.pdf>
- Diaz, J., García, L., & González Vargas, A. (18 de 07 de 2015). Manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en la fundación valle del lili. *Revista Ingeniería Biomédica*, 81-87. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-97622015000200021&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-97622015000200021&script=sci_abstract&tlng=es)
- Echeverría, J. (09 de 03 de 2016). *Modelo metodológico para puesta en marcha de subestaciones de energía eléctrica a 34.5 kV*. Recuperado de Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica (GISEL): <http://subestacionespuestaenmarcha.blogspot.com/>
- ELECTROCABLES C.A. (2018). *Electrocables C.A.* Recuperado de <https://www.electrocable.com/index.php/es/categorias-productos/infraestructura/aluminio/aaac-6201-t81.html>
- Electronica facil. (01 de 02 de 2020). *Electronca facil*. Recuperado de <https://www.electronicafacil.top/esquema-proteccion/proteccion-de-las-lineas-o-del-alimentador/>

- Electrotec . (2019). *Transformadores trifasicos*. Recuperado de Transformadores trifasicos: <https://electrotec.pe/blog/TiposDeConexionTransformadores>
- Grainger, J. J., & Stevenson, W. D. (1996). *Analisis de sistema de potencia*. Mexico: McGraw-HILL. Recuperado de [https://www.academia.edu/7276069/An%C3%A1lisis\\_de\\_Sistemas\\_de\\_Potencia\\_John\\_J\\_Grainger\\_William\\_D\\_Stevenson](https://www.academia.edu/7276069/An%C3%A1lisis_de_Sistemas_de_Potencia_John_J_Grainger_William_D_Stevenson)
- Hernández Martín, Z. (2012) *Métodos de análisis de datos*. (pág. 176). Universidad de La Rioja. España: publicaciones.unirioja.es. Recuperado de [https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD\\_710/Lib489791.pdf](https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD_710/Lib489791.pdf)
- Inael Electrical Systems. (24 de 11 de 2021). *Pararrayos distribución*. Recuperado de <https://www.inael.com/producto/pararrayos-distribucion/>
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2016). *Resolución No. C.D. 513*. Recuperado de Resolución No. C.D. 513: [https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma\\_interactiva/IESS\\_Normativa.pdf](https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf)
- Maya, E. (2014). Métodos y técnicas de investigacion. En E. Maya, *Métodos y técnicas de investigacion* (pág. 90). Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 05 de 01 de 2022, de [http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2418/metodos\\_y\\_tecnicas.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2418/metodos_y_tecnicas.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (03 de 06 de 2011). *Marco teórico para la homologación de las unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución eléctrica*. Recuperado de Las unidades de propiedad: [https://www.unidadespropiedad.com/pdf/2d/Secc1-Hom\\_UP/S1\\_MT\\_HUP.pdf](https://www.unidadespropiedad.com/pdf/2d/Secc1-Hom_UP/S1_MT_HUP.pdf)
- Ministerio de Trabajo de España. (09 de 03 de 1971). *Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Recuperado de Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1971-380>
- Morales, A. (2012). *Software GIS gratuito de ESRI*. Recuperado de MappingGIS: <https://mappinggis.com/2013/10/software-gis-gratuito-esri/>
- Rosales, I. E. (22 de 07 de 2013). Esquemas de protección y control para subestaciones eléctricas.
- Ruelas Gómez, R. (14 de 02 de 2014). *Sistema puesta tierra calculo y diseño*. doi:081223

- Rus Arias, E. (05 de 12 de 2020). *Tipos de investigación*. Recuperado de Tipos de investigación: <https://economipedia.com/definiciones/tipos-de-investigacion.html>
- Sanjinés Tudela, G. N. (2011). Análisis y pronóstico de la demanda de potencia eléctrica en Bolivia: una aplicación de redes neuronales. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, 2.
- Seccionador Monopolar Tipo Cuchilla (WSFC). (14 de 09 de 2020). Seccionador Monopolar Tipo Cuchilla (WSFC). Recuperado de [https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Generaci%C3%B3n%252CTransmisi%C3%B3n-y-Distribuci%C3%B3n/Seccionador/Seccionador-Monopolar-Tipo-Cuchilla-\(GB\)/Secc](https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Generaci%C3%B3n%252CTransmisi%C3%B3n-y-Distribuci%C3%B3n/Seccionador/Seccionador-Monopolar-Tipo-Cuchilla-(GB)/Secc)
- Seguridad eléctrica: (15 de 06 de 2021). Aspectos que debes conocer sobre la normatividad en Colombia. *5 reglas de Oro de la seguridad Eléctrica*. Recuperado de 5 reglas de Oro de la seguridad Eléctrica: <https://www.kpnafety.com/reglas-de-oro-seguridad-electrica/>
- Siemens High-voltage – Power transmission. (2022). *Regulador de tensión de alta tensión*. Recuperado de <https://www.directindustry.es/prod/siemens-high-voltage-power-transmission/product-32878-723927.html>
- Transformadores CH. (2019). *Tipos de transformadores de distribución*. Recuperado de <https://www.transformadores.cl/blog/tipos-transformador-distribucion/>
- transmission, S. H.-v.-P. (s.f.). *Siemens High-voltage – Power transmission*. Recuperado de <https://www.directindustry.es/prod/siemens-high-voltage-power-transmission/product-32878-723927.html>
- Velasquez Molina, S. J. (2016). Valoración de la confiabilidad del sistema eléctrico en plantas industriales en operación. *Electro industria*. Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2804&ni=valoracion-de-la-confiabilidad-del-sistema-electrico-en-plantas-industriales-en-operacion#:~:text=Un%20sistema%20el%C3%A9ctrico%20de%20potencia,de%20alimentar%20los%20centros%20de>
- Villarreal, J. (2022). *Diagrama unifilar de subestacion electrica*. Recuperado de BIBLIOCAD: [https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/diagrama-unifilar-subestacion-500kva\\_23812/](https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/diagrama-unifilar-subestacion-500kva_23812/)
- Zamora, A. (11 de 11 de 2011). *Conexion transformadores*. Recuperado el 25 de 12 de 2021, de Conexion transformadores.-Normativa



CORPOELEC\_ENELBAR:

<http://albazamora.blogspot.com/2011/11/conexion-transformadores.html>

# **Anexos**

## Anexo 1

### CONDUCTORES DE ALUMINIO

### AAAC 6201-TB1



Conductor desnudo de aleación de aluminio AA (6201-TB1).

### CONSTRUCCIÓN

Los conductores de aleación aluminio desnudo tipo AAAC 6201-TB1 son cableados concéntricamente y son contruidos con alambres de esta aleación. Su forma de embalaje son carretes en longitudes de acuerdo a las necesidades del cliente.

### APLICACIONES

Los conductores de aleación de aluminio desnudo del tipo AAAC (Aluminum Alloy Conductor) 6201-TB1 trenzados clases AA y A son utilizados para líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica, cuando por razones de diseño de la línea, se necesita un esfuerzo de tensión elevado y una elevada relación esfuerzo mecánico-peso para la optimización de las flechas en vanos largos. Estos conductores son especialmente útiles para instalaciones en zonas costeras o de alta corrosión ambiental, donde los ACSR no pueden ser utilizados.

### ESPECIFICACIONES

Los conductores de aleación de aluminio desnudo AAAC 6201-TB1 fabricados por ELECTROCABLES C.A., cumplen con las siguientes especificaciones y normas:

- › **ASTM B398:** Alambres de aleación de aluminio, 6201-TB1 para propósitos eléctricos.
- › **ASTM B399:** Conductores trenzados de aleación aluminio tipo 6201-TB1 en capas concéntricas.
- › **NTE INEN 2 172:** Conductores de aluminio cableado concéntrico, aleación 6201-TB1.

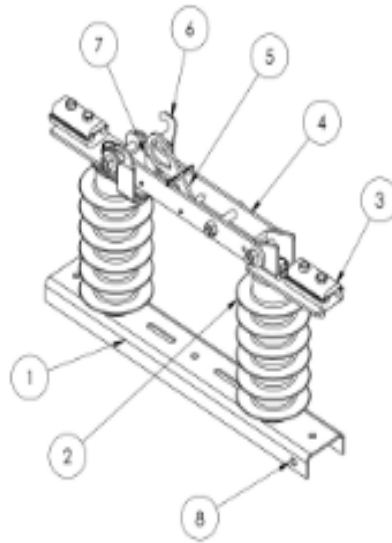
Anexo 1 Característica del conductor  
Fuente: (ELECTROCABLES C.A., 2018)

## Anexo 2

<b>TABLA DE AMPACIDAD PARA CABLE DE COBRE Y ALUMINIO (AWG/MCM)</b>						
AMPACIDAD DE THW, THHN- THWN,XHHW A UNA TEMPERATURA DE 75 C.			NÚMERO MÁXIMO DE 3 ALAMBRES EN UNA TUBERÍA METÁLICA		CAÍDA DE VOLTAJE POR CADA 100 PIES DE CABLE DE COBRE A UN 80% P.F	
			DIÁMETRO DE LA TUBERÍA METÁLICA			
CALIBRE DEL CABLE (AWG/MCM)	COBRE	ALUMINIO	THW (PULGADAS)	THHN- THWN,XHHW (PULGADAS)	CIRCUITO MONOFÁSICO (VOLTS/AMP)	CIRCUITO TRIFÁSICO (VOLTS/AMP)
14 AWG	20 A	-	1/2	1/2	0.4762	0.4167
12 AWG	25 A	20 A	1/2	1/2	0.3125	0.2632
10 AWG	35 A	30 A	1/2	1/2	0.1961	0.1677
8 AWG	50 A	40 A	3/4	1/2	0.1250	0.1087
6 AWG	65 A	50 A	1	3/4	0.0833	0.0714
4 AWG	85 A	65 A	1	1	0.0538	0.0463
2 AWG	115 A	90 A	1 1/4	1	0.0370	0.0323
1/0 AWG	150 A	120 A	1 1/2	1 1/4	0.0269	0.0231
2/0 AWG	175 A	135 A	1 1/2	1 1/2	0.0222	0.0196
3/0 AWG	200 A	155 A	2	1 1/2	0.0190	0.0163
4/0 AWG	230 A	180 A	2	2	0.0161	0.0139
250 MCM	255 A	205 A	2 1/2	2	0.0147	0.0128
300 MCM	285 A	230 A	2 1/2	2	0.0131	0.0114
350 MCM	310 A	250 A	2 1/2	2 1/2	0.0121	0.0106
400 MCM	335 A	270 A	3	2 1/2	0.0115	0.0091
500 MCM	380 A	310 A	3	3	0.0101	0.0088
600 MCM	420 A	340 A	3	3	0.0094	0.0082
700 MCM	460 A	375 A	3 1/2	3	0.0089	0.0077

Tabla 21 Ampacidad para conductor de cobre y aluminio AWG, MCM  
Fuente: (ELECTROCABLES C.A., 2018)

### Anexo 3



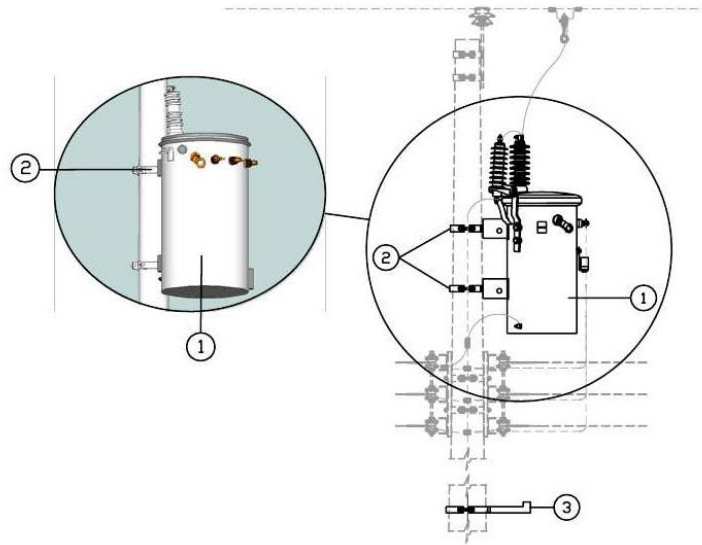
No.	Pieza	Material
1	Base	Acero Inoxidable AISI 304
2	Aislador	Silicona polimérica HTV
3	Prensacable	Bimetálicos
4	Barras de contacto	Cobre electrolítico con recubrimiento en plata
5	Conjunto enganche (Lámina)	Acero Inoxidable
6	Loadbuster	Acero inoxidable
7	Conjunto enganche (Gatillo)	Acero Inoxidable
8	Puesta a tierra	-----

### Especificaciones

Voltaje nominal (kV)	BIL (kV)	Distancia de fuga (mm)	Corriente nominal (A)	Corriente de corta duración	Frecuencia (Hz)	Peso (kg)
15	110	420	600	15kA por 1s	50-60	5.7
27	200	845	600	25kA por 1s	50-60	9.5
36	200	845	600	25kA por 1s	50-60	12.3

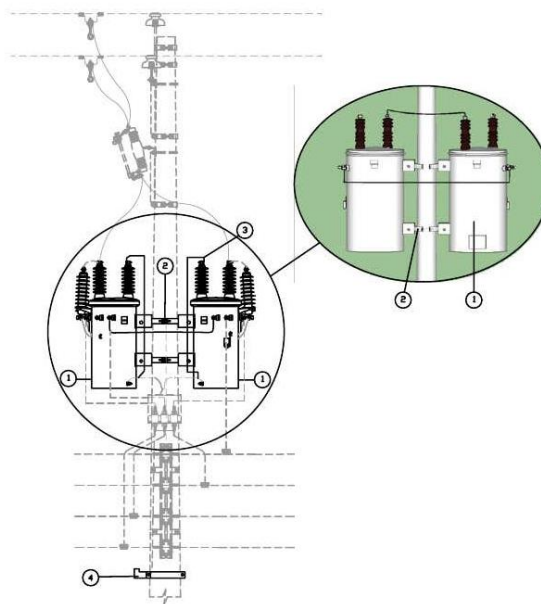
Anexo 2 Partes y Características de seccionador monopolar  
Fuente: (ATA ELECTRIC, 2019)

## Anexo 4



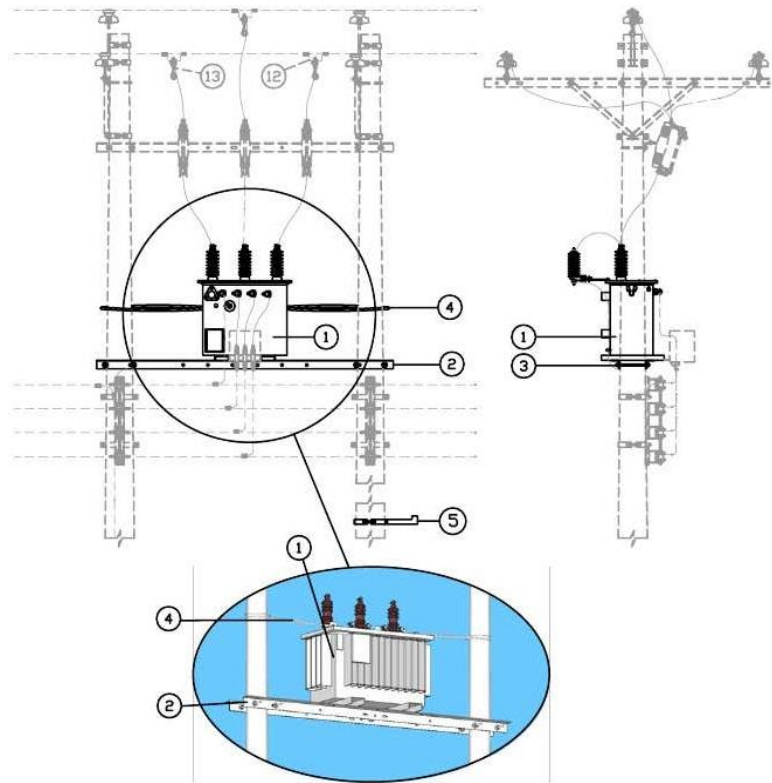
Anexo 3 Manual de estructura izado de transformador monofásico en poste  
Fuente: (Zamora, 2011)

## Anexo 5



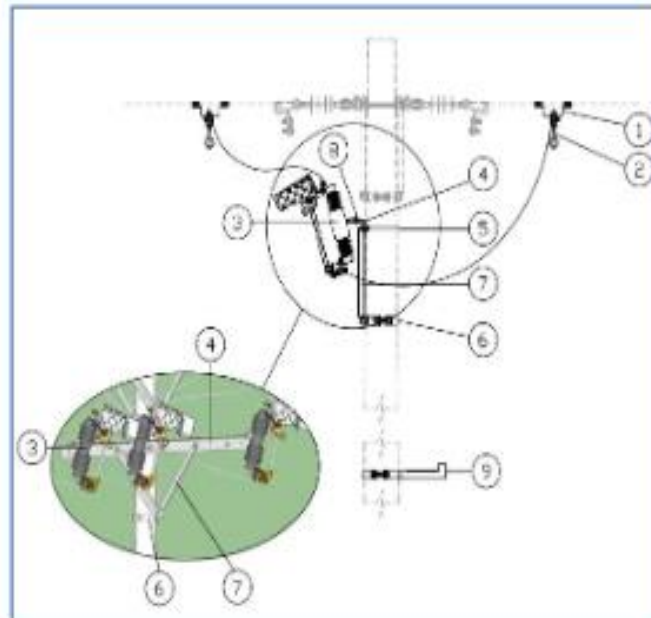
Anexo 4 Manual de estructura izado de banco transformador delta abierto en poste  
Fuente: (Zamora, 2011)

## Anexo 6



Anexo 5 Manual de estructura izado de transformador trifásico en poste  
Fuente: (Zamora, 2011)

## Anexo 7



Anexo 6 Manual de estructura montaje de seccionadores en poste  
Fuente: (Zamora, 2011)

## Anexo 8



Anexo 7 Transformador de potencia de 69kv S/E Manglaralto  
Fuente: El Autor.

## Anexo 9



Anexo 8 Línea subtransmisión de 69 kv sistema internacional nacional  
Fuente: El Autor.



## Anexo 10



Anexo 9 Tablero de Alimentadores de la subestación Manglaralto  
Fuente: El Autor.

## Anexo 11



Anexo 10 Seccionadores monopolar de salida NC del alimentador Olón  
Fuente: El Autor.

## Anexo 12



Anexo 11 Estructura 3SA trifásica para Angulo  
Fuente: El Autor.

## Anexo 13



Anexo 12 Bypass transferencia "CTG" NC del alimentador Olón y Manglaralto  
Fuente: El Autor.

## Anexo 14



Anexo 13 Líneas aéreas de la población Manglaralto  
Fuente: El Autor.

## Anexo 15



Anexo 14 Líneas aéreas de la población Manglaralto  
Fuente: El Autor.

### Anexo 16



Anexo 15 Reconector de corte "Tía de montaña" NC alimentador Olón  
Fuente: El Autor.

### Anexo 17



Anexo 16 Equipo de compensación banco de capacitor del alimentador Olón  
Fuente: El Autor.



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

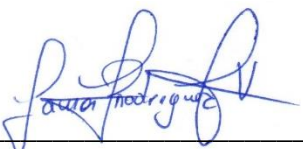
## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Rodriguez Villon, Javier Rinaldy** con C.C: # 0923695738 autor del Trabajo de Titulación: **Repotenciación de línea trifásica aérea en el alimentador Olón, provincia Santa Elena, para incremento de carga eléctrica de la comuna Olón** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO- MECÁNICA** 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, 8 de marzo del 2022

f. 

Nombre: Rodriguez Villon, Javier Rinaldy

C.C: 0923695738



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Repotenciación de línea trifásica aérea en el alimentador Olón, provincia Santa Elena, para incremento de carga eléctrica de la comuna Olón		
<b>AUTOR(ES)</b>	Rodriguez Villon, Javier Rinaldy		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	M. Sc. Palacios Meléndez, Edwin F.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Eléctrico-Mecánica		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Eléctrico-Mecánica		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	8 de marzo del 2022	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	74
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Sistemas de Distribución Eléctrica		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Desconexión, demanda, demografía, suministro, Subestación, trifásica, alimentador.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo investigativo posee la finalidad de ofrecer como solución a continuos problemas de desconexión inesperada a las comunidades de Montañita, Curia, San José, La Entrada, La Rinconada y en especial a la Comuna Olón, sectores ubicados en la Ruta del Spondylus. Actualmente existe incremento de la demanda a causa de la demografía del sector, la subestación Olón, fue creada para abastecer a un número determinado de usuarios, al pasar los años, la población creció y por ende el servicio, de suministros se incrementó, sobrecargando al sistema de la mencionada Subestación. Con el trabajo de campo se desarrolla la propuesta de repotenciación de línea trifásica aérea en el alimentador Olón, con sus diversos ramales, proponiendo ajustar y repotenciar los ramales del alimentador Olón, para abastecer del suministro eléctrico a los habitantes de este sector, contribuyendo al desarrollo de la sociedad con un servicio de calidad, eficaz y eficiente.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593981447512	<b>E-mail:</b> javier.rodriguez03@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Palacios Meléndez, Edwin Fernando		
	<b>Teléfono:</b> +593-9-67608298		
	<b>E-mail:</b> edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			