

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

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

TEMA:

Análisis técnico y repotenciación de redes trifásicas aéreas en ambiente salino del alimentador Carolina de la Provincia de Santa Elena para el mejoramiento de la continuidad y calidad del servicio eléctrico.

AUTOR

Ramírez Avelino Michael Darío

**Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de
INGENIERO ELÉCTRICIDAD**

TUTOR

Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, Ph.D.

Guayaquil – Ecuador

15 de agosto del 2024.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

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

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por
Ramírez Avelino Michael Darío como requerimiento para el título de
Ingeniero en Electricidad.

TUTOR

Ing. Celso Bayardo Behórquez Escobar, Ph.D.

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Celso Bayardo Behórquez Escobar, Ph.D.

Guayaquil, a los 15 días del mes de agosto del 2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Ramírez Avelino Michael Darío**

DECLARO QUE:

El trabajo de Integración Curricular con el tema **“Análisis técnico y repotenciación de redes trifásicas aéreas en ambiente salino del alimentador Carolina de la Provincia de Santa Elena para el mejoramiento de la continuidad y calidad del servicio eléctrico”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electricidad han sido desarrollado respetando los derechos intelectuales de terceros conforme a citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias bibliográficas. Consecuentemente este trabajo de investigación es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del trabajo de titulación referido.

Ciudad de Guayaquil, a los 15 días del mes de agosto del 2024

EI AUTOR

Ramírez Avelino Michael Darío



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

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

AUTORIZACIÓN

Yo, Ramírez Avelino Michael Darío

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución educativa del Trabajo de Integración Curricular con el tema **“Análisis técnico y repotenciación de redes trifásicas aéreas en ambiente salino del alimentador Carolina de la provincia de Santa Elena para el mejoramiento de la continuidad y calidad del servicio eléctrico”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Ciudad de Guayaquil, a los 15 días del mes de agosto del 2024

EI AUTOR

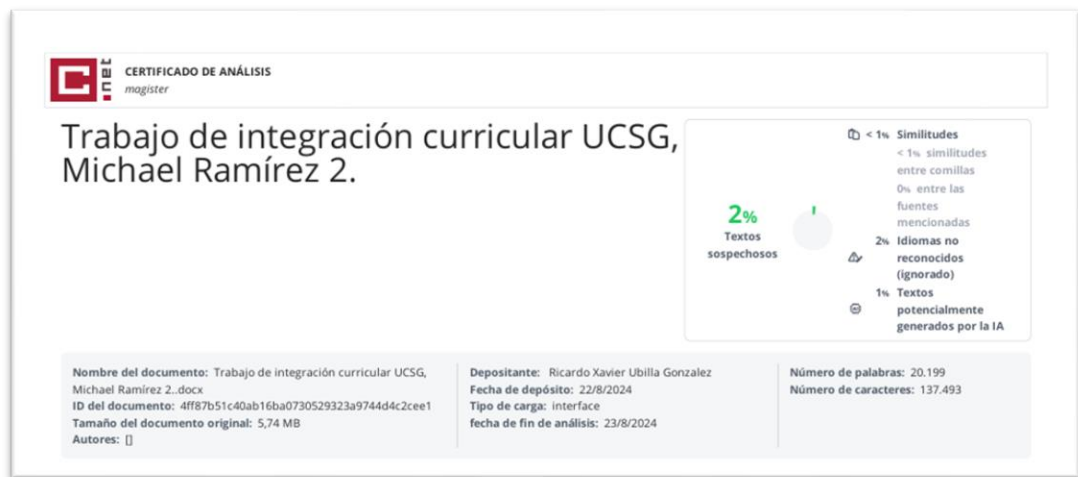
Ramírez Avelino Michael Darío



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INFORME COMPILATIO

TÍTULO: “Análisis técnico y repotenciación de redes trifásicas aéreas en ambiente salino del alimentador Carolina de la provincia de Santa Elena para el mejoramiento de la continuidad y calidad del servicio eléctrico”.



Conclusión: Después de analizar el resultado enviado por el programa COMPILATIO y considerar la desactivación de la información de texto de los formatos de presentación de trabajos en la UCSG respecto a las tablas que se emplea en los marcos teóricos y planteamiento del problema.

El porcentaje de coincidencia final es de **2 %**.

Ing. Celso Bayardo Behorquez Escobar, Ph.D.

TUTOR

DEDICATORIA

En memoria de mi querido padre que está en el cielo donde su deseo fue que su hijo continúe con el objetivo de obtener el título de ingeniero eléctrico.

A mi madre que con su apoyo incondicional siempre está alentando y dando ánimos para llegar al largo camino y meta propuesta para obtener el título en tercer nivel.

A mi esposa por su paciencia y también a mi hija quien me da ánimos desde muy temprana edad para seguir adelante en todo momento donde me indica “mi padre, mi héroe y mi orgullo”.

Michael Darío Ramírez Avelino

AGRADECIMIENTO

A nuestro señor Jesucristo quién día a día me fortalece en espíritu y alma para ser mejor ser humano, además de darme siempre salud y buena sabiduría para enfrentar los retos que nos enmarcan al paso de nuestros objetivos.

A todo mi círculo familiar por estar siempre presente en los momentos más difíciles además de dar el ánimo necesario para culminar esta meta tan anhelada.

A la **Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, quién me brindó la oportunidad de ser un profesional de tercer nivel, por su calidad y prestigio universitario caracterizado como excelencia académica.

No podría pasar por alto a los profesores que enseñaron en cada una de las materias técnicas y administrativas, sus valiosos conocimientos, demostrando profesionalismo en la enseñanza a sus alumnos, además estos conocimientos receptados que serán aprovechados en el campo de la electricidad.


Michael Darío Ramírez Avelino



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

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

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  _____


Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, Ph.D

DIRECTOR DE CARRERA

f.  _____

Ing. Ricardo Xavier Ubilla González, Mgs.

COORDINADOR DE TITULACIÓN

f.  _____

Ing. Nino Tello Vega Ureta, Mgs.

OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| Índice de figuras | XIII |
| Índice de tablas | XIV |
| Índice de ecuaciones | XIV |
| Resumen | XV |
| Abstract | XVI |
| 1. CAPÍTULO: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO..... | 2 |
| 1.1 Introducción del proyecto..... | 2 |
| 1.2 Antecedentes | 3 |
| 1.3 Planteamiento del problema | 3 |
| 1.4 Formulación del problema | 4 |
| 1.5 Justificación y alcance | 4 |
| 1.6 Hipótesis..... | 5 |
| 1.7 Objetivos generales..... | 6 |
| 1.8 Objetivos específicos..... | 6 |
| 1.9 Metodología de investigación. | 6 |
| 1.9.1 Tipos de investigación..... | 7 |
| 1.10 CNEL EP, Generalidades..... | 8 |
| 1.10.1 Plan estratégico de CNEL EP 2021-2025..... | 9 |
| 1.10.2 Misión y Visión de CNEL EP Unidad de Negocio Santa Elena. | 11 |
| 2 CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA. | 11 |
| 2.1 Antecedentes investigativos. | 11 |
| 2.1.1 Estudios científicos con relación a ambientes salinos costeros que afectan el sistema eléctrico. | 11 |
| 2.1.2 Proceso, transporte y distribución de energía eléctrica. | 12 |
| 2.2 Variable de investigación: Redes trifásicas aéreas en ambiente salinos..... | 12 |
| 2.2.1 Sistema de distribución | 12 |
| 2.2.2 Subestación | 13 |
| 2.2.3 Niveles de tensión de estudio. | 14 |
| 2.2.4 Niveles de tensión generales. | 15 |
| 2.2.5 Líneas primarias | 16 |
| 2.2.6 Repotenciación en redes trifásicas aéreas..... | 16 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.2.7 | Proceso para una repotenciación eléctrica efectiva..... | 16 |
| 2.2.8 | Análisis técnico para redes eléctricas en ambientes costeros. ... | 17 |
| 2.2.9 | Tipos de mantenimiento. | 19 |
| 2.2.10 | Mantenimiento predictivo..... | 19 |
| 2.2.11 | Mantenimiento Preventivo | 19 |
| 2.2.12 | Mantenimiento Correctivo..... | 19 |
| 2.2.13 | Ambientes costeros | 19 |
| 2.3 | Corrosión..... | 20 |
| 2.3.1 | Mecanismos básicos de la corrosión en metales | 21 |
| 2.3.2 | Proceso de la corrosión | 21 |
| 2.3.3 | Reacción anódica | 22 |
| 2.3.4 | Reacción catódica..... | 23 |
| 2.3.5 | Tipos de corrosión..... | 23 |
| 2.3.6 | Corrosión galvánica en los metales..... | 24 |
| 2.3.7 | Celda de corrosión electroquímica. | 25 |
| 2.3.8 | Causas y efectos de la corrosión. | 26 |
| 2.3.9 | Diferencias en oxidación y corrosión..... | 26 |
| 2.3.10 | Fallas en el sistema de distribución eléctrica por la contaminación ambiental..... | 27 |
| 2.3.11 | Corrosión de equipos y conductores | 27 |
| 2.3.12 | Daños por inundaciones costeras..... | 27 |
| 2.3.13 | Interferencia electromagnética..... | 27 |
| 2.3.14 | Presencia de armónicos. | 27 |
| 2.3.15 | Agresividad salina costera y su fórmula..... | 29 |
| 2.3.16 | Tecnologías innovadoras. | 30 |
| 2.3.17 | Termografía. | 31 |
| 2.4 | Estructuras utilizadas en redes de media tensión. | 31 |
| 2.4.1 | Conductores..... | 32 |
| 2.4.2 | Estructura trifásica semicentrada pasante o tangente | 35 |
| 2.4.3 | Estructura trifásica pasante angular. | 35 |
| 2.4.4 | Estructura trifásica doble retenida. | 36 |
| 2.4.5 | Estructura trifásica pasante en volada | 37 |
| 2.4.6 | Estructura trifásica retenida..... | 38 |
| 2.4.7 | Estructura para neutro en MT pasante. | 39 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.4.8 | Estructura neutro en MT retenida. | 39 |
| 2.4.9 | Estructura neutro en MT doble retenida. | 40 |
| 2.4.10 | Postes utilizados en alimentador Carolina. | 40 |
| 2.5 | Variable de investigación: Calidad y continuidad del servicio eléctrico. | 41 |
| 2.5.1 | Calidad del servicio eléctrico. | 41 |
| 2.5.2 | Continuidad del servicio eléctrico. | 42 |
| 2.5.3 | Usuario de CNEL EP. | 42 |
| 2.5.4 | Impacto del usuario final. | 42 |
| 2.5.5 | Condiciones Climáticas. | 42 |
| 2.5.6 | Mantenimientos inadecuados afectan al usuario. | 43 |
| 2.6 | MARCO LEGAL. – NORMATIVAS. | 43 |
| 2.6.1 | Servicio básico de electricidad. | 43 |
| 2.6.2 | Regulaciones ambientales. | 44 |
| 2.6.3 | Resolución Nro. ARCERNNR-003/2023. | 44 |
| 2.6.4 | Resolución Nro. ARCERNNR-07/2020. | 45 |
| 2.6.5 | Regulación 053/18. Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica. | 45 |
| 2.6.6 | Norma internacional ISO 50001. | 45 |
| 2.6.7 | Frecuencia media de interrupción (<i>FMIK</i>). | 46 |
| 2.6.8 | Tiempo total de interrupción (<i>TTIK</i>). | 46 |
| 3 | CAPITULO. SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL DEL ALIMENTADOR CAROLINA SECTOR PUNTA CARNERO. | 46 |
| 3.1 | Zona geográfica de estudio. | 46 |
| 3.2 | Subestación Carolina. | 48 |
| 3.3 | Alimentador Carolina, extensión del sistema de distribución. | 49 |
| 3.4 | Carga actual. | 50 |
| 3.5 | Materiales y equipos instalados. | 51 |
| 3.6 | Efectos de la corrosión en postes de hormigón armado. | 53 |
| 3.7 | Efectos de la corrosión en las estructuras en media tensión. | 55 |
| 3.8 | Efectos de la corrosión en tensores en el alimentador. | 58 |
| 3.9 | Efectos de la corrosión en los transformadores de distribución. | 60 |
| 3.10 | Efectos de la corrosión en los seccionadores instalados por paso (by Pass) | 62 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.11 | Efectos de la corrosión en conductor de aluminio y Cobre. | 63 |
| 3.12 | Consecuencias de la Corrosión en conductores 4/0 y 1/0. | 64 |
| 4 | CAPÍTULO: RESULTADOS DEL ANÁLISIS TÉCNICO, RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS. | 64 |
| 4.1 | Porcentajes de deterioros actuales por la salinidad. | 64 |
| 4.2 | Resolución de problemas en materiales y equipos. | 66 |
| 4.3 | Problemas Identificados | 66 |
| 4.4 | Análisis Técnico y Propuestas de Solución..... | 66 |
| 4.4.1 | Solución para postes de hormigón | 66 |
| 4.4.2 | Solución para postes de fibra de vidrio. | 67 |
| 4.4.3 | Solución para estructuras aéreas en media tensión | 68 |
| 4.4.4 | Solución para tensores. | 70 |
| 4.4.5 | Solución para seccionadores. | 70 |
| 4.4.6 | Solución para transformadores de distribución..... | 72 |
| 4.4.7 | Solución para conductores..... | 72 |
| 4.4.8 | Programa Integral de Mantenimiento | 73 |
| 4.4.9 | Cálculo del conductor adecuado | 73 |
| 4.5 | Fallas en el alimentador carolina, registros..... | 74 |
| 4.5.1 | Daños por corrosión y estado de infraestructura: | 75 |
| 4.5.2 | Interrupciones del servicio:..... | 75 |
| 4.5.3 | Problemas de calidad eléctrica: | 75 |
| 4.6 | Beneficios de emplear la repotenciación en el alimentador Carolina. 75 | |
| 4.7 | Beneficios de emplear mantenimientos preventivos y correctivos en el alimentador Carolina..... | 76 |
| 4.8 | Plan de repotenciación de trabajos en el alimentador Carolina..... | 76 |
| 4.9 | Trabajos para implementarse por los grupos técnicos de trabajos. | 79 |
| 4.10 | Presupuesto del proyecto, costos. | 80 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 88 |
| | Conclusiones del proyecto..... | 88 |
| | Recomendaciones. | 89 |
| | Bibliografía..... | 90 |
| | Anexos | 95 |
| | Anexo A. Cronograma | 96 |

Índice de figuras

| | |
|----------------|----|
| FIGURA 1..... | 10 |
| FIGURA 2..... | 12 |
| FIGURA 3..... | 13 |
| FIGURA 4..... | 14 |
| FIGURA 5..... | 15 |
| FIGURA 6..... | 18 |
| FIGURA 7..... | 21 |
| FIGURA 8..... | 22 |
| FIGURA 9..... | 25 |
| FIGURA 10..... | 26 |
| FIGURA 11..... | 29 |
| FIGURA 12..... | 29 |
| FIGURA 13..... | 31 |
| FIGURA 14..... | 33 |
| FIGURA 15..... | 34 |
| FIGURA 16..... | 35 |
| FIGURA 17..... | 36 |
| FIGURA 18..... | 37 |
| FIGURA 19..... | 38 |
| FIGURA 20..... | 38 |
| FIGURA 21..... | 39 |
| FIGURA 22..... | 39 |
| FIGURA 23..... | 40 |
| FIGURA 24..... | 41 |
| FIGURA 25..... | 47 |
| FIGURA 26..... | 48 |
| FIGURA 27..... | 48 |
| FIGURA 28..... | 50 |
| FIGURA 29..... | 53 |
| FIGURA 30..... | 53 |
| FIGURA 31..... | 54 |
| FIGURA 32..... | 56 |
| FIGURA 33..... | 57 |
| FIGURA 34..... | 58 |
| FIGURA 35..... | 59 |
| FIGURA 36..... | 60 |
| FIGURA 37..... | 61 |
| FIGURA 38..... | 61 |
| FIGURA 39..... | 62 |
| FIGURA 40..... | 63 |

| | |
|----------------|----|
| FIGURA 41..... | 67 |
| FIGURA 42..... | 69 |
| FIGURA 43..... | 71 |
| FIGURA 44..... | 72 |
| FIGURA 45..... | 73 |
| FIGURA 46..... | 74 |
| FIGURA 47..... | 95 |

Índice de tablas

| | |
|---------------|----|
| TABLA 1..... | 9 |
| TABLA 2..... | 10 |
| TABLA 3..... | 15 |
| TABLA 4..... | 17 |
| TABLA 5..... | 34 |
| TABLA 6..... | 49 |
| TABLA 7..... | 51 |
| TABLA 8..... | 52 |
| TABLA 9..... | 65 |
| TABLA 10..... | 68 |
| TABLA 11..... | 69 |
| TABLA 12..... | 70 |
| TABLA 13..... | 74 |
| TABLA 14..... | 78 |
| TABLA 15..... | 80 |
| TABLA 16..... | 96 |

Índice de ecuaciones

| | |
|-----------------|----|
| ECUACIÓN 1..... | 28 |
| ECUACIÓN 2..... | 28 |
| ECUACIÓN 3..... | 28 |
| ECUACIÓN 4..... | 28 |
| ECUACIÓN 5..... | 46 |
| ECUACIÓN 6..... | 46 |

Resumen

La energía eléctrica es un servicio básico y un derecho para los ciudadanos, tal como lo estipula la constitución del Ecuador. La CNEL EP Unidad de Negocio Santa Elena es la responsable de proporcionar el servicio de distribución eléctrica, por lo tanto, es vital mantener en óptimas condiciones su infraestructura eléctrica para garantizar la correcta continuidad del servicio brindado a los usuarios.

El tema en cuestión se centra en las estructuras y redes trifásicas aéreas en media tensión con voltajes de 13.800 voltios del alimentador Carolina, ubicado en el sector vía a Punta Carnero del perfil costanero de la península. Estas estructuras se ven directamente afectadas por la agresividad del ambiente salino, ya que se encuentran a 50 metros de la playa, lo que aumenta los índices de fallas en el sistema eléctrico.

El objetivo principal es realizar un análisis técnico e implementar soluciones innovadoras y eficientes para contrarrestar esta problemática, mejorando la durabilidad de los materiales expuestos a altos niveles de corrosión en estos ambientes costeros.

Se revisarán teorías científicas de diferentes autores como base de nuestro estudio se efectuarán metodologías y estrategias para repotenciar el alimentador Carolina, con el fin de garantizar un servicio eléctrico confiable en la zona, mejorando así la continuidad y calidad del suministro eléctrico.

Palabras Claves: Sistema eléctrico, salinidad, calidad, clientes, media tensión, repotenciación, normas ambientales.

Abstract

Electric energy is a basic service and a right for citizens, as stipulated in the constitution of Ecuador. The CNEL EP Santa Elena Business Unit is responsible for providing the electrical distribution service, therefore, it is vital to maintain its electrical infrastructure in optimal conditions to guarantee the correct continuity of the service provided to users.

The topic in question focuses on the structures and three-phase medium voltage overhead networks with voltages of 13,800 volts of the Carolina feeder, located in the sector via Punta Carnero of the coastal profile of the peninsula. These structures are directly affected by the aggressiveness of the saline environment, since they are located 50 meters from the beach, which increases the failure rates in the electrical system.

The main objective is to carry out a technical analysis and implement innovative and efficient solutions to counteract this problem, improving the durability of materials exposed to high levels of corrosion in these coastal environments.

Scientific theories from different authors will be reviewed as the basis of our study, methodologies and strategies will be carried out to repower the Carolina feeder, in order to guarantee a reliable electrical service in the area, thus improving the continuity and quality of the electrical supply.

Keywords: Electrical system, salinity, quality, customers, medium voltage, repowering, environmental standard.

1. CAPÍTULO: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO.

1.1 Introducción del proyecto.

La empresa eléctrica o más conocido en el Ecuador como CNEL EP es una empresa dedicada a la distribución de energía a diferentes regiones nacionales. CNEL EP en su infraestructura comercial cuenta con 11 unidades de negocio distribuidos a nivel del país.

En la provincia de Santa Elena abarca 105.402 clientes a nivel península, mantiene una infraestructura eléctrica que contemplan 14 subestaciones entre ellas la Subestación Carolina que se encuentra situada en el Cantón La Libertad junto al GAD (Gobierno autónomo descentralizado) de la localidad, (CNEL EP, 2023).

El servicio de energía eléctrica es un componente vital para el desarrollo sostenible, económico y turístico en la provincia de Santa Elena, bajo este concepto es importante mencionar la confiabilidad, continuidad y calidad del servicio eléctrico que CNEL EP debe brindar a los clientes residenciales e industriales en las zonas costeras.

Es presente trabajo de investigación está basado en el análisis técnico eléctrico y evaluar en el sistema de distribución en las redes de media tensión con tensión de 13.800 voltios en la zona costera del alimentador primario Carolina con una demanda promedio de 2.610 MW mensual en donde los altos niveles de salinidad y contaminación ambiental afectan la infraestructura eléctrica instalada perjudicando la continuidad del servicio de energía y elevando las incidencias en fallas.

Es por ello por lo que, se realiza un estudio donde se analiza los efectos que conlleva a la problemática y poder repotenciar el sistema eléctrico con la instalación de nuevos materiales especiales donde prevalezca la durabilidad y vida útil de los equipos, basados en estudios ambientales y fuentes bibliográficas.

1.2 Antecedentes

La infraestructura en el sistema de distribución en la península está diseñada técnicamente para abastecer de servicio eléctrico a los tres cantones como Santa Elena, La Libertad y Salinas.

El lugar de estudio de nuestra investigación se centra la vía y playa Punta Carnero correspondiente en parte a los cantones La Libertad y Salinas donde en su gran mayoría son usuarios comerciales, empresas turísticas y laboratorios de procesamiento de camarones. El alimentador Carolina pertenece a la Subestación con el mismo nombre y se manejan tensiones de 13.800 voltios en sus redes de media tensión.

La infraestructura actual instalada en el alimentador Carolina abarca en un 35 % de redes trifásicas aéreas que se encuentra a 50 metros de la playa, por ende existe una contaminación agresiva de salinidad que afecta a las estructuras con materiales que contienen hierro, acero galvanizado, cobre y aluminio como también son afectadas aditamentos eléctricos de modo similar a los postes, conductores, pararrayos, seccionadores, tensores, transformadores, además de materiales aislantes en porcelana y poliméricos entre otros, que son expuestos a la contaminación ambiental y se ven disminuidas en la vida útil por el ataque corrosivo.

1.3 Planteamiento del problema

CNEL EP Unidad de Negocio Santa Elena es la empresa distribuidora de energía con un sistema de infraestructura eléctrica instalada a lo largo de toda la península.

La tensión utilizados en CNEL utiliza voltajes en alta tensión de 69.000 conocidos como 69 Kv. para alimentar las diferentes 14 subestaciones ubicados estratégicamente en diferentes sectores, este voltaje es convertido en un menor valor por los transformadores de potencia y su valor disminuye a 13.800 voltios conocido como media tensión 13.8 Kv. Los transformadores de distribución convierten estos valores de 13.8 KV a voltajes de 120 y 240 voltios para uso de los usuarios.

El trabajo de estudio parte de la subestación Carolina ubicado en el cantón La Libertad donde parte una alimentadora o troncal en media tensión con el mismo nombre Carolina en 13.8 Kv, con líneas trifásicas aéreas con un alcance total de extensión de 7.241 metros, donde un 35 % de estas líneas trifásicas con una extensión de 2.473 metros se encuentran ubicadas a 50 metros de la playa.

Por ende la agresividad del ambiente salino y fuertes vientos que conlleva brisa marina hace que las estructuras metálicas, postes, conductores, pararrayos, seccionadores entre otros aditamentos eléctricos sean afectados directamente donde los niveles de corrosión aumentan en gran magnitud y se aumentan fallas en el sistema de distribución en 13.8 Kv. y las quejas en los usuarios por la interrupción del servicio de energía.

1.4 Formulación del problema

¿Elaborar un análisis técnico para repotenciar las líneas trifásicas aéreas en ambientes salinos del alimentador Carolina, con el fin de mejorar la continuidad y calidad del servicio eléctrico a los usuarios?

1.5 Justificación y alcance

La presencia de ambientes salinos puede causar deterioro acelerado en las infraestructuras eléctricas, lo que impacta negativamente en la continuidad y calidad del servicio eléctrico ofrecido a los usuarios. Esta problemática puede generar interrupciones frecuentes, afectando a sectores residenciales, comerciales e industriales de la zona costera de la vía y playa de Punta Carnero.

La península de Santa Elena se caracteriza por su cercanía al mar y la alta salinidad del ambiente costero, lo que en muchos casos acelera los procesos de oxidación y corrosión afectando en gran medida a los materiales instalados en la infraestructura eléctrica de la zona, donde se aumenta eficazmente el impacto negativo en la red eléctrica. Por lo antes mencionado es necesario realizar un análisis más profundizando para entender de mejor manera la problemática negativa que conlleva y afecta directamente a las redes de media tensión del alimentador Carolina, por su parte proponer

estrategias más viables para dar una solución efectiva donde estos materiales para ser cambiados y que estos sean más durables y resistentes.

En base a los registros de CNEL EP dentro de sus estadísticas de fallas por cortes de energía que afecta la continuidad del servicio eléctrico en Punta Carnero, crea problemas de quejas diarias reportadas por los residentes locales, clientes industriales además de clientes especiales que se abastecen de energía para las bombas de agua de sus laboratorios para el procesamiento de larvas de camarón.

Es necesario realizar estudiar este problema a más profundidad ya que con ellos aseguramos que la calidad y continuidad del servicio eléctrico se mantenga, a su vez beneficiará en gran medida a todos los residentes de la localidad de manera comercial.

Tomando en consideración esta problemática con la repotenciación del alimentador Carolina se puede hacer más confiable la calidad del servicio, dentro de esta repotenciación se debe instalar nuevos materiales más duraderos a los ambientes costeros, en especial de este sector por la cercanía al mar que se encuentra a 50 metros.

Este proyecto de investigación no solo beneficiará al sector, sino que además es un proyecto eléctrico positivo realizado por especialistas técnicos del área técnica de CNEL EP Unidad de Negocio Santa Elena fortaleciendo el campo de investigación con nuevas tecnologías y precedentes para la compra de nuevos materiales más resistentes a la corrosión.

1.6 Hipótesis

Mediante un análisis técnico detallado y la implementación de estrategias específicas de repotenciación, es posible mejorar significativamente la continuidad y calidad del servicio eléctrico en las redes trifásicas aéreas del alimentador Carolina en la provincia de Santa Elena, a pesar de las condiciones adversas de salinidad presentes en el entorno costero. Esta mejora se fundamenta en la identificación y aplicación de tecnologías, materiales y prácticas adecuadas para mitigar los efectos

negativos de la salinidad, así como en la adopción de un enfoque integral que considera aspectos técnicos, económicos y operativos.

Si analizamos por medio de hipótesis como predicción centrándose en la verificación científica utilizando preposiciones como **si** y **entonces** obtendremos la siguiente hipótesis.

Si se implementan estrategias de repotenciación específicas en las redes trifásicas aéreas del alimentador Carolina en la provincia de Santa Elena, **entonces** se espera que la calidad y continuidad del servicio eléctrico mejoren de manera significativa, a pesar de las condiciones adversas de salinidad presentes en el entorno costero.

1.7 Objetivos generales

Evaluar el impacto de la salinidad en las redes trifásicas aéreas en 13.8 kv del alimentador Carolina en la provincia de Santa Elena y proponer estrategias de repotenciación para mejorar la continuidad y calidad del servicio eléctrico.

1.8 Objetivos específicos

1. Realizar un análisis técnico detallado de los efectos de la salinidad en las redes trifásicas aéreas en 13.8 kv del alimentador Carolina, identificando sus principales desafíos.
2. Hacer un levantamiento en campo del estado actual de los materiales instalados de las infraestructuras aéreas en media tensión del alimentador Carolina.
3. Desarrollar un plan de repotenciación para las redes trifásicas aéreas del alimentador Carolina, que incluya tecnologías y materiales resistentes a la corrosión para mitigar los efectos de la salinidad, mejorando así la confiabilidad del suministro eléctrico contemplando un análisis de costo-beneficio para evaluar su viabilidad económica.

1.9 Metodología de investigación.

Unas de las metodologías de estudio es la revisión bibliográfica donde se realiza una exhaustiva revisión de la literatura científica y técnica

relacionada con la corrosión en ambientes salinos, así como estudios previos sobre el comportamiento de materiales en condiciones similares.

La **evaluación in situ** donde se realiza inspecciones detalladas de las estructuras y redes afectadas por la agresividad del ambiente salino para comprender mejor el alcance del problema y sus efectos en los materiales.

El desarrollo e implementación de soluciones basándose en los hallazgos de la revisión bibliográfica, evaluación in situ y análisis de laboratorio se implementará soluciones innovadoras y eficientes para contrarrestar los efectos de la corrosión en las estructuras y redes trifásicas aéreas en 13.8 kv en el alimentador Carolina en vía Punta Carnero sector costero.

Y por último el monitoreo y la evaluación son claves primordiales para evaluar la efectividad de las soluciones implementadas a lo largo del tiempo, lo que permitirá ajustar y mejorar las estrategias en el sistema eléctrico de la península en estos ambientes salinos.

1.9.1 Tipos de investigación

La corrosión provocada por el ambiente salino es uno de los principales factores que deterioran los componentes eléctricos en las redes aéreas. Los conductores, transformadores y estructuras metálicas sufren un desgaste acelerado, lo que puede resultar en interrupciones del servicio y una reducción en la calidad de la energía suministrada. Por lo tanto, es crucial realizar un diagnóstico técnico exhaustivo que permita identificar las áreas más críticas y determinar las intervenciones necesarias.

El estudio de caso se centra en realizar dos tipos de investigación como a continuación se detallan:

Explicativo: Se basa en las razones por la cuales ocurren los hechos de un fenómeno de estudio en sus causas y efectos comprendiendo de manera acertada y con exactitud el problema de la investigación, además nos permite afirmar con teorías científicas los resultados obtenidos.

Descriptiva: Este tipo de investigación para nuestro estudio es esencial realizarlo ya que se involucra en describir de manera más acertada los fenómenos y comportamientos de la situación del proceso de oxidación que afecta la infraestructura del sector de Punta Carnero.

Se analiza las variables de interés comprendiendo de mejor magnitud la proveniencia identificando los factores que se encuentran dentro del entorno para realizar una investigación a más profundidad.

Cuantitativo: El uso de métodos cuantitativos en esta investigación es esencial. A través de mediciones precisas de parámetros eléctricos como voltajes, corrientes y pérdidas energéticas, se pueden obtener datos numéricos que reflejan el estado actual del sistema. Se pueden medir las fluctuaciones de voltaje durante diferentes condiciones climáticas o momentos del día, proporcionando información valiosa sobre la capacidad de la red para mantener un servicio estable, (Torres Fernández, Paul A., 2016).

La repotenciación de componentes críticos también debe abordarse desde una perspectiva cuantitativa. Al reemplazar o reforzar elementos deteriorados por otros más resistentes a la corrosión (como conductores con recubrimiento especial), se espera mejorar significativamente la continuidad del servicio. Los resultados cuantitativos permiten validar estas intervenciones y ofrecer recomendaciones fundamentadas para su implementación.

1.10 CNEL EP, Generalidades.

A continuación, se detalla las 11 unidades de Negocio que CNEL EP administra a nivel regional en la siguiente tabla 1.

Tabla 1.

Unidades de Negocio a nivel país.

| Ítems | Unidad de negocio CNEL EP |
|----------|---------------------------|
| 1 | Esmeraldas |
| 2 | Manabí. |
| 3 | Santa Elena. |
| 4 | Milagro. |
| 5 | Los Ríos |
| 6 | EL Oro. |
| 7 | Bolívar. |
| 8 | Santo Domingo. |
| 9 | Sucumbíos. |
| 10 | Guayas Los Ríos. |
| 11 | Guayaquil. |

Fuente: La tabla 1 representa las Unidades de Negocio que CNEL EP administra a nivel nacional, elaborado por Michael Ramírez

1.10.1 Plan estratégico de CNEL EP 2021-2025

CNEL EP (Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad), una empresa pública estratégica en el sector eléctrico tiene como propósito proporcionar el servicio de distribución y venta de energía eléctrica en su área designada bajo regulaciones estatales exclusivas de la región. Su objetivo es satisfacer la demanda energética de los consumidores locales de la península, cumpliendo con reglas y normativa del sector suministrando electricidad (CNEL EP, 2021-2025).

Recientemente, han actualizado el plan estratégico de CNEL EP Unidad de Negocio Santa Elena, incluyendo la misión, su visión, valores, objetivos e indicadores, adaptándolos a los cambios en el mercado comercial eléctrico. Este plan se alinea con las estrategias gubernamentales y sectoriales, siguiendo las regulaciones de varias agentes de control como la empresa coordinadora de empresas públicas. (CNEL EP, 2021-2025).

De acuerdo al reporte de gestión anual del 2023 de CNEL EP en la provincia de Santa Elena (CNEL EP, 2023) cuenta con 105.402 clientes desglosado en la tabla 2.

Tabla 2.

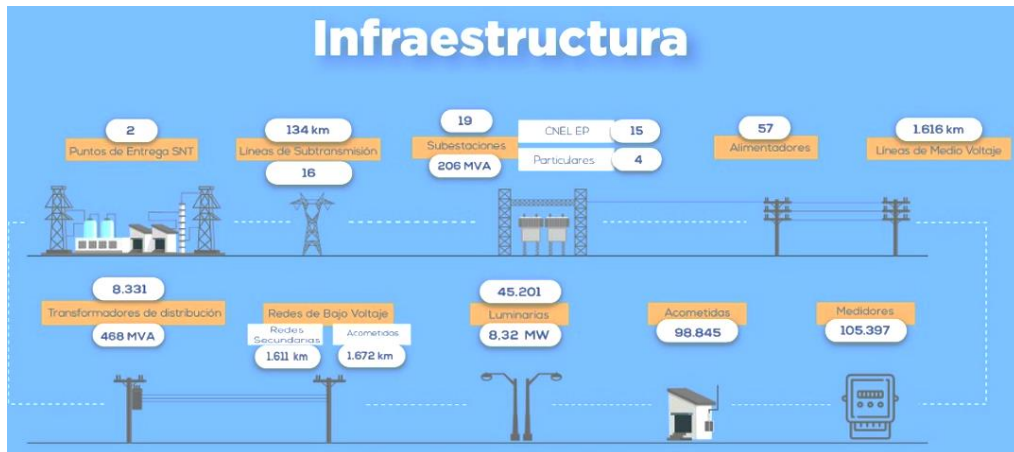
Número de clientes

| Clientes | Cantidades |
|----------------------|----------------|
| Residenciales | 96.736 |
| Comerciales | 6.757 |
| Industriales | 156 |
| Otros | 1.753 |
| Total | 105.402 |

Fuente: Datos obtenidos del informe de gestión que realiza CNEL EP UN STE del año 2023, donde muestra las cantidades de clientes. (CNEL EP, 2023). <https://www.cnelep.gob.ec/unidad-de-negocio-santa-elena/>

FIGURA 1.

Infraestructura CNEL STE.



Fuente: Esta figura obtenida de la página web de CNEL EP se obtiene una figura donde describe la infraestructura eléctrica instalada en la península de Santa Elena. (CNEL EP, 2023). <https://www.cnelep.gob.ec/unidad-de-negocio-santa-elena/>

Tiene una cobertura en la península de 6.487,26 km² divididos en los tres cantones como Santa Elena, La Libertad y Salinas.

Tiene una demanda máxima de consumo de energía no coincidente de 173,65 MV registrada hasta el mes de diciembre del 2023.

Una facturación móvil anual por venta de energía de US\$ 64.770.510 con el 77.76 % de energía facturada y un 22% de pérdidas de energía.

1.10.2 Misión y Visión de CNEL EP Unidad de Negocio Santa Elena.

CNEL EP Unidad de Negocio Santa Elena tiene como misión proveer y comercializar energía eléctrica de manera eficiente y con alta calidad, promoviendo la expansión del servicio y garantizando la satisfacción del cliente, todo bajo un enfoque sostenible que considera aspectos técnicos, el valor social y la protección del medio ambiente. Su visión es convertirse en la empresa pública líder en el sector eléctrico del país, destacándose por su eficiencia y modernización dentro de un marco sostenible (CNEL EP, 2023).

2 CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1 Antecedentes investigativos.

2.1.1 Estudios científicos con relación a ambientes salinos costeros que afectan el sistema eléctrico.

Para iniciar con esta investigación resaltaré algunas investigaciones científicas internacionales relacionadas con las redes eléctricas aéreas que son afectadas por la contaminación ambiental.

Para (Manuel Morcillo Linares, 2018) en su libro titulado la “Corrosión atmosférica en ambientes costeros” nos indica que es un factor primordial de estudio ya que la corrosión es pieza clave para el deterioro de los metales en los sectores costeros

Por su parte (Washington Castillo Jurado, 2022) de la Universidad y Sociedad de Cuba en un artículo científico realizado en sector costero de la provincia de Manabí cantón Manta del Ecuador, menciona que la energía eléctrica es imprescindible en la confiabilidad en los clientes por ende existen fallos técnicos por las condiciones climáticas, contaminación que provienen de fuentes industriales y naturales que generan impactos negativos en los clientes y pérdidas económicas en el sector productivo.

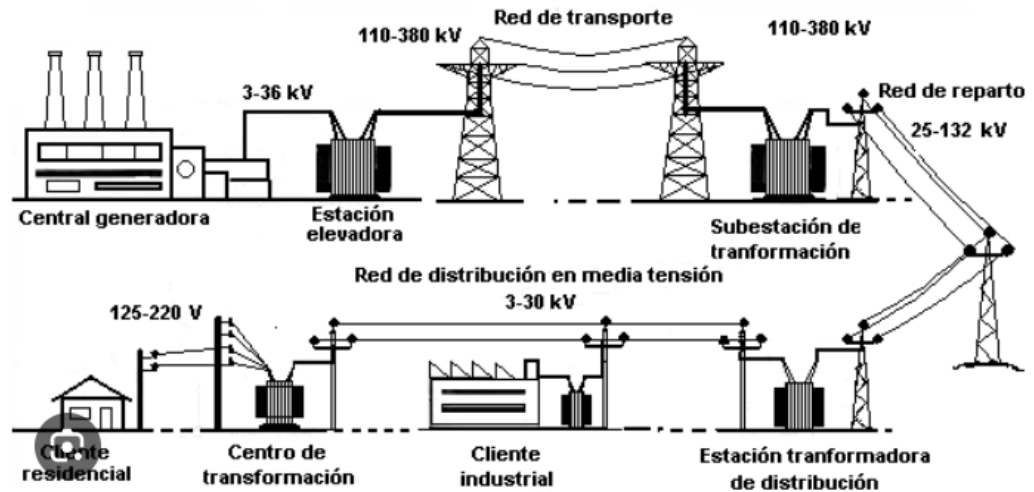
Partiendo de estos argumentos podemos definir que en el Ecuador es necesario realizar estos análisis técnicos sobre la contaminación ambiental en ambientes salinos costeros en especial la provincia de Santa Elena en el sector Punta Carnero.

2.1.2 Proceso, transporte y distribución de energía eléctrica.

En la figura 2 se puede apreciar el proceso de transporte de energía desde la generación hasta llegar al cliente final.

FIGURA 2.

Proceso de transporte de energía



Fuente: (Venegas, 2014) "Partes de un sistema eléctrico de potencia".

(<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8085/7/UPS%20-%20KT00930.pdf>)

2.2 Variable de investigación: Redes trifásicas aéreas en ambiente salinos.

Dentro de este estudio debemos abordar temas relacionados con los ambientes salinos en el perfil costanero y como afectan las estructuras y redes aéreas trifásicas de media tensión en voltajes de 13.000 voltios, para ello se emplean conceptos con fundamentos científicos para la comprensión.

2.2.1 Sistema de distribución

Es un sistema de conjuntos de infraestructura eléctrica y dispositivos que se encargan de transportar energía desde un punto a otro hasta el usuario final, ya sea residenciales, comerciales o industriales. Este sistema incluye cables, transformadores, interruptores, medidores, entre otros componentes, que permiten llevar la electricidad de manera segura y eficiente a los hogares y negocios.

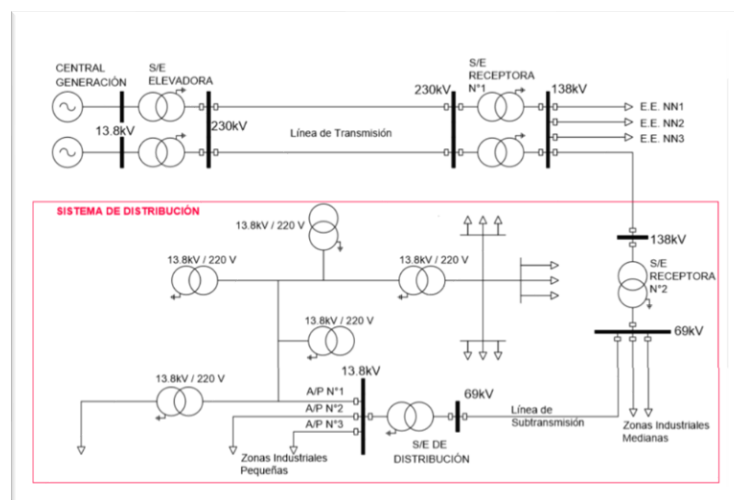
Para el autor (Tebrá, 2019) en su libro "sistemas eléctricos de distribución" ratifica que comprenden las redes primarias de distribución en

voltajes variados de acuerdo al país donde se encuentren, en este caso en la provincia de Santa Elena, las redes de media tensión tienen un voltaje de 13.800 voltios.

A continuación, en la figura 3, se puede observar un sistema de distribución de una subestación eléctrica donde ingresa los voltajes de 69 Kv.

FIGURA 3.

Diagrama unifilar de sistema de distribución



Fuente: (Augusto, 2022) estudio de confiabilidad de alimentador y su sistema de distribución de reducción de energía.

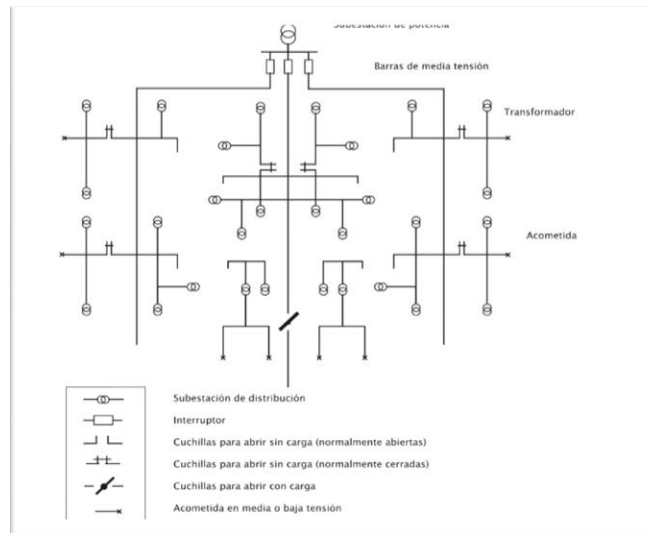
2.2.2 Subestación

Una subestación es un grupo de dispositivos que incluyen conexiones, protecciones, cables, barras conductoras, transformadores y otros equipos adicionales.

Como se aprecia en la figura 4, nos indica que su objetivo principal es transmitir, distribuir, segmentar y transformar la electricidad, con el fin de disminuir el voltaje para su uso en la red eléctrica primaria o para conectar subestaciones a un nivel inferior de voltaje (CNEL EP , 2023).

FIGURA 4.

Diagrama unifilar de red de distribución eléctrica de una Subestación.



Fuente: Sistema de distribución, Fuente: (Morón, 2021).
(<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=>)

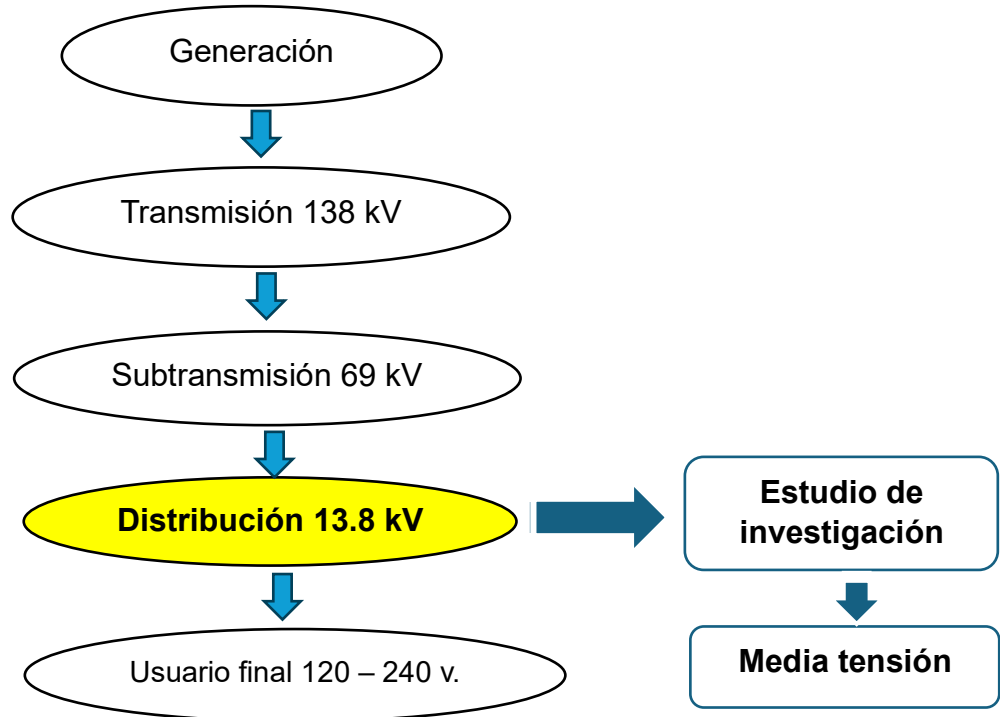
2.2.3 Niveles de tensión de estudio.

Antes que el usuario haga uso del servicio de energía eléctrica debe pasar por un proceso de transformación de energía que comprende varias etapas, nuestro estudio se basa en las redes aéreas de distribución eléctrica troncal (media tensión).

Como se nota en la figura 5, las fases de energía desde la generación hasta el usuario final en este caso nuestro estudio es de distribución en media tensión con voltajes de 13.800 voltios.

FIGURA 5.

Proceso de distribución de energía



Fuente: Elaborado por Michael Ramírez, 2024.

2.2.4 Niveles de tensión generales.

Si observamos la tabla 3, podemos definir que existen diferentes voltajes utilizados en el Ecuador, el nivel de medio voltaje se considera mayor a 0,6 Kv y menor a 40 Kv.

Tabla 3.

Perfiles de voltajes

| | |
|----------------------|---|
| Baja tensión | menor igual a 0,6 kV |
| Media tensión | mayor a 0,6 kV y menor igual a 40 kV |
| Alta tensión Grupo 1 | mayor a 40 kV y menor igual a 138 kV |
| Alta tensión Grupo 2 | mayor a 138 kV |

Fuente: En esta tabla se aprecia los voltajes normados en el Ecuador donde se caracteriza la baja tensión hasta la alta tensión de acuerdo a sus niveles (CNEL EP , 2023)

2.2.5 Líneas primarias

Para el autor (Morón, 2021) nos menciona que las redes primarias son encargadas de distribuir la energía eléctrica desde un transformador de potencia hacia los usuarios, esta se conforma de troncales y ramales

- **Troncales:** Las troncales son cables de mayor capacidad que transmiten la energía, están constituidos por conductores de mayor calibre estos pueden oscilar entre 4/0. (Tebrá, 2019)
- **Ramales:** Se derivan de las redes de media tensión (troncales), a ellos se les conecta los transformadores de distribución y empresa privadas, los conductores son de menor calibre y oscilan entre 2/0, 1/0, #2, #4, # 6 AWG. (Tebrá, 2019).

2.2.6 Repotenciación en redes trifásicas aéreas.

En esta investigación se realiza una evaluación exhaustiva del estado actual de la red de la troncal, identificando puntos críticos que requieren intervención inmediata. Esto puede incluir la inspección de postes instalados en el perfil costanero, cables, transformadores con sus diferentes capacidades, aisladores y sistemas de protección, entre otros que contemplan parte de la red de distribución del alimentador Carolina del sector Punta Carnero. (Villavicencio, 2015)

Durante la fase de ejecución, se llevan a cabo diversas acciones, como la instalación de nuevos conductores eléctricos con mayor capacidad de carga, el reemplazo de postes por estructuras más resistentes, la actualización de transformadores por unidades más eficientes y la implementación de sistemas de protección avanzados.

2.2.7 Proceso para una repotenciación eléctrica efectiva.

Para comprender de mejor como se realiza un proceso para una repotenciación efectiva se deben seguir ciertos criterios técnicos para una fiabilidad y optimización de tiempos. Como indica (Cesar, 2022) en su informe de investigación basado en los “análisis de confiabilidad del sistema eléctrico”.

En la tabla 4, se aprecia los pasos a seguir para una óptima repotenciación eléctrica en el alimentador Carolina desde el paso 1 hasta el paso 8.

Tabla 4.

Pasos para ejecutar una repotenciación eléctrica efectiva

| Items | Pasos por seguir |
|--------------|--------------------------------------|
| 1 | Evaluación inicial |
| 2 | Planificación |
| 3 | Adquisición de materiales |
| 4 | Preparación del terreno |
| 5 | Instalación de nuevos componentes |
| 6 | Incorporación de tecnología avanzada |
| 7 | Pruebas y puesta en marcha |
| 8 | Monitoreo continuo |
| 9 | Evaluación post-implementación |
| 10 | Mantenimiento preventivo |

Fuente: Paso a paso para realizar una correcta repotenciación eléctrica (Cesar, 2022).

2.2.8 Análisis técnico para redes eléctricas en ambientes costeros.

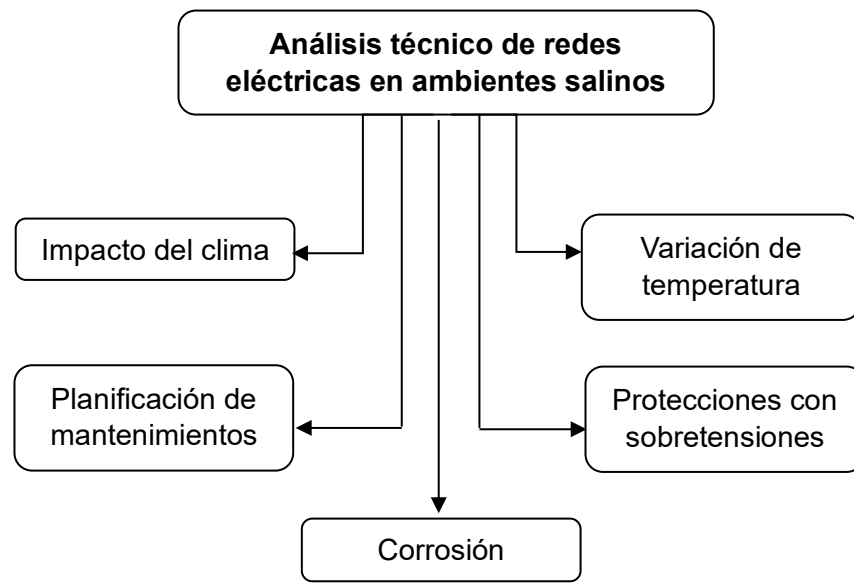
Para el autor (Campos Huaman, 2019) argumenta que es importante realizar un estudio o análisis de fallas en el sistema eléctrico ya que se aprovecha varios aspectos como: mejor uso de recursos energéticos e identificación de fallas y mejorar índices de confiabilidad del servicio eléctrico recibido.

Al comprender y realizar el análisis técnico de las fallas eléctricas más recurrentes en ambientes con altos niveles de salinidad, se comprende los desafíos que enfrenta la red eléctrica donde se pueden implementar estrategias preventivas como correctivas para disminuir los riesgos y aumentar la eficiencia operativa técnica de la red de media tensión en 13.8 Kv.

Para Realizar un estudio o análisis técnico de las fallas eléctricas en ambientes costeros es crucial por varias razones fundamentales como se visualiza en la figura 6.

FIGURA 6.

Análisis técnico en ambientes costeros



Fuente: Elaborado por el autor Michael Ramírez, 2024.

Corrosión y desgaste: En entornos costeros, la presencia de salinidad en el aire puede acelerar el proceso de corrosión en los componentes eléctricos, como conductores, conexiones y estructuras metálicas. Esto puede debilitar la integridad de los equipos y aumentar el riesgo de fallas eléctricas

Impacto del clima: Las condiciones climáticas costeras, como la humedad, la salinidad, la exposición al viento y la lluvia, pueden provocar daños en los equipos eléctricos y aumentar la probabilidad de cortocircuitos o fallos en la red.

Planificación de mantenimiento: Realizar un análisis técnico de las fallas eléctricas en ambientes costeros permite identificar patrones recurrentes de fallos y establecer un plan de mantenimiento preventivo específico para mitigar los riesgos asociados con las condiciones ambientales adversas (Campos Huaman, 2019).

2.2.9 Tipos de mantenimiento.

Dentro de nuestro estudio existen diferentes estrategias de tipos de mantenimiento para mantener un buen estado de nuestros equipos eléctricos como menciona (Pinzón, 2023) en su artículo “Tipos de mantenimiento” que las diferentes estrategias de mantenimiento se basan en el control y organización constante de las instalaciones, así como el conjunto de reparaciones y revisiones constantes para garantizar el buen funcionamiento de los equipos.

A continuación, mencionan los siguientes:

- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo.

2.2.10 Mantenimiento predictivo

Consiste en utilizar tecnología avanzada para monitorear constantemente el estado de los equipos y predecir posibles fallas antes de que ocurran, lo que permite programar intervenciones de mantenimiento de manera anticipada

2.2.11 Mantenimiento Preventivo

Implica realizar inspecciones periódicas, pruebas y ajustes en los equipos de la red eléctrica para evitar posibles problemas futuros. Se basa en un calendario preestablecido de mantenimiento para garantizar el buen funcionamiento de los sistemas.

2.2.12 Mantenimiento Correctivo

Se realiza como respuesta a una falla o avería en la red eléctrica. Consiste en reparar o reemplazar los componentes dañados para restaurar el servicio eléctrico lo antes posible (Pinzón, 2023)

2.2.13 Ambientes costeros

Las redes eléctricas en ambientes costeros se refieren a la infraestructura eléctrica que abastece de energía a las zonas cercanas a la costa o en áreas costeras. Estas redes eléctricas pueden incluir cables

submarinos, líneas de transmisión a lo largo de la costa, subestaciones eléctricas y otros equipos necesarios para la distribución de electricidad en estas áreas específicas. Debido a la proximidad al mar y a las condiciones ambientales particulares de los ambientes costeros, las redes eléctricas en estas zonas enfrentan desafíos adicionales en comparación con áreas más alejadas de la costa.

Para el autor (Herrera, 2020) en su investigación de ingeniería menciona que las construcciones en el ámbito civil, en las edificaciones en construcción cercanas al mar tienen que utilizar materiales como el hierro y el metal para fundir pilares bases, el ambiente costero como la agresividad de la salinidad afecta enormemente estos materiales, es por ello que ratifica que se debe realizar estudios de edificación con materiales duraderos y espaciales para este entorno.

Partiendo de este análisis podemos mencionar que en las redes aéreas en media tensión que se encuentran cercanas a la playa también son afectadas por el ambiente salino, por ende, las estructuras metálicas son afectadas directamente por la corrosión y el óxido.

Es necesario abordar estos temas como la corrosión que afecta las estructuras eléctricas cercanas a mar.

2.3 Corrosión

Para el autor (Raxón, 2015) en su tema de investigación argumenta que la corrosión es un proceso natural que afecta a los metales y materiales metálicos en general. Se produce como resultado de reacciones químicas y electroquímicas entre el metal y su entorno, lo que conduce a su deterioro y pérdida de propiedades. Este fenómeno puede ser causado por diversos factores, como la presencia de humedad, oxígeno, ácidos, sales u otros agentes corrosivos en el ambiente como se visualiza en la figura 7.

FIGURA 7.

Corrosión de metales



Fuente: (Freepik, 2022), en esta imagen se aprecia el nivel de deterioro de hierro por corrosión.

2.3.1 Mecanismos básicos de la corrosión en metales

La corrosión se desencadena por un intenso flujo eléctrico originado por las disparidades químicas entre las partes involucradas. Se genera un movimiento de electrones cuando hay una variación de potencial entre dos puntos.

Cuando una sustancia cede electrones y estos migran hacia otra, se considera que la primera actúa como ánodo, lo que resulta en oxidación, mientras que la segunda como cátodo, experimentando reducción. Las reacciones de corrosión electroquímica abarcan procesos de oxidación que generan electrones y de reducción que los absorben. Estas reacciones deben suceder simultáneamente y al mismo ritmo para evitar acumulaciones de carga eléctrica en el metal (Sánchez-Rodríguez, 2024)

2.3.2 Proceso de la corrosión

Para que ocurra el proceso de corrosión, se requieren ciertas condiciones específicas, como la presencia de un **ánodo**, donde se generan los electrones y se desarrolla la corrosión, y un **cátodo**, que acepta los electrones y se encuentra protegido contra la corrosión (Raxón, 2015)

Para entender de mejor manera el proceso es esencial una conexión entre dos puntos, donde surge debido a variaciones en la composición

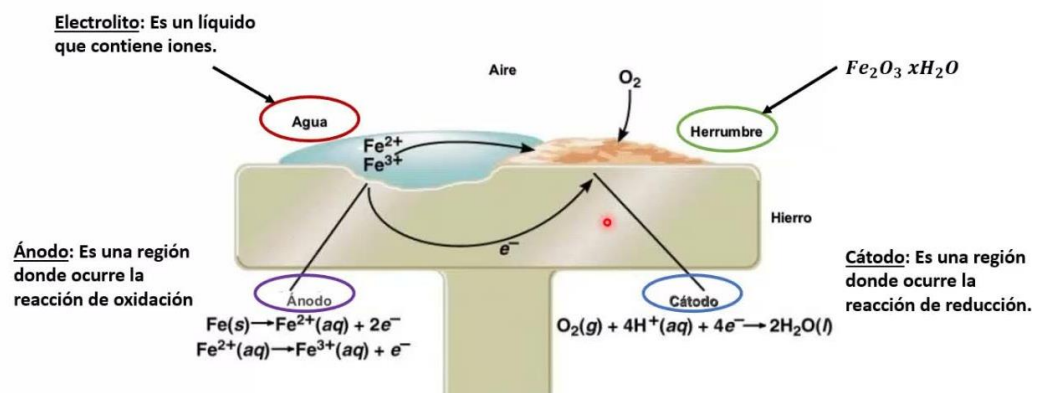
química en distintos puntos de la superficie del metal, imperfecciones en dicha superficie, tensiones residuales por procesos de fabricación o por el contacto entre metales diferentes.

Asimismo, se necesita una conexión eléctrica entre el cátodo y el ánodo, los cuales generalmente forman parte de la misma estructura. Además, es fundamental que el ánodo y el cátodo estén en contacto a través de un electrolito común, siendo la humedad atmosférica o del suelo una condición que satisface este requisito.

Para comprender mejor la explicación nos centramos en la imagen 8 donde podemos comprender de mejor manera el proceso de la corrosión.

FIGURA 8.

Proceso de corrosión

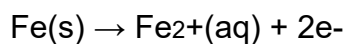


Fuente: (Freire, 2021), esta imagen representa el proceso de la corrosión en las diferentes etapas, (<https://www.youtube.com/watch?v=KG62VYtwD6g>).

En el contexto de la corrosión, la reacción anódica y la reacción catódica son dos procesos fundamentales que tienen lugar en una celda electroquímica cuando un metal se encuentra en contacto con un electrolito, como agua o humedad. Estas reacciones son parte del mecanismo de corrosión electroquímica.

2.3.3 Reacción anódica

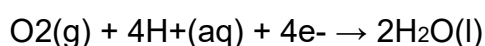
En la reacción anódica, el metal se oxida y libera electrones. Esto significa que, en el ánodo, que es la región donde ocurre la reacción anódica. Por ejemplo, en el caso del hierro, la reacción anódica puede ser:



Esta pérdida de electrones es lo que permite que el metal se disuelva en forma de iones metálicos y contribuye al proceso de corrosión (Raxón, 2015).

2.3.4 Reacción catódica

En la reacción catódica, los electrones liberados en el ánodo viajan a través del metal hacia el cátodo, donde tienen lugar las reacciones de reducción. En el cátodo, los iones metálicos presentes en el electrolito capturan estos electrones y se reducen a átomos de metal. Por ejemplo, para el hierro:



En esta reacción, los iones de oxígeno presentes en el agua capturan electrones y se reducen a moléculas de agua.

Estas dos reacciones (anódica y catódica) son complementarias y ocurren simultáneamente en una celda de corrosión electroquímica. La combinación de ambas reacciones contribuye al proceso global de corrosión del metal (Raxón, 2015)

2.3.5 Tipos de corrosión

La corrosión se puede clasificar de diversas formas según diferentes criterios. Una clasificación común se basa en los mecanismos de corrosión, que incluyen:

- **Corrosión electroquímica:** Se produce por la interacción de un metal con un electrolito, como el agua o una solución salina. Incluye la corrosión por celdas galvánicas y la corrosión por picaduras.
- **Corrosión química:** Ocurre por reacciones químicas directas entre el metal y agentes corrosivos, como ácidos o álcalis.
- **Corrosión microbiológica:** Producida por la acción de microorganismos que generan productos químicos agresivos para el metal.

- **Corrosión por fatiga:** Se da en metales sometidos a cargas cíclicas, como vibraciones o cambios de carga, lo que debilita su estructura y favorece la corrosión.
- **Corrosión por alta temperatura:** Ocurre en metales expuestos a altas temperaturas en presencia de agentes corrosivos, como gases o vapores (Raxón, 2015).

2.3.6 Corrosión galvánica en los metales.



Es un tipo de corrosión electroquímica es cuando los dos metales de diferentes características están en contacto eléctrico y se encuentran sumergidos en un electrolito, como la humedad o la lluvia. En el contexto de redes eléctricas aéreas de media tensión, la corrosión galvánica puede ocurrir cuando hay conexiones eléctricas entre conductores de diferentes materiales.

Dentro de la figura 9, se puede divisar diferentes materiales donde la inactividad creciente (CATÓDICOS), aumenta en metales con más resistencia tenemos: platino, oro, grafito, titanio, plata, acero, níquel (pasivo), bronce, cobre, latón rojo, bronce-aluminio, latón amarillo.

En la actividad creciente (ANÓDICOS), aumenta en metales la resistencia níquel (activo), bronce de manganeso, estaño, plomo, acero inoxidable, fundición, hierro forjado, hierro dulce, aleaciones de aluminio, cadmio, zinc, magnesio y aleaciones de magnesio.

FIGURA 9

Metales y aleaciones de uso frecuente bajas resistencias, serie galvánica en agua de mar de algunos.

| | |
|---|---|
| <p>Platino Oro Titanio Plata Acero inoxidable (pasivo) 18-8, 3%Mo Inconel (pasivo) (76%Ni-16%Cr-7%Cr) Níquel (pasivo) Bronce Cobre Latón rojo Bronce de aluminio Latón amarillo Inconel (activo) (76%Ni-16%Cr-7%Cr) Níquel (activo) Bronce de Manganeso Estaño Plomo Acero inoxidable -18-8, 3%Mo (activo) Soldadura 50-50 plomo – estaño Acero inoxidable 13%Cr Fundición Hierro Forjado Hierro Dulce Aleaciones de Aluminio Cadmio Zinc Magnesio y aleaciones de magnesio</p> | <div style="text-align: center;">  Inactividad creciente (catódicos) </div> <hr/> <div style="text-align: center;"> Actividad creciente (anódicos)  </div> |
|---|---|

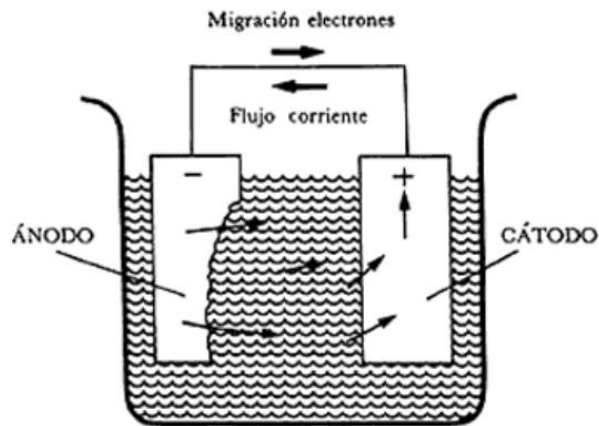
Fuente: GÓMEZ DE LEÓNHIJES, Félix. Manual básico de corrosión para ingenieros p.23.

2.3.7 Celda de corrosión electroquímica.

En una celda de corrosión electroquímica, se establecen dos zonas en el metal: un ánodo y un cátodo. En el ánodo, se produce la oxidación del metal (pérdida de electrones), lo que genera iones metálicos y electrones libres. Estos electrones viajan a través del metal hacia el cátodo, donde tienen lugar reacciones de reducción que implican la captación de electrones.

FIGURA 10.

Celda de corrosión electroquímica



Fuente: Biblioteca Digital del ILCE, 2024

2.3.8 Causas y efectos de la corrosión.

En las redes eléctricas aéreas de media tensión, los elementos metálicos están expuestos a diversas condiciones ambientales que pueden promover la corrosión. Algunas de las **causas** de la corrosión en estos elementos incluyen la exposición a la intemperie donde los elementos metálicos de las redes eléctricas aéreas están constantemente expuestos a la humedad, la lluvia, la nieve y otros agentes atmosféricos que pueden acelerar el proceso de corrosión.

Los efectos de la corrosión en los elementos metálicos de las redes eléctricas aéreas de media tensión del alimentador Carolina contiene la reducción de la conductividad con la formación de óxidos y otros productos de corrosión puede afectar la capacidad de los elementos metálicos para transportar electricidad de manera eficiente.

2.3.9 Diferencias en oxidación y corrosión

La oxidación es un proceso químico en el cual un material pierde electrones al reaccionar con el oxígeno. Este proceso puede ocurrir en metales y no metales, y puede ser beneficioso en algunos casos, como en la formación de óxidos protectores en ciertos metales, el óxido se aloja en la capa externa de un metal. (Rubiños, 2018), a diferencia de la corrosión donde este proceso es más negativo en donde el material es afectado con niveles

altos de daños donde podríamos decir que esta se deteriora producto de las reacciones químicas que esta conlleva a su destrucción (Rubiños, 2018).

2.3.10 Fallas en el sistema de distribución eléctrica por la contaminación ambiental.

En la provincia de Santa Elena, una zona costera con alta salinidad en el ambiente, la presencia de salinidad puede provocar diversas fallas en el sistema de distribución eléctrica. Tomando la referencia del estudio realizado en Manta, Manabí (Jurado, 2022), Algunas de las fallas comunes asociadas a la salinidad en esta región incluyen:

2.3.11 Corrosión de equipos y conductores

La salinidad del aire y la presencia de sales en el ambiente marino pueden acelerar el proceso de corrosión en los equipos eléctricos y conductores expuestos, lo que puede debilitar su integridad estructural y reducir su vida útil.

2.3.12 Daños por inundaciones costeras

En áreas costeras con alta salinidad, existe un mayor riesgo de inundaciones costeras durante eventos climáticos extremos, lo que puede causar daños significativos en las redes aéreas de media tensión en el alimentador Carolina en especial las crucetas de hierro se corroen más rápido.

2.3.13 Interferencia electromagnética

La presencia de sales en el ambiente marino puede aumentar la conductividad eléctrica del suelo, lo que a su vez puede causar interferencias electromagnéticas en el sistema de distribución eléctrica y afectar la calidad del suministro de energía.

2.3.14 Presencia de armónicos.

En entornos costeros con alta salinidad, la presencia de armónicos en redes de media tensión se vuelve más problemática debido a la corrosión, la humedad y la exposición a sales en el aire. Estos armónicos, generados por cargas no lineales como variadores, pueden ocasionar diversos problemas como incremento en las pérdidas de potencia, sobretensiones, inexactitudes

en las mediciones, fallos en protecciones eléctricas, deterioro de aislantes e incluso reducción en la vida útil de los equipos (Carlos Alberto Ríos, 2003).

Dentro del contexto existen diferentes fórmulas para calcular las corrientes tanto eficaz como las corrientes fundamentales y un grado de la distorsión armónica (Parra, 2018).

Ecuación 1

$$I_{res} = \sqrt{I_{RMS}^2 - I_1^2}$$

Ecuación 2

$$THDI (\%) = \frac{I_{res}}{I_1} * 100$$

Ecuación 3

$$I_{res} = I_1 * \frac{THDI (\%)}{100}$$

Ecuación 4

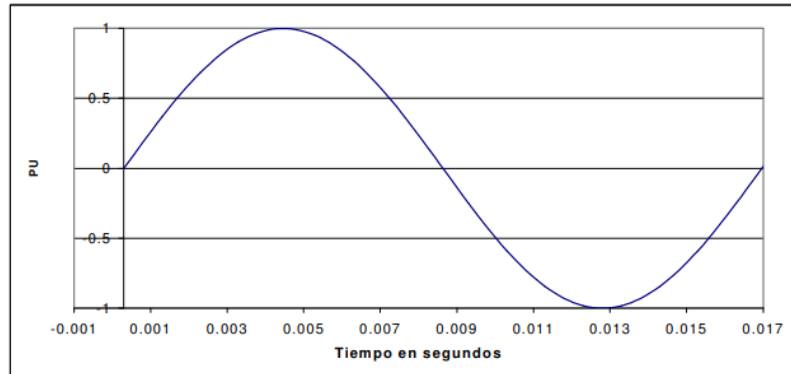
$$I_{res} = I_{RMS} * \sqrt{\frac{THDI (\%)^2}{100^2 + THDI (\%)^2}}$$

Además, para evaluar el impacto de los armónicos en un sistema eléctrico, se utilizan parámetros como el Distorsión Armónica Total (THD), que indica la relación entre la suma de las amplitudes de todos los armónicos y la amplitud del componente fundamental.

Como podemos observar en la *figura 11* podemos observar la onda de tensión del cual debe tener frecuencias y amplitud al igual que una forma sinusoidal con frecuencia de 60 Hz y una amplitud de 1pu.

FIGURA 11.

Onda sin contenido armónico

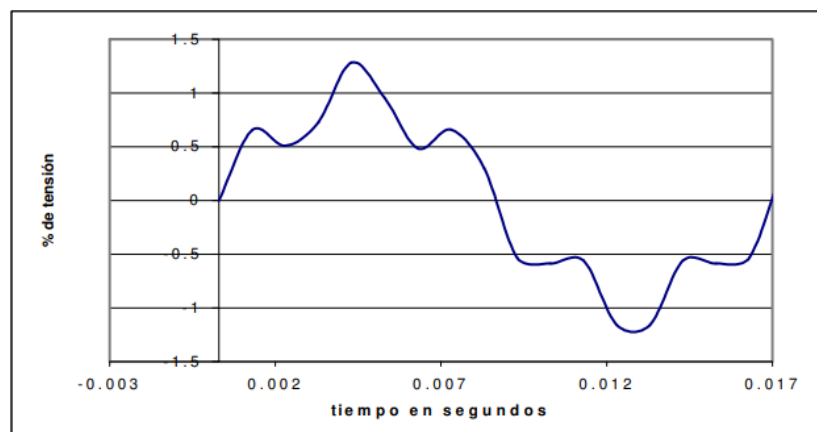


Fuente: Esta figura nos muestra un armónico sin distorsión (Arcila, 2018).
(https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53513948/Armonicos_en_sistemas_electricos)

Cuando existe una forma sinusoidal sin onda periódica tiene contenidos armónicos, lo que puede alterar el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos, en la figura 12 podemos notar que existe un contenido del 30% con 5° de armónicos.

FIGURA 12.

Onda con contenido armónico.



Fuente: Esta figura nos muestra un armónico con distorsión (Arcila, 2018),
(https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53513948/Armonicos_en_sistemas_electricos)

2.3.15 Agresividad salina costera y su fórmula.

Para el autor (Fernández, 2022), en la sociedad actual, el uso intensivo de la energía eléctrica ha generado la necesidad de que las empresas

eléctricas cumplan con criterios estrictos de confiabilidad y seguridad en el suministro eléctrico.

La salinidad en ambientes costeros se puede medir de diferentes maneras, y una de las formas más comunes es a través de la conductividad eléctrica del agua de mar. La relación entre la salinidad y la conductividad eléctrica se puede expresar a través de la siguiente fórmula empírica:

$$\text{Salinidad (ppt)} = 0.465 * \text{Conductividad } (\mu\text{S/cm}) - 0.32$$

En esta fórmula, la salinidad se expresa en partes por mil (ppt) y la conductividad eléctrica se mide en micro Siemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$).

Otra forma de expresar la salinidad en ambientes costeros es a través de la concentración de cloruros en el agua de mar, ya que los cloruros son el principal componente salino. La fórmula para calcular la salinidad a partir de la concentración de cloruros es la siguiente:

$$\text{Salinidad (ppt)} = 1.80655 * \text{Cloruros (mg/L)}$$

En esta fórmula, la salinidad también se expresa en partes por mil (ppt) y la concentración de cloruros se mide en miligramos por litro (mg/L).

2.3.16 Tecnologías innovadoras.

En nuestro estudio de investigación al hablar de nuevas tecnologías se pueden utilizar diversas técnicas de tecnologías innovadoras para mejorar su eficiencia y confiabilidad del servicio eléctrico las zonas costeras, así como menciona el autor (Carlos Solís, 2018), entre ellas:

Monitoreo en tiempo real: Este enfoque implica el uso de sensores inteligentes distribuidos a lo largo de la red eléctrica de este alimentador Carolina, para recopilar datos en tiempo real sobre variables como la corriente, voltaje, temperatura y estado de los equipos. Estos datos son enviados a un centro de control donde se analizan para detectar posibles problemas y tomar decisiones rápidas y efectivas.

Estas tecnologías innovadoras son fundamentales para mejorar la eficiencia operativa y la confiabilidad del sistema eléctrico en ambientes costeros del Ecuador en especial la zona costera de Punta Carnero de la península de Santa Elena.

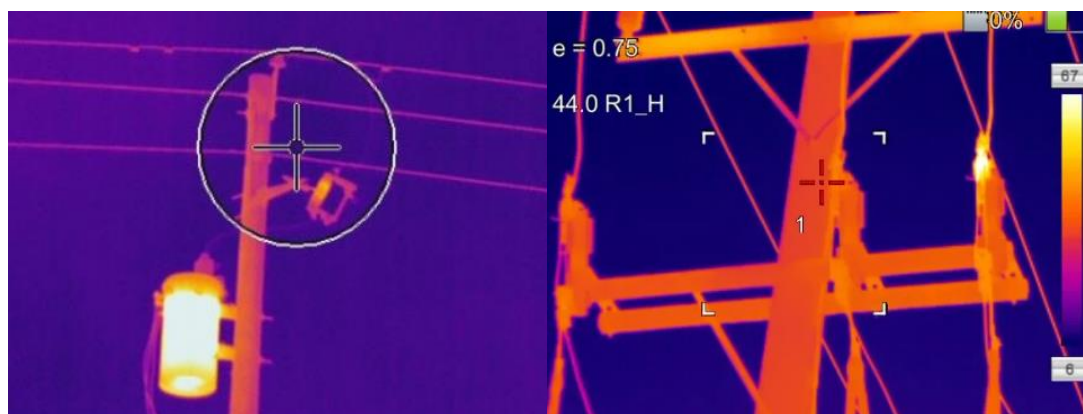
2.3.17 Termografía.

Para el autor (Morales, 2019), para avalar un riesgo de posible falla en el sistema de distribución de un sistema primario es necesario mencionar que se debe realizar por medio de termografía.

En la empresa eléctrica los técnicos de las áreas de distribución, calidad y mantenimiento eléctrico utilizan estos equipos avanzados para identificar las fallas por medio de fotografías con la cámara tomográfica, esta hace que se refleje en un informe donde se muestra en las figuras en infrarrojo los puntos calientes que se generan por diversos factores de corrosión o mal contacto entre otros. (Morales, 2019), ver figura 13 donde se visualiza un punto caliente en la parte superior del seccionador de 100 amperios.

FIGURA 13.

Punto caliente con equipo termográfico en redes de media tensión.



Fuente: (EMATEC, 2017).

2.4 Estructuras utilizadas en redes de media tensión.

En CNEL (Corporación Nacional de Electricidad) y en general en redes de media tensión, se utilizan diversas estructuras eléctricas para garantizar la distribución segura y eficiente de la energía eléctrica (CNEL EP Catálogo electrónico, 2024). Algunas de las estructuras más comunes que se emplean en redes de media tensión son:

- **Postes de concreto u hormigón armado:** Son estructuras verticales de concreto reforzado que se utilizan para soportar los conductores eléctricos en las redes de distribución. Estos postes proporcionan la altura necesaria para mantener los conductores a una distancia segura del suelo y de otras estructuras
- **Transformadores aéreos:** Son dispositivos que se instalan en postes o torres y se utilizan para transformar la energía eléctrica de media tensión a baja tensión, adecuada para su distribución a los usuarios finales.

Además de las estructuras eléctricas mencionadas anteriormente, en redes de media tensión como las de CNEL, se utilizan otros equipos y dispositivos para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema eléctrico. Algunos de estos equipos son:

- **Seccionadores:** Son dispositivos que se instalan en las líneas de distribución y permiten abrir y cerrar circuitos eléctricos de forma segura para mantenimiento o en caso de fallas estos pueden ser de diferentes amperajes como de 100 amperios o 300 amperios los más utilizados en el campo técnico para el sistema de red troncal.
- Otros equipos utilizados en la península son los interruptores, transformadores de potencia en las subestaciones con entradas de voltaje de 69 Kv, los pararrayos utilizados para proteger sobre una sobre corriente y protección para las personas y edificios además de mencionar la puesta a tierra (CNEL EP Catálogo electrónico, 2024).

2.4.1 Conductores

Su función principal es el transportar la corriente de fases.

Unos de los conductores más utilizados en CNEL para este estudio son los de tipo aluminio como AAC y tipo ACSR tanto de aluminio como el cobre.

Para el conductor aluminio AAC **que en sus siglas significa** (Conductor de aleación de aluminio) o también ASC (Conductor de hilo de aluminio) son conductores utilizados para el transporte de energía de un punto a otro. Para nuestro estudio se utiliza en conductor aluminio con calibre 4/0 ya

que estos son muy resistentes a la corrosión para estos ambientes costeros ya que son más livianos en su peso y mejor maniobrabilidad siendo flexibles.

FIGURA 14.

Conductor aluminio 4/0 de 7 hilos, utilizado en Alimentador Carolina.



Fuente: En la figura se divisa un conductor de aluminio de 7 hilos (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

En los conductores aluminio tipos ACSR que en sus siglas significa (conductor de aluminio con refuerzo de acero) su particularidad en su centro tiene un cable de acero reforzado para soportar mayores tensiones mecánicas cuando se realice tiemples en los tramos de 6 a 7 postes o de acuerdo a su distancia estipuladas entre vanos de 80 a 100 metros.

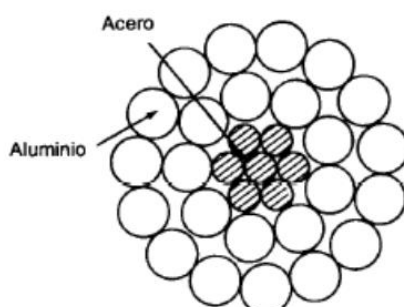
La combinación de acero y aluminio en los conductores ACSR les confiere una alta resistencia mecánica, necesaria para soportar la tensión y el peso propios de las líneas de distribución eléctrica a larga distancia. El acero proporciona la fuerza estructural requerida, mientras que el aluminio garantiza una buena conductividad eléctrica (Francisco Espín, 2009)

Estos pueden ser de 19 hilos como de 7 hilos en la capa externa y en la capa interna tiene hilo de acero entre 7 a 1 hilo dependiendo del cable a utilizar, en las líneas de media tensión utilizados en CNEL Santa Elena son de calibres 4/0, 3/0, 2/0, 1/0.

En CNEL EP Santa Elena los técnicos especializados en la construcción de la red de media tensión en 13.8 Kv de las diferentes alimentadoras, utilizan calibres de conductores 4/0 para las troncales, conductores 3/0, 2/0 y 1/0 para derivaciones monofásicas como trifásicas con amperajes que oscilan entre 50 a 80 amperios.

FIGURA 15.

Estructura del conductor aluminio ACSR



Fuente: En la figura se observa las dos partes del conductor tanto aluminio y acero en el centro, (Francisco Espín, 2009).

Dentro de las estructuras en media tensión podemos encontrar las utilizadas habitualmente en los proyectos eléctricos en CNEL EP Santa Elena, entre ellas tenemos:

Tabla 5.

Estructuras utilizadas habitualmente en CNEL

| Ítems | Estructuras | Descripción |
|-------|-------------|--|
| 1 | EST-3SP | Estructura trifásica semicentrada pasante o tangente |
| 2 | EST-3SA | Estructura trifásica semicentrada angular |
| 3 | EST-3SR | Estructura trifásica semicentrada retenida |
| 4 | EST-3SD | Estructura trifásica semicentrada en retención doble |
| 5 | EST-3VP | Estructura trifásica volada pasante o tangente |
| 6 | EST-3VA | Estructura trifásica volada angular |
| 7 | EST-3VR | Estructura trifásica volada retenida |
| 8 | EST-3VD | Estructura trifásica volada en retención doble |
| 9 | EST-1CP | Estructura monofásica centrada pasante |
| 10 | EST-1CA | Estructura monofásica centrada angular |
| 11 | EST-1CR | Estructura monofásica centrada en retenida |
| 12 | EST-1CD | Estructura monofásica centrada con retención doble |
| 13 | EST-1EP | Estructura neutro pasante en MV. |
| 14 | EST-1ER | Estructura neutro-retenida en MV. |
| 15 | EST-1ED | Estructura para neutro con doble retención en MV |

Nota: En la tabla se describe las siglas de las estructuras en media tensión y que significa (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

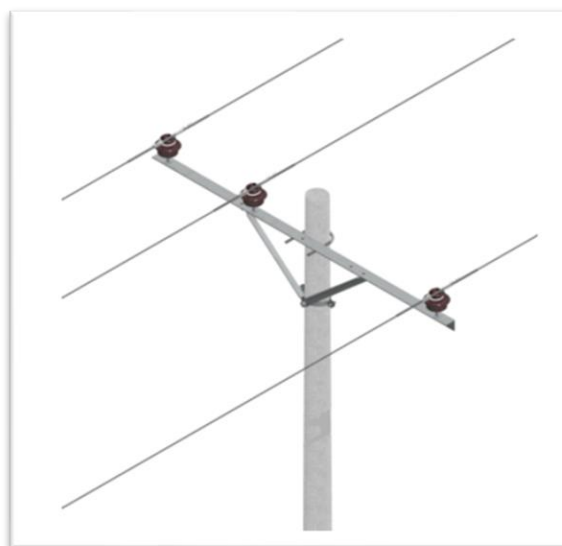
2.4.2 Estructura trifásica semicentrada pasante o tangente

Por la homologación de unidades de propiedad del Ministerio de Electricidad existen estructuras que son utilizados en media voltaje para redes trifásicas aéreas, en el alimentador Carolina esta es una de las más utilizadas y está catalogada como ESV-3SP.

Esta estructura contiene una cruceta de hierro galvanizado de 2.40 metros de largo, perno pin, pie de amigo 28', abrazadera, perno U, alambre de ataduras, los aisladores pin estos pueden varias según el requerimiento técnico por parte de los supervisores previo a análisis en campo, estas pueden ser de 2 faldas a 1 falda en los aisladores 56-1 o 56-2, estos dos parámetros son utilizados habitualmente en CNEL EP, ver figura 16.

FIGURA 16.

ESV-3SP (Estructura semicentrada pasante)



Nota: En la figura se observa físicamente la estructura (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

2.4.3 Estructura trifásica pasante angular.

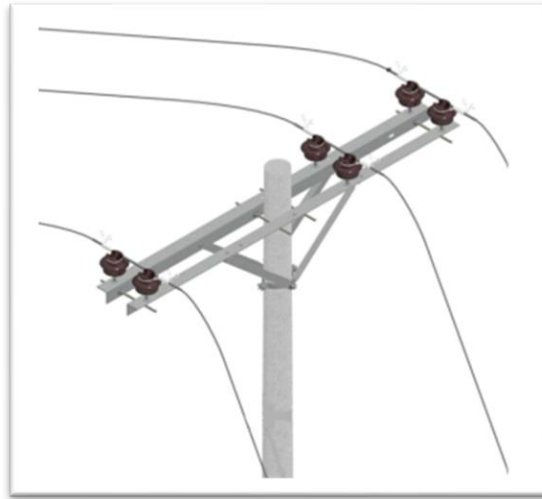
La estructura en angular también es utilizada para soportar el peso de las líneas cuando estas quiebran en diagonal como se observa en la figura 16.

Esta estructura contiene 2 crucetas de hierro, aisladores pin 56-1 o 56-2, perno pin DE 5/8, pie de amigo perfil L de 700 mm, abrazaderas dobles de

6 ½ doble, perno carraje, adicional de 1 tensor a tierra ya que tiene ángulo de inclinación, ver figura 17.

FIGURA 17.

ESV-3SA (Estructura semicentrada angular)



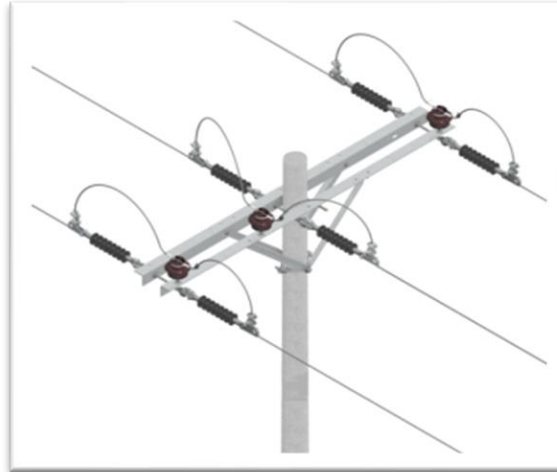
Nota: En la figura se observa físicamente la estructura (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

2.4.4 Estructura trifásica doble retenida.

Esta estructura es utilizada comúnmente para el temple de conductores de un tramo, este contiene crucetas metálicas de 2.40 metros, aisladores polímeros DS-28', tuerca de ojo de 5/8, pie de amigo 28', abrazaderas, aisladores pin, perno carraje, pernos de ojo, grapas tipo mordaza PG 57 para conductor 4/0 de aluminio, ver figura 18.

FIGURA 18.

ESV-3SD (Estructura semicentrada doble)



Nota: En la figura se observa físicamente la estructura doble retenida (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

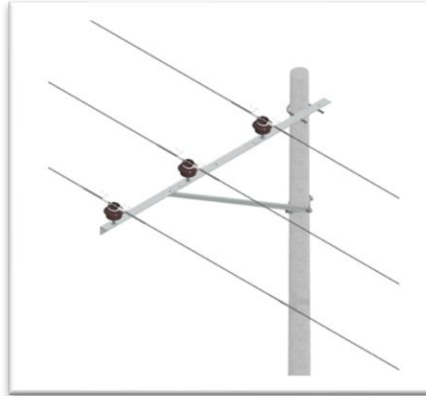
2.4.5 Estructura trifásica pasante en volada

Esta estructura se utiliza en las ocasiones donde las redes de media tensión deben estar más alejadas de los edificios tanto una distancia prudente evitando riesgos.

Esta estructura también contiene una cruceta de hierro galvanizado de 2.40 metros de largo, aisladores pin, perno pin, abrazadera, perno U, alambre de ataduras, a diferencia de la ESV-3SP este utiliza un pie de amigo más largo con medidas de 71''. Ver figura 19.

FIGURA 19.

ESV 3VP (Estructura semicentrada en volada)



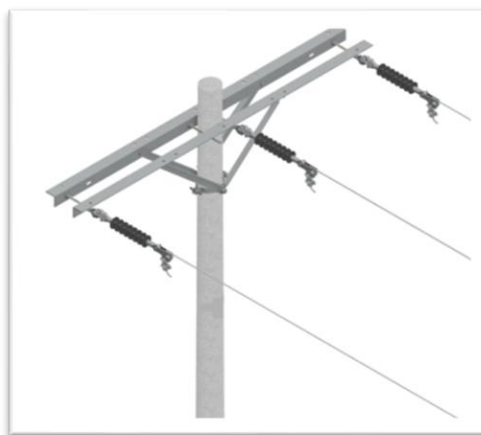
Nota: En la figura se observa físicamente la estructura en volada utilizada en zona urbana, (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

2.4.6 Estructura trifásica retenida.

Esta estructura es utilizada para las derivaciones para alimentación en arranques. Este contiene 2 crucetas de hierro galvanizado, pie de amigo 28'', perno de ojo de 5/8', pernos rosca corrida de 12'' para 5/8', aislador polímero DS28 y grapas mordaza tipo pistola PG-57 para conductor aluminio 4/0 y PG 46 para conductores de calibres de 6 a 2/0. Ver figura 20

FIGURA 20.

ESV-3SR (Estructura semicentrada retenida)



Nota: En la figura se observa físicamente la estructura en volada utilizada en zona urbana (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

2.4.7 Estructura para neutro en MT pasante.

Esta estructura se utiliza para el soporte del neutro en media tensión, esta estructura contiene una abrazadera de 5 ½, un bastidor de 1 vía, 1 aislador rollo y alambre para ataduras. Ver figura 21.

FIGURA 21.

EST-1EP (Estructura pasante neutro).



Nota: En la figura se observa físicamente la estructura pasante neutro del sistema eléctrico, (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

2.4.8 Estructura neutra en MT retenida.

Esta estructura también es utilizada para el soporte del neutro en media tensión en retención de un solo extremo, esta estructura contiene una abrazadera de 5 ½, un bastidor de 1 vía, 1 aislador rollo y alambre para ataduras. Ver figura 22.

FIGURA 22.

EST-1ER (Estructura retenida para neutro).



Nota: Se divisa una estructura retenida (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

2.4.9 Estructura neutra en MT doble retenida.

Habitualmente los técnicos de CNEL utilizan este tipo de estructura ya que necesitan realizar el tiempe en los dos extremos, a diferencia de la estructura 1ER, esta es doble de lado y lado de un poste en la parte superior. Esta estructura tiene materiales como una abrazadera doble de 5 ½, 2 bastidores de 1 vía, 2 aislador rollo y alambres flexibles para ataduras de aluminio. Ver figura 23.

FIGURA 23.

EST-1ED (Estructura doble retenida para neutro).



Nota: Imagen que muestra una estructura doble para neutro de media tensión (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

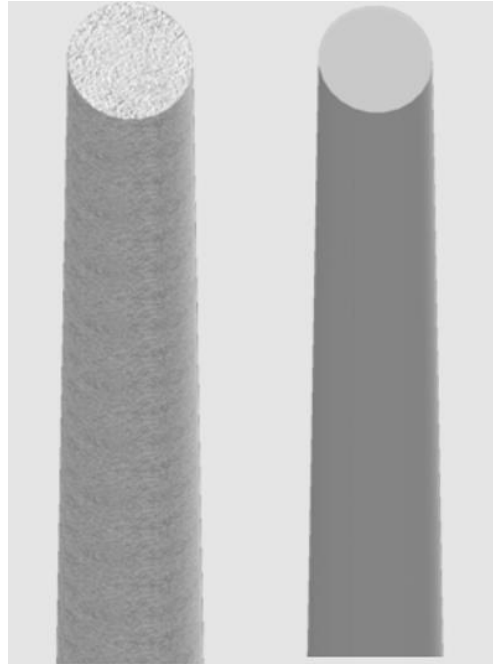
2.4.10 Postes utilizados en alimentador Carolina.

Los postes utilizados en CNEL en este tipo de ambiente costeros son de hormigón armado y fibra de vidrio reforzado de 12 metros de altura.

Los postes de hormigón armado de 12 metros de 500 kg tienen mayor resistencia de tensión mecánica además las varillas internas son de hierro negro, depende mucho de la calidad de los materiales para su elaboración para medir su vida útil como se visualiza en la figura 24.

FIGURA 24.

Postes de 12 metros, concreto y fibra de vidrio



Fuente: (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

Las características de los postes de fibra de vidrio mayormente utilizados en el perfil costanero es que son más livianos, resistentes a ambientes extremos.

Aunque su desventaja radica en que sus precios son más elevados que un poste de hormigón ya que estos cuestan 3 veces más.

2.5 Variable de investigación: Calidad y continuidad del servicio eléctrico.

Para continuar la investigación de estudio tenemos que analizar la variable dependiente y comprender más a detalle las diferentes terminologías de la calidad y continuidad del servicio eléctrico con relación al servicio recibo por los usuarios.

2.5.1 Calidad del servicio eléctrico.

Para el autor (José Carrasco, 2020) en su libro la “calidad del servicio eléctrico en América Latina” nos argumenta en su estudio que se ha aumentado en porcentajes del 88 y 97% entre 2022-2018 en la provisión de energía de manera útil pero para llegar a este punto el servicio debe ser

confiable como seguro, y es allí donde las grandes empresas emisoras de la distribución de energía no tienen gran calidad, por lo que obliga a las industrias abastecerse de energía por medio de generadoras particulares que aumentan sus costos teniendo gran impacto económico y social.

2.5.2 Continuidad del servicio eléctrico.

La continuidad a su vez en la calidad este se refiere que el servicio de energía eléctrica siempre tiene que estar activo en todo momento para el abastecimiento de energía a los usuarios residenciales como industriales en la península. (Paitan, 2021).

2.5.3 Usuario de CNEL EP

En el glosario de CNEL EP en sus definiciones indica que el usuario final o consumidor es el cliente que se beneficia del servicio eléctrico que dota la empresa eléctrica, ellos consumen la energía donde al finalizar el mes pagan de manera puntual por el servicio brindado reflejado en costos de sus planillas. (Corporación Nacional de Electricidad, 2024).

2.5.4 Impacto del usuario final.

Por las causas de la alta salinidad de la zona costera que embarga el sector de Punta Carnero se define que existen varios aspectos que afectan directamente al usuario final de CNEL entre ellas tenemos: La corrosión de equipos y sus estructuras, interrupciones del servicio eléctrico y la necesidad de realizar mantenimientos constantes.

2.5.5 Condiciones Climáticas.

Según en INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) en el Ecuador, en zonas costeras del Ecuador (INAMHI, 2024), se pueden experimentar condiciones climáticas específicas que pueden afectar el sistema eléctrico en media tensión. Algunos de los factores climáticos relevantes en estas zonas y su impacto en el sistema eléctrico incluyen la humedad, salinidad, vientos fuertes y tormentas y por último las altas temperaturas.

Para evaluar el impacto de estas condiciones climáticas en el sistema eléctrico en media tensión, se pueden considerar algunos parámetros y fórmulas

relevantes, como, por ejemplo el índice que humedad relativa del aire en la zona costera de Punta Carnero, el índice de corrosión donde se evalúa el nivel de corrosión que afecta las estructuras trifásicas y por último se debe realizar un análisis de la carga como la temperatura de todos los equipos instalados en estas condiciones extremas.(INAMHI, 2024).

2.5.6 Mantenimientos inadecuados afectan al usuario.

La seguridad se ve comprometida cuando las infraestructuras eléctricas no reciben el mantenimiento necesario. Cables sueltos, postes inestables y otros problemas derivados de un mantenimiento deficiente representan riesgos significativos para la integridad física tanto de los usuarios finales en esta zona costera como de quienes puedan estar cerca de estas instalaciones (Hernández, 2018).

Además, la calidad deficiente de la energía es otro efecto perjudicial derivado de un mantenimiento insuficiente en las redes eléctricas aéreas. Las fluctuaciones de voltaje y las caídas en la tensión pueden dañar equipos electrónicos sensibles como los electrodomésticos, ocasionando pérdidas económicas para los usuarios finales y reduciendo la vida útil de sus dispositivos eléctricos.

2.6 MARCO LEGAL. – NORMATIVAS

2.6.1 Servicio básico de electricidad.

Dentro de nuestra investigación debemos conocer los fundamentos legales del servicio de energía eléctrica que el usuario recibe por parte de CNEC EP y cuáles son los alineamientos que deben seguir según regulaciones y entes de control.

En la constitución de la República del Ecuador como se indica principalmente el art. 314 (CONGRESO NACIONAL, 2021) donde se argumenta que el estado debe dotar de todos los servicios básicos entre ello la electricidad como punto primordial.

Por otro lado, el artículo 15, de la Constitución de la República del Ecuador añade que corresponde al Estado Ecuatoriano *“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 del Ecuador, 2017-2021).

Para la autora (Benítez, Johana Pesantez, 2019) en el art. 36 del reglamento a la Ley Orgánica de Servicio Público de energía eléctrica menciona que son derechos de los consumidores recibir el servicio de energía en las siguientes causales como recibir una factura mensual esta puede ser digital o física, realizar reclamos por la discontinuidad del servicio recibido recibir información adecuada del ente dotador, recibir respuestas inmediatas por parte de CNEL EP UN STE y por ultimo ser indemnizado económicamente siguiendo un protocolo en las normas de CNEL para el reembolso respectivo en caso de averías de los electrodomésticos afectados por la interrupción de energía y fallas en el sistema de distribución eléctrica del alimentador Carolina.

2.6.2 Regulaciones ambientales.

En el manual de buenas prácticas ambientales emitido por CNEL EP (CNEL Corporativo, 2021), menciona que se debe seguir con protocolos establecidos para la construcción en redes eléctricas aéreas de distribución además de reducir el consumo de recursos para se analiza varias resoluciones emitidas por ARCERNNR donde nos indican las normas y directrices para la construcción de redes en diferentes ambientes costeros que a continuación se detallan:

2.6.3 Resolución Nro. ARCERNNR-003/2023

Para el estudio de investigación también se debe comprender la resolución ARCERNNR-003/2023 donde el objetivo general es establecer, normas, indicadores límites de calidad del servicio eléctrico.

Para esto en esta resolución se establece relaciones con las definiciones concretas de términos utilizados en CNEL EP, además esta resolución establece los procedimientos que deben emplearse para la medición, evaluación, registros cumplidos por la entidad emisora (CNEL Resolución, 2023). Además, dentro esta resolución se plantea seguir las

normativas donde se brinda una calidad del servicio eléctrico prestado y el no cumplimiento repercute a sanciones.

2.6.4 Resolución Nro. ARCERNNR-07/2020

En la esta resolución para nuestro estudio se emplean normas más globales en cuanto a la tensión de debe emplearse para la construcción de redes eléctricos, así como sus mantenimientos regidos por procedimientos descritos en el documento, por su parte las obligaciones técnicas que tiene la distribuidora como es CNEL para dotar de servicio eléctrico a la ciudadanía de manera continua y de calidad.

Se emplea los parámetros de voltaje donde existen tablas referenciales como guía de procedimiento para voltajes nominales, el nivel de voltaje, límites e índices de cargas y armónicos (ARCERNNR 017, 2020).

2.6.5 Regulación 053/18. Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica.

Entre los aspectos que aborda la regulación se encuentran los **parámetros de calidad que define** los indicadores que las empresas deben cumplir en términos de continuidad del servicio, como la frecuencia y duración de interrupciones. Por su parte los **derechos de los usuarios** establecen derechos y obligaciones tanto para los consumidores como para las empresas distribuidoras, promoviendo la transparencia y la atención al cliente. (ARCONEL, 2018).

2.6.6 Norma internacional ISO 50001

En la práctica eléctrica en la península se basan por la norma ISO 50001, un estándar internacional para sistemas de gestión de energía y se ha convertido en una herramienta crucial para las organizaciones que buscan mejorar su eficiencia energética y reducir su impacto ambiental. Esta norma proporciona un marco sólido y estructurado que guía a las empresas en la implementación de prácticas y procesos destinados a optimizar su consumo de energía.

2.6.7 Frecuencia media de interrupción (*FMIK*).

Para (ACERNNR, 2020) en la resolución No. 017-2020 menciona que representa el número promedio del servicio por *kVA* nominal instalado durante el período de control (mensual o anual), dentro del mismo señaló que se realiza de acuerdo con la siguiente fórmula calculada.

Ecuación 5

$$FMIK_i = \frac{kVA_i}{kVA_{Ti}} \quad FMIK = \sum_i FMIK_i$$

2.6.8 Tiempo total de interrupción (*TTIK*).

Para (ACERNNR, 2020) en la resolución No. 017-2020, representa el tiempo promedio en horas que cada *kVA* instalado estuvo inactivo, durante el período de control (mensual o anual), esto se calcula con la siguiente fórmula.

Ecuación 6

$$TTIK_i = \frac{kVA_i * t_i}{kVA_{Ti}} \quad TTIK = \sum_i TTIK_i$$

Para entender las siglas debemos conocer cada uno de sus conceptos.

FMIK_i = Frecuencia promedio de roturas por *kVA* nominal.

TTIK_i = Tiempo en sumatoria general de interrupción por *kVA* nominal por salida.

kVA_i = *kVA* nominal fuera de servicio en el sistema de distribución *kVA_{Ti}* = *kVA* nominales total instalado en una red eléctrica del alimentador Carolina.

3 CAPITULO. SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL DEL ALIMENTADOR CAROLINA SECTOR PUNTA CARNERO.

Para profundizar más el tema de estudio se debe conocer el estado actual de la estructuras y conductores que pertenecen al alimentador Carolina y para ello explican en los siguientes:

3.1 Zona geográfica de estudio.

Nuestro campo de estudio se centra en el Ecuador, Provincia de Santa Elena en las Playas de Punta Carnero, al norte con el cantón La Libertad, al

sur con la playa Punta Carnero, al este con el cantón Salinas y al oeste con el sector Punta carnero. En la figura 25 se puede divisar una línea roja que representa el sitio donde están ubicadas las redes aéreas de media tensión (red trifásica troncal).

FIGURA 25.

Playa de Punta Carnero



Fuente: Google Maps 2024.

En la figura 26 se aprecia una panorámica de las redes aéreas trifásicas del alimentador Carolina, donde se observa que estas redes se encuentran instaladas a 50 metros de zona costera y están expuestas a condiciones ambientales adversas, como la salinidad y la agresividad del aire marino, que pueden afectar su durabilidad y funcionamiento de las redes eléctricas como sus estructuras.

FIGURA 26.

Panorámica de las redes trifásicas aéreas actuales.



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

3.2 Subestación Carolina

El alimentador Carolina con voltajes de 13.800 voltios (13.8 kV) proviene de una subestación eléctrica con el mismo nombre, donde esta subestación ingresan voltajes de 69 kv y esta energía es transformada por el transformador de potencia de 10/12 MVA a voltajes de 13.800 voltios donde se deriva el alimentador de se está investigando.

FIGURA 27.

S/E Carolina donde se deriva el alimentador troncal con el mismo nombre.



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

Dentro del estudio en la Subestación Carolina ya que de allí se deriva el alimentador del mismo nombre, las cargas habituales desde los meses de enero a junio del 2024 con las siguientes en la tabla 6.

Tabla 6.

Valores de cargabilidad de la Subestación Carolina.

| No. | UNIDAD DE NEGOCIO | S/E | Transf. | [MVA] OA | [MVA] FOA | DEMANDA MAX REGISTRADA MES (MW) | FACTOR DE POTENCIA |
|---------|-------------------|----------|---------|----------|-----------|---------------------------------|--------------------|
| ENERO | SANTA ELENA | CAROLINA | T1 | 10,00 | 12,50 | 9,97 | 0,93 |
| FEBRERO | SANTA ELENA | CAROLINA | T1 | 10,00 | 12,50 | 10,19 | 0,96 |
| MARZO | SANTA ELENA | CAROLINA | T1 | 10,00 | 12,50 | 10,43 | 0,96 |
| ABRIL | SANTA ELENA | CAROLINA | T1 | 10,00 | 12,50 | 8,91 | 0,96 |
| MAYO | SANTA ELENA | CAROLINA | T1 | 10,00 | 12,50 | 7,46 | 0,96 |
| JUNIO | SANTA ELENA | CAROLINA | T1 | 10,00 | 12,50 | 6,19 | 0,95 |

Fuente: En la tabla se aprecia la demanda máxima de la Subestación Carolina, (CNEL CENTRO DE CONTROL, 2024).

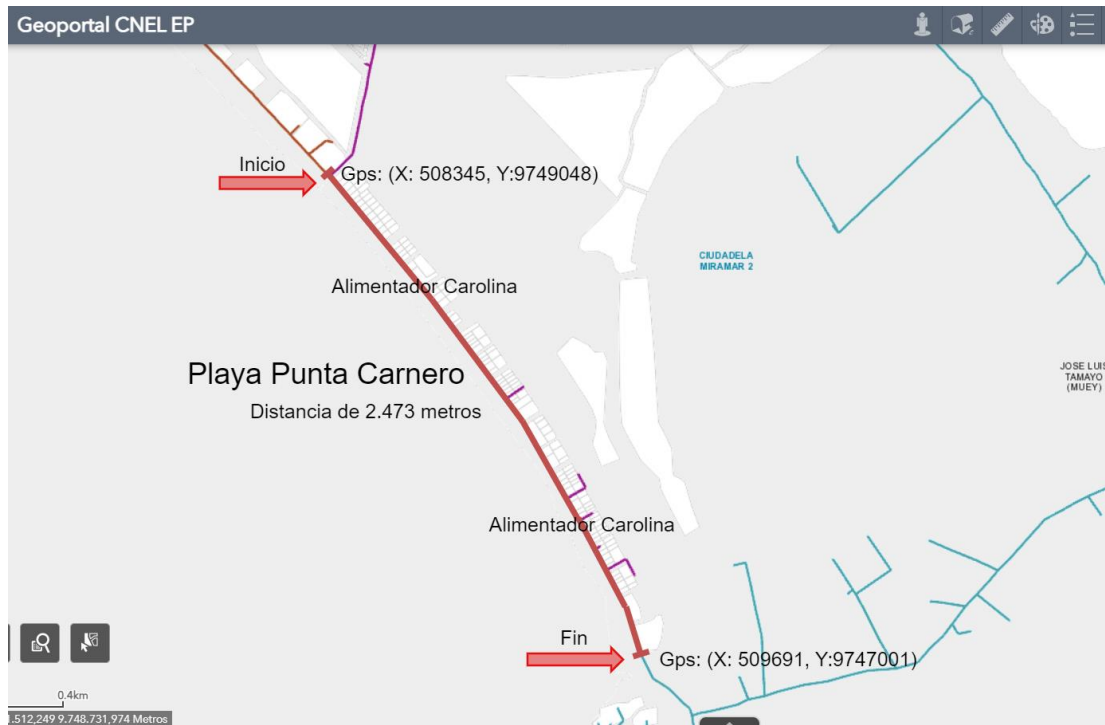
3.3 Alimentador Carolina, extensión del sistema de distribución.

El alimentador Carolina tiene un alcance total de extensión de 7.241 metros, donde un 35 % de estas líneas trifásicas con una extensión de 2.473 metros se encuentran ubicadas a 50 metros de la playa donde esta última es nuestra base de estudio, las redes trifásicas más cercanas y afectadas por la agresividad costera.

En los planos utilizados dentro de la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP utiliza la herramienta GEOPORTAL, donde se puede divisar las redes existentes parte del alimentador carolina en voltajes de 13.800 voltios (13.8 kV) como se observa en la figura 28.

FIGURA 28.

Alimentador Carolina sector Punta Carnero



Fuente: Geoportal Web SIG CNEL EP, elaborado por Michael Ramírez, 2024.

3.4 Carga actual.

Para conocer el estado actual de la carga del alimentador Carolina se debe tener un análisis de su carga habitual de consumo, como se visualiza en la *tabla 7*.

A continuación, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 7.

Carga promedio Alimentador Carolina

| | UNIDAD DE NEGOCIO | SUBESTACIÓN | NOMBRE DEL ALIMENTADOR | Demanda Mínima [MW] | Demanda Media [MW] | Demanda Máxima [MW] | FACTOR DE POTENCIA |
|---------|-------------------|-------------|------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| ENERO | SANTA ELENA | CAROLINA | PASEO | 0,649 | 1,501 | 2,620 | 0,96 |
| | | | CAROLINA | 1,552 | 1,975 | 2,322 | 0,95 |
| | | | PUNTA CARNERO | 1,583 | 2,475 | 3,408 | 0,95 |
| | | | MUNICIPIO | 0,599 | 1,472 | 2,231 | 0,99 |
| FEBRERO | SANTA ELENA | CAROLINA | PASEO | 0,727 | 1,660 | 2,863 | 0,95 |
| | | | CAROLINA | 1,541 | 2,045 | 2,749 | 0,94 |
| | | | PUNTA CARNERO | 1,294 | 2,719 | 3,735 | 0,94 |
| | | | MUNICIPIO | 0,524 | 1,588 | 2,984 | 0,98 |
| MARZO | SANTA ELENA | CAROLINA | PASEO | 0,407 | 1,656 | 2,763 | 0,95 |
| | | | CAROLINA | 0,367 | 1,094 | 2,610 | 0,90 |
| | | | PUNTA CARNERO | 0,894 | 1,952 | 3,425 | 0,95 |
| | | | MUNICIPIO | 0,142 | 1,691 | 3,354 | 0,98 |
| ABRIL | SANTA ELENA | CAROLINA | PASEO | 0,698 | 1,680 | 4,681 | 0,98 |
| | | | CAROLINA | 0,401 | 0,750 | 1,017 | 0,93 |
| | | | PUNTA CARNERO | 1,022 | 1,639 | 4,789 | 0,95 |
| | | | MUNICIPIO | 0,929 | 1,651 | 4,511 | 0,99 |
| MAYO | SANTA ELENA | CAROLINA | PASEO | 0,462 | 1,441 | 2,540 | 0,95 |
| | | | CAROLINA | 0,265 | 0,655 | 0,908 | 0,92 |
| | | | PUNTA CARNERO | 0,894 | 1,443 | 2,295 | 0,96 |
| | | | MUNICIPIO | 0,684 | 1,404 | 2,158 | 0,99 |
| JUNIO | SANTA ELENA | CAROLINA | PASEO | 0,109 | 1,247 | 2,808 | 0,94 |
| | | | CAROLINA | 0,300 | 0,578 | 2,894 | 0,93 |
| | | | PUNTA CARNERO | 0,757 | 1,191 | 1,654 | 0,91 |
| | | | MUNICIPIO | 0,651 | 1,167 | 1,711 | 0,99 |

Nota: La tabla demuestra las cargas habituales en demanda mínima, demanda media y demanda alta (CNEL CENTRO DE CONTROL, 2024).

3.5 Materiales y equipos instalados.

Haciendo referencia a la figura. 28 existen 2.473 metros de redes trifásicas aéreas en media tensión que pasan a 40 metros de la playa como

se graficó en la ilustración, estas redes contienen equipos como estructuras metálicas, postes tanto de hormigón como de fibras de vidrio, materiales aislantes, transformadores, estructuras para neutros, derivaciones trifásicas como monofásicas, cantidad de conductor instalado en 4/0 y 1/0. Ver tabla 8.

Tabla 8.

Totales de materiales instalados.

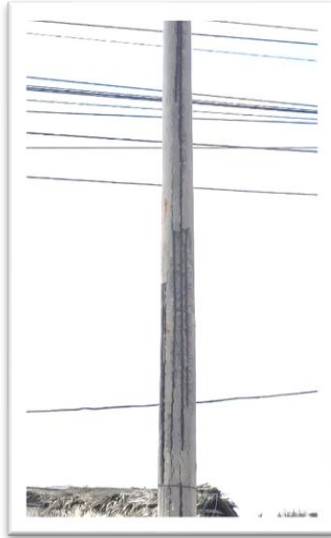
| Descripción | Tensión | Cantidad | Unidad |
|--|----------------|-----------------|---------------|
| Postes de H.A de 12 metros. | Medio voltaje | 54 | C/U |
| Postes de Fibra de vidrio de 12 metros | Medio voltaje | 11 | C/U |
| Estructura 3SP | Medio voltaje | 53 | C/U |
| Estructura 3SV | Medio voltaje | 6 | C/U |
| Estructura 3SR arranques | Medio voltaje | 4 | C/U |
| Estructura 3SD | Medio voltaje | 6 | C/U |
| Estructura 1EP | Medio voltaje | 59 | C/U |
| Estructura 1ER | Medio voltaje | 6 | C/U |
| Estructura 1ED | Medio voltaje | 5 | C/U |
| Transformador de 15 kVA | Medio voltaje | 1 | C/U |
| Transformador de 25 kVA | Medio voltaje | 3 | C/U |
| Transformador de 37,5 kVA | Medio voltaje | 8 | C/U |
| Transformador de 50 kVA | Medio voltaje | 19 | C/U |
| Seccionadores Bypass | Medio voltaje | 1 | C/U |
| Derivaciones Trifásicas | Medio voltaje | 5 | C/U |
| Derivaciones Monofásicas | Medio voltaje | 4 | C/U |
| Tensor a Tierra | Medio voltaje | 14 | C/U |
| Tensor Farol | Medio voltaje | 3 | C/U |
| Conductor Cu 2/0 | Medio voltaje | 7,419 | Metros |
| Conductor Cu 1/0 | Medio voltaje | 2,473 | Metros |

Nota: Elaborado por el autor Michael Ramírez, 2024.

3.6 Efectos de la corrosión en postes de hormigón armado.

FIGURA 29.

Poste de hormigón armado de 12 metros en mal estado

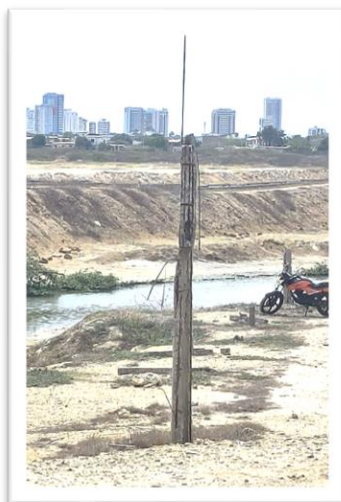


Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

En la *imagen 29*, se aprecia que el hormigón del poste de 12 metros de 500 kg y se encuentra con fisuras, ya que las varillas internas se corroen internamente por la contaminación y brisa marina creando el efecto de esponja en las varillas donde hace que el concreto se parta y el poste pierda su firmeza, además de deformaciones.

FIGURA 30.

Poste totalmente afectado por la salinidad

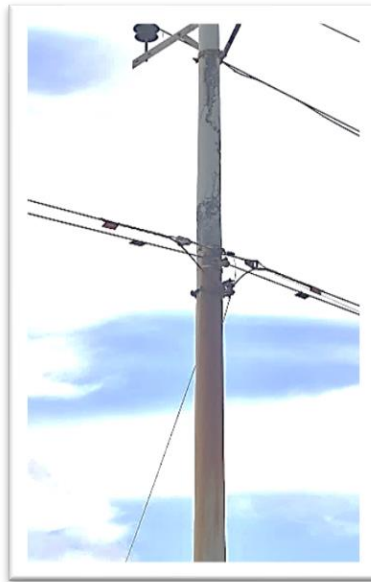


Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

En la *imagen 30*, se observa un poste totalmente afectado en un 100% por los efectos de la contaminación ambiental y salinidad. Estos postes por seguridad no puede ser retirado por factores de seguridad del personal ademas las maniobras de retiro con vehiculos pesados dificulta su retiro por la nivel de deteriro.

FIGURA 31.

Poste de fibra de vidrio en mal estado.



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

En la imagen 31, se visualiza un poste de fibra de vidrio afectado en un 30% por los efectos de la contaminación ambiental y salinidad.

Los postes de fibra de vidrio son conocidos por su resistencia y durabilidad, pero pueden verse afectados por la humedad en ciertas condiciones.

La humedad causa campos electromagnetos mediante la inducción ocasionando pequeñas descargas que afectan el poste quemandolo internamente como externamente, ademas la humedad crea la corrosión.

3.7 Efectos de la corrosión en las estructuras en media tensión.

Uno de los efectos más significativos de la salinidad es la aceleración del proceso corrosivo. La presencia de sales, especialmente cloruros, aumenta la conductividad eléctrica del agua en las superficies metálicas.

Esto genera condiciones propicias para la formación de celdas galvánicas, donde se producen reacciones electroquímicas que intensifican el deterioro del material.

A medida que las estructuras se ven expuestas a estos elementos corrosivos, se produce una pérdida gradual de resistencia que puede llegar a ser crítica en las estructuras metálicas en en líneas trifásicas.

Los recubrimientos protectores aplicados a estas estructuras son vulnerables a la degradación en ambientes salinos. Aunque estos recubrimientos están diseñados para ofrecer una barrera contra la corrosión, su efectividad disminuye con el tiempo debido a la acción agresiva del ambiente costero de la península de Santa Elena.

Cuando estos recubrimientos fallan, el metal subyacente queda expuesto y se convierte en blanco fácil para el ataque corrosivo en las crucetas, pernos y demas aditamientos eléctricos que forman parte de la estructuras trifasicas aereas que habitualmente utiliza CNEL Santa Elena.

FIGURA 32.

Estructura 3SP y 1EP afectadas por la corrosión



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

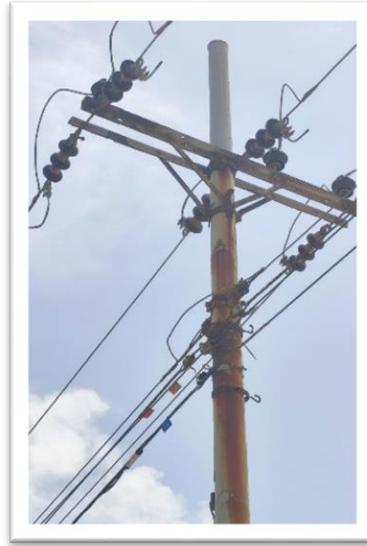
La formación de óxido es otro efecto notable que resulta del contacto prolongado con ambientes salinos.

El óxido generado no solo debilita la estructura metálica, sino que también tiende a ser menos adherente, lo cual agrava aún más el problema al facilitar su desprendimiento y dejar áreas vulnerables expuestas al ataque ambiental.

Como se observa en la figura 33 de la ilustración podemos notar que el óxido es un factor predominante ya que al desmontar o cambiar esta estructura trifásica en doble retención, los pernos de sujeción como perno de ojo de medidas de 5/8'' o perno rosca corrida de 5/8'' por 10 a 12'' quedan atascados en el desenrosque de la tuerca lo que difulta el procedimiento, acto donde los técnicos optan por cortar el perno completo con equipos especiales.

FIGURA 33.

Estructura 3SD afectados por la corrosión



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

Como consecuencia directa de estos procesos corrosivos, las estructuras pueden experimentar fallas prematuras. Este fenómeno no solo representa un riesgo para la seguridad pública, sino que también implica costos adicionales considerables para CNEL ya que deben realizar reparaciones no programadas y mantener un servicio continuo.

Las interrupciones en el suministro eléctrico pueden afectar a cientos de usuarios de la localidad de Punta Carnero y generar inconvenientes significativos.

FIGURA 34.

Conectores dentados afectados por la salinidad



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

En la figura 34, se puede observar un conector dentado 1E habitualmente utilizado para conexiones para las luminarias a voltajes de 240 voltios uno en cada fase, por lo concerniente estos también son afectadas por la agresividad salina del sector, aunque no es un material para media tensión, es importante resaltarlo para demostrar el impacto de sulfatación en estos materiales.

3.8 Efectos de la corrosión en tensores en el alimentador.

A medida que los tensores se corroen, su resistencia mecánica disminuye. Esto es crítico porque un tensor debilitado puede no ser capaz de soportar las cargas a las que está sometido, lo que podría llevar a una caída de la línea eléctrica o incluso a un colapso total de la estructura, figura 35.

La pérdida de integridad estructural representa un riesgo significativo tanto para el suministro eléctrico continuo.

FIGURA 35.

Tensor farol roto afectado por la corrosión



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

Unos de las partes de una estructura tensor como TT (tensor a tierra) o TF (tensor a farol) es la varilla de anclaje, *figura 36*, que un implemento para realizar la sujeción y empalme del cable tensor en la argolla en la parte inferior, estas varillas son mas propensas a la corrosión ya que en muchas ocasiones son fundidas con materiales no de buena calidad, ademas estas a varillas estan enterradas junto al ancla a 1.50 metros de profundidad y el suelo tambien tiene factores salinicos que aumentan el nivel de corrosión disminuyendo la vida útil del elemento.

FIGURA 36.

Varilla del tensor afectada por la corrosión



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

3.9 Efectos de la corrosión en los transformadores de distribución.

La corrosión en los transformadores de distribución es un tema muy importante, ya que estos equipos son fundamentales para la transformación y distribución de energía eléctrica en la localidad.

Los transformadores de distribución están expuestos a diferentes elementos que pueden causar corrosión, como la humedad, contaminantes del aire (como el ácido sulfúrico y el cloruro), y en particular, ambientes salinos en zonas costeras como la península.

Estos factores pueden provocar reacciones químicas que deterioran los materiales metálicos, especialmente el acero utilizado en las estructuras externas, figura 37 y 38.

FIGURA 37.

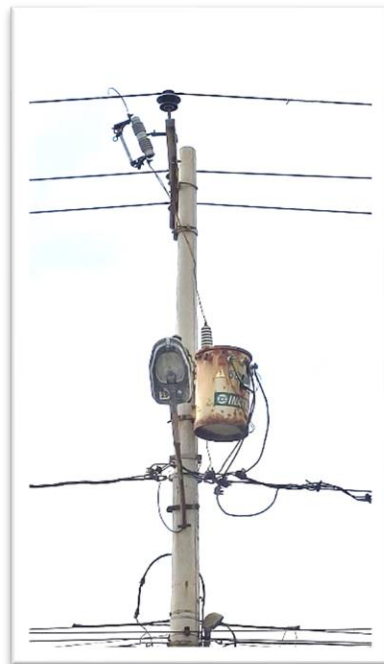
Transformador de distribución afectado por la corrosión.



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

FIGURA 38.

Carcaza de transformador con óxido



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

CNEL EP utiliza estos transformadores para abastecer de energía a los sectores aledaños de vía a Punta Carnero, para la distribución habitualmente utiliza capacidades de 10 KVA, 15 KVA, 25 KVA, 37.5 KVA y 50 KVA.

3.10 Efectos de la corrosión en los seccionadores instalados por paso (bypass)

La corrosión en seccionadores en media tensión puede causar problemas en el sistema eléctrico y afectar la seguridad de las personas.

FIGURA 39.

Corrosión en los seccionadores



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

En la figura 39, se puede observar varios tipos de seccionadores, lo más utilizados por los técnicos de Santa Elena en la red de distribución son de capacidades de 100 amp, 200 amp, 300 amp, 400 amp.

Estos son afectados directamente por la corrosión del ambiente corrosivo del mar, las partes más afectadas es en las conexiones de entrada y salida de puntos de conexión, ya que estos se oxidan.

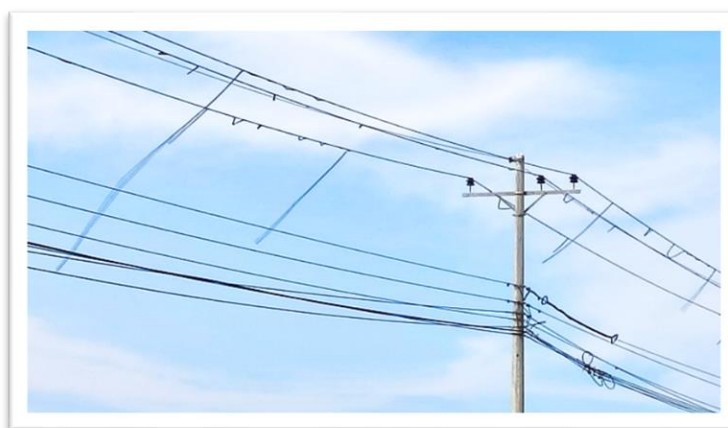
Otro factor de afectación es en las lengüetas del contacto para el cartucho porta fusible o barras, donde por la cantidad de maniobrabilidad de apertura y cierre estos se desgastan, sumado la corrosión estos disminuyen su tiempo de vida útil, habitualmente se está instalando cuchillas de 600 amperios en los by pass con aislamientos de porcelanas para mayor resistencia.

3.11 Efectos de la corrosión en conductor de aluminio y Cobre.

Las redes de media tensión aéreas son esenciales para la distribución eficiente de energía eléctrica en la localidad costera de la península. Dentro de estas redes, los conductores juegan un papel crucial, siendo el aluminio y el cobre los materiales más comúnmente utilizados en calibres de 4/0 y 1/0. Sin embargo, en ambientes costeros como Punta Carnero, donde la salinidad del aire es elevada, estos conductores son susceptibles a la corrosión.

FIGURA 40.

Conductor de Cobre afectados en recubrimientos THHN



Fuente: Tomada por el autor Michael Ramírez, 2024.

En la figura 40, podemos notar un deterioro en la chaqueta del recubrimiento del conductor THHN (termoplástico resistente al calor con recubrimiento de nylon) que está afectado por la agresividad del ambiente costero en salinidad se combina con la exposición a los rayos ultravioleta que desgastan el material, reduciendo la resistencia del recubrimiento del conductor y ésta chaqueta físicamente se desprende del conductor

paulatinamente ocasionado un riesgo de falla en sistema continuo de distribución eléctrica.

3.12 Consecuencias de la Corrosión en conductores 4/0 y 1/0.

La corrosión en los conductores puede tener varias consecuencias negativas:

- **Pérdida de Conductividad:** La acumulación de productos de corrosión puede aumentar la resistencia eléctrica del conductor, lo que resulta en pérdidas energéticas y disminución del rendimiento del sistema continuo.
- **Fallos Eléctricos:** La degradación estructural puede llevar a cortocircuitos o interrupciones en el suministro eléctrico, afectando tanto a consumidores residenciales, industriales y en especial a clientes de laboratorios de larvas de camarón.

4 CAPÍTULO: RESULTADOS DEL ANÁLISIS TÉCNICO, RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

Una vez analizada la situación actual en campo de los materiales y estructuras en media tensión que son afectadas por la corrosión y los ambientes agresivos costeros identificando las deficiencias y su relación.

4.1 Porcentajes de deterioros actuales por la salinidad.

La corrosión es un fenómeno natural que afecta a diversos materiales, especialmente a aquellos utilizados en la construcción de infraestructuras eléctricas. En el caso de las estructuras aéreas de media tensión en el alimentador Carolina, este proceso es particularmente perjudicial, sobre todo en ambientes con alta salinidad.

La exposición constante al aire salino, propio de las zonas costeras, provoca un deterioro acelerado que puede comprometer tanto la seguridad como la economía de las empresas encargadas de su mantenimiento.

Se ha realizado un análisis del porcentaje de corrosión en las estructuras en media tensión, esto incluye en la **tabla 9** los postes de hormigón armado como los de fibra de vidrio, estructuras aéreas,

transformadores y conductores, dentro de este análisis se aprecia en nivel de exposición que tienes los elementos que están cerca a la playa, por su parte del porcentaje del nivel de afectación por corrosión y el tiempo del último mantenimiento realizado en los equipos.

A continuación, se detallan en la tabla:

Tabla 9.

Porcentajes de corrosión en postes, estructuras, conductores y transformadores

| Descripción | % de exposición por contaminación | Afectado por corrosión | % de Corrosión Valoración 100% | Tiempo de vida útil. |
|--|--|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| Postes de H.A de 12 metros. | 90% | SI | 65% | 3 años |
| Postes de Fibra de vidrio de 12 metros | 90% | SI | 60% | 2 años |
| Estructura 3SP | 90% | SI | 68% | 2 años |
| Estructura 3VP | 95% | SI | 32% | 2 años |
| Estructura 3SR arranques | 80% | SI | 75% | 5 años o mas |
| Estructura 3SD | 90% | SI | 59% | 3 años |
| Estructura 1EP | 90% | SI | 59% | 3 años |
| Estructura 1ER | 90% | SI | 59% | 3 años |
| Estructura 1ED | 90% | SI | 59% | 3 años |
| Transformador de 15 KVA | 90% | SI | 40% | 2 años |
| Transformador de 25 KVA | 90% | SI | 40% | 2 años |
| Transformador de 37,5 KVA | 90% | SI | 40% | 2 años |
| Transformador de 50 KVA | 90% | SI | 40% | 2 años |
| Seccionadores bypass | 90% | SI | 50% | 1 año |
| Derivaciones Trifásicas | 85% | SI | 65% | 5 años o mas |
| Derivaciones Monofásicas | 90% | SI | 60 | 5 años o mas |
| Tensor a Tierra | 90% | SI | 95% | 1 año |
| Tensor Farol | 90% | SI | 95% | 1 año |
| Conductor Cu 4/0 | 90% | SI | 64% | 2 años |
| Conductor Cu 1/0 | 90% | SI | 64% | 2 años |

Nota: Elaborado por Michael Ramírez.

4.2 Resolución de problemas en materiales y equipos.

La infraestructura eléctrica es esencial para el desarrollo socioeconómico de cualquier región. En particular, las redes trifásicas aéreas son fundamentales para la distribución eficiente de energía eléctrica. Sin embargo, en áreas costeras como la provincia de Santa Elena, la exposición a ambientes salinos genera desafíos significativos, principalmente relacionados con la corrosión de los materiales y la falta de mantenimiento adecuado.

4.3 Problemas Identificados

El primer problema crítico es la corrosión que afecta a diversos elementos de la red eléctrica, incluidos postes, tensores, seccionadores, transformadores y conductores.

4.4 Análisis Técnico y Propuestas de Solución

Dentro del tema de estudio se analiza los diferentes factores que provocan daños en el sistema eléctrico de Punta Carnero como tenemos:

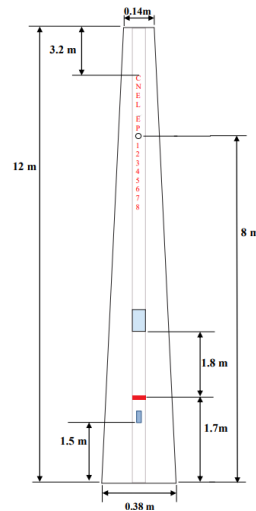
4.4.1 Solución para postes de hormigón

La corrosión en postes hormigón de 12 metros es un problema común en ambientes salinos. Para mitigar este efecto, se recomienda aplicar revestimientos anticorrosivos que ofrezcan una barrera efectiva contra los agentes corrosivos presentes en el aire marino.

En la figura 41, se visualiza las especificaciones técnicas para la construcción de un poste de hormigón, habitualmente son de 11 y 12 metros, pero de acuerdo a las especificaciones técnicas de las normas INEC, éstas deben ser instaladas a alturas de 12 metros. Su espesor de pared es de 5 a 7 centímetros y su conicidad es de 15mm -20 mm, marca de empotramiento en baja señal de color rojo a 1.7 metros desde su base, además cuenta con varillas corrugadas en su interior.

FIGURA 41.

Especificaciones constructivas de un poste de hormigón



Nota: (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).
(<https://www.unidadespropiedad.com/>).

Los postes de hormigón que están instalados en esta zona costera son con estas especificaciones, pero hay un problema en sí que las varillas internas no son galvanizadas donde la humedad y ambiente salino contaminan el hierro haciendo que este tenga un efecto de esponja y se fisure el hormigón haciéndolo más vulnerable y acelera su tiempo de vida útil.

De acuerdo a estudios realizados por ingenieros de CNEL UN Santa Elena y el comité de galvanizadores del Ecuador, se está realizando pruebas con nuevos postes que incorporan internamente más protecciones al hierro interno como son las varillas, éstas por su parte han sido recubiertas con capas de acero galvanizado dando mayor resistencia a la corrosión.

Por la nueva metodología de aplicación a nuevos materiales y protecciones en los postes por el estudio realizado estos pueden variar de su precio habitual de venta para las empresas eléctricas del país.

4.4.2 Solución para postes de fibra de vidrio.

Como se especifica en la tabla 9, donde los postes de fibra de vidrio de este tipo de 12 metros están instalados en el sitio en Punta Carnero, pero el ambiente salino hace que esos se humedezcan y se quemen por las descargas en las tensiones de media tensión en voltaje de 13.800 voltios.

En un 60 % están afectadas en oxidación y 90 % están expuestas a contaminación ambiental por la brisa marina ya que estos están ubicadas a 40 metros de la playa.

Los postes de fibra deben ser reemplazados con nuevos postes con materiales más resistentes, estos podrían ser los postes de hormigón con varillas internas con protección de capa de acero galvanizado en el estudio realizado por CNEL EP y comité de galvanizadores.

Tabla 10.

Cantidades de postes por cambiar

| Items | Descripción | Altura | Unidad | Cantidad |
|--------------|---|---------------|---------------|-----------------|
| 1 | Postes de hormigón armado circular de 500 kg. | 12 metros | C/U | 54 |
| 2 | Postes circulares de fibra de vidrio | 12 metros | C/U | 11 |
| | | | Total | 65 |

Nota: Elaborado por Michael Ramírez.

En la *tabla 10*, se puede divisar las cantidades de postes de hormigón y postes de fibra de vidrio que necesitan ser cambiados en los tramos del alimentador Carolina contemplados en el presupuesto referencial y plan de acción de mantenimiento que realiza CNEL.

4.4.3 Solución para estructuras aéreas en media tensión

En base al análisis realizado en campo, las estructuras en media tensión en su gran mayoría están corroídas y con oxidación, de los cuales se encuentran en porcentajes del 59% al 75% de afectación ya que están expuestas cercanas a la playa con la brisa marina y su intensidad se aumenta en la noche por el oleaje nocturno.

FIGURA 42.

Panorámica de estructuras de media tensión



Fuente: Foto tomada por autor Michael Ramírez, 2024.

Se debe realizar el cambio de 135 estructuras aéreas trifásicas en media tensión, entre ellas las tangentes en semicentradas y las en volada como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 11.

Cantidades generales de estructuras en MT para el cambio

| Items | Descripción | Unidad | Cantidad |
|--------------|---|--------|------------|
| 1 | Estructura trifásica semicentrada pasante 3SP | C/U | 53 |
| 2 | Estructura trifásica semicentrada en volada 3VP | C/U | 6 |
| 3 | Estructura trifásica semicentrada doble 3SD | C/U | 6 |
| 4 | Estructura para neutro en media tensión 1EP | C/U | 59 |
| 5 | Estructura para neutro en media tensión 1ER | C/U | 6 |
| 6 | Estructura para neutro en media tensión 1ED | C/U | 5 |
| Total | | | 135 |

Nota: Elaborado por el autor Michael Ramírez

4.4.4 Solución para tensores.

Se debe cambiar los tensores tanto a tierra, farol y de poste a poste ya que su material como el cable galvanizado no soporta mucho tiempo de vida útil, ya que estos no duran más de 2 años, además de ser factible en costos estos pueden colocar tensores dobles para mayor durabilidad a su vez se debe realizar el cambio de todos los tensores descritos en la siguiente tabla 12.

Tabla 12.

Cantidades de tensores por cambiar

| ITEMS | Descripción | Unidad | Cantidad |
|-------|------------------------------------|--------------|-----------|
| 1 | Tensor a Tierra para media tensión | C/U | 14 |
| 2 | Tensor Farol para media tensión | C/U | 3 |
| | | Total | 17 |

Nota: Elaborado por el autor Michael Ramírez, 2024.

4.4.5 Solución para seccionadores.

Los seccionadores desempeñan un papel vital en el control del flujo eléctrico. Es fundamental seleccionar seccionadores diseñados específicamente para resistir ambientes salinos, incorporando recubrimientos anticorrosivos y realizando pruebas funcionales periódicas para asegurar su correcto funcionamiento, dentro de ellas podemos mencionar los seccionadores con recubrimiento anticorrosivo y las respectivas pruebas. Ver figura 43.

FIGURA 43.

Seccionador de 100 amp.



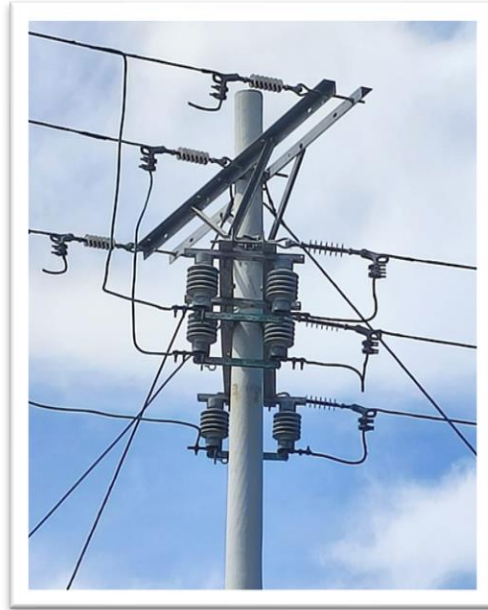
Nota: (Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad, 2024).

Los seccionadores habitualmente por CNEL son los de porcelana de 100 amp para los arranques o derivaciones trifásicas para las compañías privadas, además sirven como protecciones para los transformadores de distribución eléctrica.

Para los by pass y puntos estrategicos de desconexion se instalan cuchillas seccionadoras de 300, 400 y 600 amp en reemplazo de seccionadores de 300 amp rompearco en las troncales a lo largo del alimentador Carolina.

FIGURA 44.

Seccionador tipo cuchillas 300 amp. en media tensión



Fuente: Foto tomada por Michael Ramírez, 2024.

4.4.6 Solución para transformadores de distribución.

Dentro del análisis realizado la gran mayoría de todos estos transformadores están oxidados en su carcasa externa además los borners también se sulfatan en sus conexiones en baja tensión, además la entrada de alimentación en media tensión también es afectada.

Se debe realizar el cambio de los transformadores con mayor incidencia de oxido, pero a su vez realizando pruebas de voltaje en cuanto a su resistencia.

4.4.7 Solución para conductores

Los conductores deben ser seleccionados cuidadosamente para garantizar su durabilidad frente a la corrosión. Se recomienda utilizar conductores revestidos con materiales resistentes como aluminio recubierto o acero inoxidable. Asimismo, es crucial mantener el aislamiento en óptimas condiciones mediante inspecciones regulares, dentro del calibre utilizado para la distribución de energía en media tensión, se utiliza el 4/0 tanto de cobre para estos ambientes costeros.

4.4.8 Programa Integral de Mantenimiento

La implementación de un plan integral de mantenimiento preventivo es indispensable para asegurar la funcionalidad a largo plazo del sistema eléctrico. Este plan debe incluir revisiones periódicas, capacitación del personal encargado del mantenimiento y un registro histórico detallado sobre las intervenciones realizadas.

4.4.9 Cálculo del conductor adecuado

Dentro de este tema de cálculo del conductor necesario se debe formular como de divisa en la figura 45.

FIGURA 45.

Cálculo para el conductor adecuado.

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

V: Tensión en Voltios (V)
V_L: Tensión de línea en Voltios (V)
I: Intensidad en Amperios (A)

P: Potencia en Vatios (W)
cos φ: factor de potencia.

Nota: Metodología para el cálculo de corrientes (Raul aguas, 2015).

Ya que se realizará la repotenciación de la línea trifásica en el alimentador Carolina se necesita realizar el cálculo del conductor a utilizar para la repotenciación, en la tabla 7 se muestra la carga máxima comparada en 6 meses desde enero a junio donde las que más predominan es febrero con una carga de 2.749 MW mientras que en el mes de junio asciende a 2.894 MW, esta última será considerada como referencia principal a su máxima demanda.

Si reemplazamos los valores para la corriente que (I) despejamos valores.

$$I = 2.894 / 1.73 \cdot 13.800 \cdot 0.9$$

$$I = 135,72 \text{ (A)}$$

Dentro del análisis realizado en el cálculo podemos determinar que la corriente es 135,72 (A), según la tabla de calibres el conductor a utilizarse es 4/0 ya que esta soporta hasta corrientes de 180 amp y es lo más adecuado para redes aéreas en media tensión.

4.5 Fallas en el alimentador carolina, registros.

En la siguiente tabla se puede observar un registro detallado de los daños de la corrosión como los muestra la tabla 13.

Tabla 13.

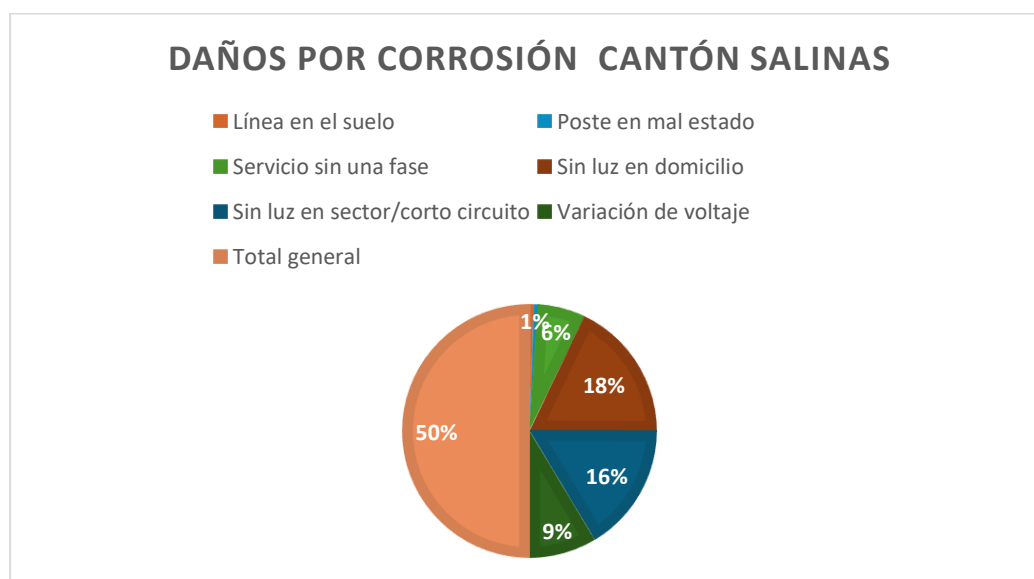
Registro de fallas en el cantón Salinas

| Daños por corrosión | Etiquetas de columna |
|----------------------------------|-----------------------|
| Etiquetas de fila | Cantón Salinas |
| Línea en el suelo | 38 |
| Poste en mal estado | 49 |
| Servicio sin una fase | 494 |
| Sin luz en domicilio | 1462 |
| Sin luz en sector/corto circuito | 1336 |
| Variación de voltaje | 702 |
| Total general | 4081 |

Nota: Registro obtenidos del COD (CNEL CENTRO DE CONTROL, 2024).

FIGURA 46.

Porcentajes de fallas en el alimentador Carolina



Nota: Registro obtenidos del COD (CNEL CENTRO DE CONTROL, 2024).

Interpretación:

4.5.1 Daños por corrosión y estado de infraestructura:

Postes en mal estado (49): Este número sugiere que una porción significativa de la infraestructura no está en condiciones óptimas. Los postes deteriorados pueden comprometer la estabilidad de las líneas eléctricas y aumentar el riesgo de fallas en el suministro. Es crucial implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para evitar que estos problemas se agraven.

4.5.2 Interrupciones del servicio:

Servicio sin una fase (494): La falta de una fase en el suministro eléctrico puede resultar en un desequilibrio que afecta el rendimiento de los electrodomésticos y equipos eléctricos. Este problema también puede indicar fallas en componentes clave del sistema eléctrico, lo que requiere inspección y reparación.

4.5.3 Problemas de calidad eléctrica:

Variación de voltaje (702): Las fluctuaciones en el voltaje pueden causar daños a dispositivos eléctricos sensibles y afectar su funcionamiento. Esto podría estar relacionado con sobrecargas o problemas en la red. Se recomienda monitorear las condiciones operativas y realizar ajustes donde sea necesario.

Total general (4081): Este número refleja la suma total de incidentes reportados, lo que indica un problema serio con la fiabilidad del sistema eléctrico del alimentador Carolina. Un total tan alto sugiere que hay múltiples factores contribuyendo a las interrupciones, lo que requiere un enfoque integral para abordar las causas raíz.

4.6 Beneficios de emplear la repotenciación en el alimentador Carolina.

La repotenciación en redes aéreas de media tensión en ambientes agresivos costeros, especialmente donde la salinidad es un factor, ofrece varios beneficios clave como el aumento de capacidad donde la repotenciación del alimentador Carolina permite incrementar la capacidad de la red para soportar

mayores cargas eléctricas, lo que es esencial en zonas donde la demanda de energía puede estar en aumento por los laboratorios de larvas de camarón.

Además, realizar esta repotenciación se puede realizar controles más habituales en cuanto al tiempo que se debe emplear para realizar un nuevo mantenimiento preventivo como correctivo, existirán nuevos registros.

4.7 Beneficios de emplear mantenimientos preventivos y correctivos en el alimentador Carolina

Al Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en redes aéreas de media tensión en ambientes agresivos costeros como el alimentador Carolina de la Provincia de Santa Elena, como los que tienen alta salinidad, tiene varios beneficios importantes porque este previene la corrosión mejora la fiabilidad del sistema eléctrico del alimentador, ahorra costos ya que teniendo un control adecuado con los mantenimientos respectivos dados, la seguridad de mantener unas redes de distribución en óptimas condiciones es favorable ya que da mayor confiabilidad para la continuidad del sistema eléctrico y por última instancia esta mejora la eficiencia e índices de calidad del alimentador Carolina.

4.8 Plan de repotenciación de trabajos en el alimentador Carolina.

Se debe emplear estrategias y gestiones para que la repotenciación de este alimentador en voltajes de 13.800 voltios, como a continuación se detallan:

1. Se llevará un plan de mejoramiento que incluirá la obtención de estudios ambientales y su respectiva licencia, estudios de fiabilidad, factibilidad y gestiones para realizar solicitudes como autorizaciones de **fichas de comprenden las trasferencias de cargas y desconexiones requeridas** en la zona, emitidos por ingenieros o técnicos especializados de CNEL EP cumpliendo con los tiempos determinados por la corporación.
2. Debido que es una zona donde la infraestructura eléctrica instalada se encuentran en mal (corroídas) se realizará en varias etapas o fases, contempladas en 3 horas de trabajos por etapa de acuerdo a las normativas indicadas por CNEL EP Santa Elena.

3. Se realizará la coordinación con Centro del Control (COD) y operador de la Subestación Carolina.
4. Los materiales para emplearse serán más resistentes como los postes, ya que estos se emplearán con varillas galvanizadas internas del poste reemplazando a las varillas corrugadas, estas serán más resistentes a la corrosión y óxido.
5. En cuanto a la herrajerías serán con protecciones galvanizadas como las crucetas de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 X 75 X 6 X 2400 MM (2 61/64 X 2 61/64 X 1/4") con 100 micas con calidad INEN 2215, GRADO A36 o ASTM A572 y demás implementados de herrajerías en media tensión.
6. Los conductores por utilizarse serán de aluminio 4/0 AAAC que se cambiarán en la totalidad de la distancia investigada, además de seccionadores principales, seccionadores, equipos aislantes y transformadores.
7. La obra está planificada para emplearse en un lapso de 2 meses.
8. Los técnicos deberán tener las licencias que acrediten ser técnicos eléctricos para trabajos en altura.
9. Coordinación con las áreas de distribución y mantenimiento CNEL EP Santa Elena para programar las fechas y horas de desconexión debidamente planificadas.

A continuación, se elabora un plan de acción a realizarse en la tabla 14.

Tabla 14.

Plan de acción paso a paso

| Acción | Área de CNEL responsable | Estrategias para realizar | Beneficiarios | Estado |
|--|---|--|--|---------------------|
| Estudios ambientales y de levantamiento de información de campo. Evaluar riesgos. | Área ambiental Área técnica. Área Seguridad | Gestión para realizar estudios y permisos ambientales, seguimiento del problema, TDR, Informe de necesidad, garantías. | Área técnica Personal técnico para intervenir | Por ejecutar |
| Elaborar Memoria técnica del proyecto. Proceso u orden de trabajo | Área técnica. Supervisores | Área técnica en especial el área de mantenimiento eléctrico quien está a cargo del sistema en media tensión, presentación del proyecto a realizar, presupuesto. | Trabajadores del área técnica Involucrar Personal técnico necesario cuadrillas. | Por ejecutar |
| Presentar proyecto. | Área técnica Área de mantenimiento eléctrico. | Coordinar la presentación del proyecto al área de mantenimiento eléctrico para iniciar un proceso de compras publicas | Toda el área técnica y áreas técnicas involucradas. | Por ejecutar |
| Elaboración de documentos para desconexiones | Seguridad Industrial. Área técnica. Relaciones públicas | Elaborar documentos como transferencia de cargas y desconexiones, autorizaciones por lideres de área y director. | Trabajadores del área técnica como cuadrillas, supervisores de campo. | Por ejecutar |
| Autorizaciones de desconexiones por los entes reguladores. | COD, Área técnica Relaciones públicas | Gestión, seguimiento de autorizaciones para las desconexiones, elaboración de fichas de transferencia de cargas y desconexiones necesarias, comunicados a la ciudadanía. | Área técnica Personal de cuadrillas y supervisores, ciudadanía. | Por ejecutar |
| Verificación de materiales especiales utilizar | Área técnica Seguridad industrial | Elaborar cuadro de materiales eléctricos a instalarse, postes, estructuras, tensores, | Supervisores, ingenieros. | Por ejecutar |

| | | | | | |
|--|--------------|--|---|-------------------------------------|---------------------|
| | | | seccionadores, transformadores. | | |
| Tiempo ejecución trabajos. | de de | Área técnica. Mantenimiento eléctrico y operaciones. | Elaborar un plan de ejecución de trabajos de repotenciación de 2 meses. | Usuarios Trabajadores de CNEL. | Por ejecutar |
| Fase ejecución. | de | Mantenimiento eléctrico. Seguridad industrial. Salud Administrador de contrato y fiscalizador. | Realizar la ejecución de trabajos con el personal calificado, siguiendo los protocolos del proceso a emplearse. | Ciudadanía | Por ejecutar |
| Elaborar informe de terminación de obra | | Área técnica. Área de Mantenimiento eléctrico. | Elaborar documentos de informes de ejecución de trabajos, satisfacción. | COD, personal técnico y ciudadanía. | Por ejecutar |
| Control de mantenimientos preventivos | de | Área técnica – Área de Mantenimiento eléctrico | Designar a profesionales técnicos para seguimiento y control estadístico de cargas, mantenimientos a realizar | Usuarios Área de Reclamos técnicos. | Por ejecutar |

Nota: Elaborado por el Mgs. Michael Ramírez

4.9 Trabajos para implementarse por los grupos técnicos de trabajos.

- Cambio de postes de H.A en mal estado donde se instalarán los nuevos postes con varillas galvanizadas.
- Cambio de estructuras como 3SP, 3VP, 3SD, 1EP, 1ED en mal estado.
- Cambio de tensores a tierra en mal estado.
- Cambio de tensores faroles en mal estado.
- Cambio de tensores tipo V para retenidas en mal estado.
- Cambio de seccionadores tipo 300 amp en mal estado de la troncal y derivaciones trifásicas como monofásicas.
- Cambio de transformadores en mal estado eso incluye el montaje y desmontaje de capacidades de 50 KVA, 37.5 KVA, 25 KVA de sectores dentro del sistema eléctrico pertenece a CNEL mas no privadas
- Tendido y regulado de conductores en mal estado eso incluye 4/0 y 1/0.

4.10 Presupuesto del proyecto, costos.

STE REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA EL CAMBIO DE REDES TRIFÁSICAS AÉREAS EN EL ALIMENTADOR CAROLINA”

Tabla 15.

Presupuesto del proyecto

| MATERIALES | | | | | |
|------------|--|--------|---------|------|------------------|
| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | PRECIO | CANT | TOTAL MATERIALES |
| 1 | ABRAZADERA 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") | U | \$6,91 | 72 | \$497,52 |
| 2 | ABRAZADERA 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") | U | \$6,11 | 17 | \$103,87 |
| 3 | ABRAZADERA ACERO GALV., PLETINA (3 PERNOS, 38 X 6 X 160 REFORZADA PARA MONTAJE DE TRANSFORMADOR | U | \$7,10 | 31 | \$220,10 |
| 4 | AISLADOR TIPO SUSPENSIÓN, POLÍMERO ANSI DS - 28 (550 MM) | U | \$17,18 | 56 | \$962,08 |
| 5 | AISLADOR DE RETENIDA, DE PORCELANA, CLASE ANSI 54-2 | U | \$3,23 | 19 | \$61,37 |
| 6 | AISLADOR TIPO ESPIGA (PIN), DE PORCELANA, CLASE ANSI 56-2, 25 KV | U | \$12,93 | 207 | \$2.676,51 |
| 7 | AISLADOR TIPO ROLLO, DE PORCELANA, CLASE ANSI 53-2, 0,25 Kv | U | \$1,10 | 65 | \$71,50 |
| 8 | RACK DE 1 VIA PARA NEUTRO | U | \$2,85 | 65 | \$185,25 |
| 9 | ANCLA DE HORMIGÓN DE 40X40X15 | U | \$8,55 | 19 | \$162,45 |

| | | | | | |
|----|--|---|---------|------|-------------|
| 10 | BRAZO DE ACERO GALV., TUBULAR, PARA TENSOR FAROL, 51MM(2") DE DIAM X 1500MM(59") | U | \$27,01 | 4 | \$108,04 |
| 11 | CABLE DE ACERO GALVANIZADO, GRADO SIEMENS MARTIN, 7 HILOS, 9,51 MM (3/8"), 4500 KGF | M | \$1,25 | 510 | \$637,50 |
| 12 | CABLE DE CU, DESNUDO, CABLEADO SUAVE, THHN 6 AWG, 7 HILOS (P/T TRANSFORMADORES) | M | \$2,20 | 372 | \$818,40 |
| 13 | CABLE DE CU, DESNUDO, CABLEADO SUAVE, 2 AWG, 7 HILOS (P/T PARRARAYOS DE 10 KV) | M | \$4,99 | 110 | \$548,90 |
| 14 | CABLE DE AL DESNUDO TIPO AAC , CALIBRE NRO. 2 AWG | M | \$0,85 | 45 | \$38,25 |
| 15 | CINTA AISLANTE SCOTCH No. 23 | U | \$22,75 | 12 | \$273,00 |
| 16 | CINTA AISLANTE SCOTCH No. 33 | U | \$15,25 | 12 | \$183,00 |
| 17 | CONDUCTOR DE ALUMINIO DESNUDO CABLEADO ACAR No. 1/0 | M | \$0,92 | 2600 | \$2.392,00 |
| 18 | CONDUCTOR DE ALUMINIO DESNUDO CABLEADO ACAR No. 4/0 | M | \$2,96 | 7900 | \$23.384,00 |
| 19 | CONECTOR Cu. 5/8" PARA SISTEMA DE PUESTA A TIERRA | U | \$2,00 | 32 | \$64,00 |
| 20 | CONECTORES DE COMPRESION No. 44 | U | \$4,81 | 27 | \$129,87 |
| 21 | CONECTOR DE RANURAS PARA CALIBRES DE 3 A 2/0 | U | \$6,55 | 20 | \$131,00 |
| 22 | CONECTOR DENTADO ESTANCO 3E | U | \$2,95 | 38 | \$112.1 |
| 23 | CRUCETA DE ACERO GALVANIZADO, PERFIL "L", DE 1200 MM PARA SECCIONADORES | U | \$49,31 | 7 | \$345,17 |

| | | | | | |
|----|--|---|---------|-----|------------|
| 24 | CRUCETA DE ACERO GALVANIZADO DE 2.40 METROS | U | \$58,92 | 69 | \$4.065,48 |
| 25 | ESTRIBOS DE COMPRESIÓN, ALEACIÓN DE CU Y SN, 1/0 AWG, DERIVACIÓN 2 SÓLIDO | U | \$7,74 | 35 | \$270,90 |
| 26 | FUSIBLE DE EXPULSIÓN CABEZA FIJA, TIPO H, 10 A (TIRAFUSIBLE) | U | \$4,00 | 14 | \$56,00 |
| 27 | GRAPA CALIENTE DE 6 A 2/0 | U | \$12,64 | 14 | \$176,96 |
| 28 | GRAPA TERMINAL TIPO PISTOLA, DE ALEACIÓN DE AL 4 - 1/0 CONDUCTOR | U | \$10,25 | 22 | \$225,50 |
| 29 | GRAPA TERMINAL TIPO PISTOLA, DE ALEACIÓN DE AL 4/0 CONDUCTOR ACSR | U | \$15,63 | 42 | \$656,46 |
| 30 | HORQUILLA ANCLAJE DE ACERO GALVANIZADO (5/8") | U | \$7,26 | 5 | \$36,30 |
| 31 | PERNO MÁQUINA DE ACERO GALVANIZADO, 16 MM (5/8") DE DIÁM. X 51 MM (2") DE LONG., CON TUERCA, ARANDELA PLANA Y DE PRESIÓN | U | \$1,48 | 165 | \$244,20 |
| 32 | PERNO U CON 2 PERNOS (5/8) | U | \$4,54 | 59 | \$267,86 |
| 33 | PERNO (PIN) CORTO DE ACERO GALVANIZADO, 19 MM (3/4") DE DIÁM. X 300 MM (12") DE LONG.(35MM DIAMETRO DE LA ROSCA PARA ENROSCAR EL AISLADOR PIN) | U | \$4,57 | 207 | \$945,99 |
| 34 | PERNO DE ROSCA CORRIDA DE (5/8") | U | \$4,22 | 21 | \$88,62 |
| 35 | PERNO DE OJO DE ACERO GALVANIZADO, DE (5/8") | U | \$5,25 | 34 | \$178,50 |
| 36 | PIE DE AMIGO DE ACERO, DE 700MM | U | \$6,22 | 36 | \$223,92 |
| 37 | PIE AMIGO DE ACERO GALVANIZADO, PERFIL "L" 38 X 38 X 6 X 1800 MM (1 1/2 X 1 1/2 X 1/4 X 71") | U | \$14,56 | 165 | \$2.402,40 |

| | | | | | |
|------------------|---|---|------------|-----|---------------------|
| 38 | POSTE CIRCULAR DE HORMIGÓN ARMADO DE 12 M, 500 KG | U | \$245,00 | 65 | \$15.925,00 |
| 39 | PRECINTO PLÁSTICO 8X350MM | U | \$0,14 | 101 | \$14,0000 |
| 40 | SECCIONADOR TIPO ABIERTO, CLASE 27 KV, 100 A, CON DISPOSITIVO ROMPEARCO | U | \$185,00 | 31 | \$5.735,00 |
| 41 | SUELDA EXOTERMICA 90 GRAMOS | U | \$10,00 | 36 | \$360,00 |
| 42 | TRANSFORMADOR 25 KVA, 13800 GRDY/7960 Ó 13200 GRDY/7620V-120/240V | U | \$1.900,00 | 4 | \$7.600,00 |
| 43 | TRANSFORMADOR 37,5 KVA, 13800 GRDY/7960 Ó 13200 GRDY/7620V-120/240V | U | \$2.100,00 | 8 | \$16.800,00 |
| 44 | TRANSFORMADOR 50 KVA, 13800 GRDY/7960 Ó 13200 GRDY/7620V-120/240V | U | \$2.450,00 | 19 | \$46.550,00 |
| 45 | TUERCA DE OJO (5/8") | U | \$1,55 | 18 | \$27,90 |
| 46 | VARILLA DE ANCLA DE ACERO GALVANIZADA, TUERCA Y ARANDELA 16X1800 MM (5/8"X71") | U | \$9,40 | 19 | \$178,60 |
| 47 | VARILLA PARA PUESTA A TIERRA TIPO COPPERWELD 5/8" X 180MM (71"), DE ALTA CAMADA | U | \$11,47 | 32 | \$367,04 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | \$137.514,87 |

| MANO DE OBRA | | | | | |
|---------------------|--|---------------|---------------|-------------|---------------------------|
| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | PRECIO | CANT | TOTAL MANO DE OBRA |
| 1 | EXCAVACION PARA POSTES O ANCLAS TERRENO NORMAL | U | \$20,90 | 84 | 1755,60 |
| 2 | MONTAJE DE ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS ESTRUCTURA TIPO 3SP | U | \$60,69 | 53 | 3216,57 |
| 3 | MONTAJE DE ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS ESTRUCTURA TIPO 3SD | U | \$82,63 | 12 | 991,56 |
| 4 | INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA TRIFÁSICA SEMICENTRADA RETENCIÓN O TERMINAL (3SR) | U | \$74,57 | 9 | 671,13 |
| 5 | INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA TRIFÁSICA EN VOLADA PASANTE O TANGENTE (3VP) | U | \$50,34 | 6 | 302,04 |
| 6 | INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA MONOFÁSICA EN VOLADA RETENCIÓN O TERMINAL (1CR) | U | \$24,49 | 4 | 97,96 |
| 7 | MONTAJE BAJA TENSIÓN ESTRUCTURA TIPO 1ER | U | \$13,00 | 6 | 78,00 |
| 8 | MONTAJE DE ESTRUCTURA 1EP | U | \$10,04 | 59 | 592,36 |
| 9 | MONTAJE DE ESTRUCTURA 1ER | U | \$12,35 | 5 | 61,75 |
| 10 | INSTALACIÓN. DE TRANSFORMADOR. MONOFÁSICO.(DE 37,5 HASTA 75 KVA) | U | \$122,45 | 27 | 3306,15 |
| 11 | INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO SECUNDARIO BAJANTE Y PUESTA TIERRA (HASTA 25 KVA) | U | \$73,74 | 4 | 294,96 |
| 12 | INSTALACIÓN DE SECCIONAMIENTO 1F (CON ESTRIBO) | U | \$22,68 | 32 | 725,76 |

| | | | | | |
|----|--|----|------------|-----|----------|
| 13 | INGRESO DE INFORMACIÓN SISTEMA COMERCIAL | U | \$0,85 | 264 | 224,40 |
| 14 | INGRESO DE INFORMACIÓN AL GIS | U | \$1,25 | 264 | 330,00 |
| 15 | ETIQUETADO DE POSTE URBANO | U | \$1,54 | 65 | 100,10 |
| 16 | ETIQUETADO DE TRANSFORMADOR O SECCIONADOR URBANO | U | \$5,57 | 32 | 178,24 |
| 17 | ZONA URBANA - LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN O INSPECCIÓN DE CAMPO | U | \$5,00 | 264 | 1320,00 |
| 18 | TENDIDO, REGULADO Y AMARRE DE CONDUCTOR No. 1/0 AAAC | KM | \$400,00 | 3 | 1200,00 |
| 19 | TENDIDO, REGULADO Y AMARRE DE CONDUCTOR No. 2 AWG. | KM | \$400,00 | 2 | 800,00 |
| 20 | TENDIDO, REGULADO Y AMARRE DE CONDUCTOR No. 4/0 .ACAR | KM | \$1.700,00 | 9 | 15300,00 |
| 21 | RETIRO DE ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS ESTRUCTURA TIPO 3SP | U | \$18,76 | 53 | 994,28 |
| 22 | RETIRO DE ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS ESTRUCTURA TIPO 3VP | U | \$21,56 | 9 | 194,04 |
| 23 | RETIRO DE ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS ESTRUCTURA TIPO 3SR | U | \$36,85 | 12 | 442,20 |
| 24 | RETIRO DE ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS ESTRUCTURA TIPO 3SD | U | \$43,90 | 12 | 526,80 |
| 25 | RETIRO DE POSTES H.A. DE 9 a 12 M, CON GRUA | U | \$23,00 | 65 | 1495,00 |
| 26 | RETIRO DE SECCIONAMIENTO 1F | U | \$20,00 | 31 | 620,00 |

| | | | | | |
|------------------------------|--|---|----------|-----|---------------------|
| 27 | RETIRO DE CABLE CALIBRE NRO. 2 AWG | M | \$0,22 | 126 | 27,72 |
| 28 | RETIRO DE TRANSF. MONOF. (HASTA 25 KVA) | U | \$73,74 | 4 | 294,96 |
| 29 | RETIRO DE TRANSF. MONOF. (DE 37,5 HASTA 75 KVA) | U | \$102,13 | 27 | 2757,51 |
| 30 | MONTAJE DE ANCLA PARA TENSOR | U | \$9,20 | 19 | 174,80 |
| 31 | INSTALACIÓN DE TENSORES OFS, FAROL SIMPLE (INST. CABLE TENSOR Y ACCESORIOS) | U | \$16,00 | 4 | 64,00 |
| 32 | INSTALACIÓN DE TENSORES OTS , A TIERRA SIMPLE (INST. CABLE TENSOR Y ACCESORIOS) | U | \$16,00 | 13 | 208,00 |
| 33 | INSTALACIÓN DE TENSORES OSS, POS A POSTE EN V SIMPLE (INST. CABLE TENSOR Y ACCESORIOS) | U | \$24,02 | 2 | 48,04 |
| 34 | IZADO DE POSTES H.A. DE 9 a 12 M, CON GRUA | U | \$63,15 | 65 | 4104,75 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | \$ 43.498,68 |

| TRANSPORTE | | | | | |
|----------------------------|---|---------------|---------------|-------------|-------------------------|
| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | PRECIO | CANT | TOTAL MATERIALES |
| 129 | TRANSPORTE, CARGA Y DESCARGA DE POSTES H.A. 9 A 12 METROS - POSTE NUEVO | U | \$30,00 | 65 | \$1.950,00 |
| 130 | CARGA, TRANSPORTE Y DESCARGA POSTES H.A. 9 A 12 M- DEVOLUCION A BODEGA POSTE RETIRADO | U | \$30,00 | 65 | \$1.950,00 |
| 131 | CARGA, TRANSPORTE DE MATERIALES NUEVOS Y EN MAL ESTADO | U | \$1.350,00 | 1 | \$1.350,00 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | | \$5.250,00 |

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| SUB TOTAL DE MATERIALES | \$137.514,87 |
| SUB TOTAL DE MANO DE OBRA | \$ 43.498,68 |
| SUB TOTAL DE TRANSPORTE | \$5.250,00 |
| SUBTOTAL | \$186.263,55 |
| IMPREVISTOS 10% | \$18.626,36 |
| TOTAL DEL PROYECTO | \$204.889,91 |

Nota: Elaborado por el autor Michael Ramírez, 2024

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones del proyecto.

Gracias al análisis realizado en todo el proyecto puedo concluir en primera instancia, tanto los **objetivos generales** como específicos donde se pudo evaluar el impacto que tiene la agresividad salínica de los ambientes del perfil costanero en especial en el lugar de estudio como es Punta Carnero de la Provincia de Santa Elena.

Por su parte se pudo cumplir el **objetivo específico 1** donde se realizó un análisis técnico que trae los efectos de la corrosión y oxidación en los materiales instaladas en la infraestructura eléctricas comprendiendo su proceso argumentándose de diferentes autores que respaldan la teoría.

Se realizó un levantamiento y análisis técnico de campo donde se pudo constatar **objetivo específico 2** los efectos de la corrosión en los materiales instalados en el sistema eléctrico y como afecta físicamente en los postes, herrajerías, conductores, tensores, materiales aislantes, transformadores de distribución y seccionadores de derivaciones monofásicas y trifásicas y su ubicación de estudio.

Se desarrolló un plan integral de repotenciación para las redes trifásicas aéreas del alimentador Carolina cumpliendo con el **objetivo específico 3**, enfocado en la selección e implementación de tecnologías avanzadas y materiales altamente resistentes a la corrosión, que mitiguen los efectos adversos del ambiente salino. Este plan busca optimizar la confiabilidad y continuidad del suministro eléctrico, incorporando un análisis exhaustivo de costo-beneficio que permita evaluar la viabilidad económica de las mejoras propuestas y su impacto en la calidad del servicio.

Se utilizaron diferentes figuras numeradas como tablas realizadas con valores puntuales donde se identifica los resultados de las interrupciones registradas en el SAR (Sistema de atención de reclamos) de CNEL EP que fueron provocadas por fallas en el sistema eléctrico debido a la corrosión causando líneas de media tensión en el suelo, sectores sin energía, variación de voltaje entre otros.

Se pudo discutir las variables dependiente e independiente realizando 48 citas bibliográficas de diferentes autores argumentado teorías en cuanto al proceso de la corrosión, efectos de los ambientes costeros en las estructuras de las redes aéreas de media tensión, definiciones básicas como las electricidad, redes eléctricas, subestaciones, materiales eléctricos utilizados en CNEL EP Santa Elena, Unidades de propiedad, calidad y continuidad del servicio eléctrico descritos en el marco teórico y legal del tema de estudio.

De la misma forma se emplean dos tipos de investigación como la descriptiva donde denotamos la importancia de observar y describir la importancia de un fenómeno, donde se recopila datos sobre el estado actual de las redes trifásicas aéreas, además permite una visión clara de los problemas actuales que afectan la continuidad y calidad del servicio eléctrico.

Por su parte la explicativa busca entender las causas y efectos de un fenómeno donde se analiza del por qué las condiciones salinas afectan negativamente en la infraestructura de red eléctrica en media tensión y esta a su vez ayuda a identificar los factores subyacentes que requieren atención de repotenciación.

La metodología de investigación se basa en la cuantitativa ya que tenemos datos e información abordando la medición de variables, análisis estadístico, generación de resultados, prueba de hipótesis, tomas de decisiones informadas y proporciona las herramientas necesarias para realizar este análisis riguroso y fundamentado.

Recomendaciones.

Dentro de los resultados abordados e identificación de los principales problemas centrales de esta investigación, se indica realizar estas estrategias de acción inmediata para el sistema eléctrico de distribución en voltajes de 13.800 voltios en el alimentador Carolina del sector Punta Carnero donde:

Mejora en la calidad y continuidad del servicio donde la repotenciación adecuada de las redes eléctricas puede resultar en una mejora significativa en altos niveles donde mejorará la calidad del servicio eléctrico, lo que beneficia tanto a CNEL como a los consumidores finales.

La Participación Interdisciplinaria involucra a ingeniería de diferentes áreas de CNEL EP Santa Elena (ingeniería, medio ambiente, comunicación, áreas técnicas) para enriquecer el enfoque del estudio y asegurar que se consideren todos los aspectos relevantes en la repotenciación de las redes.

Finalmente, aporta soluciones prácticas para CNEL y mejorar el servicio eléctrico en Santa Elena, sino que también puede servir como un modelo para otros contextos similares de estudio para beneficio de la ciudadanía.

Bibliografía.

- ACERNNR. (2020). *Resolución N° ACERNNR 017-2020*. Resolución ACERNNR 017-2020, ACERNNR, Guayaquil. Recuperado el 04 de julio de 2024, de <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-002-20.pdf>
- ARCERNNR 017. (2020). *Resolucion ARCERNNR 017-2020*. Tecnica. Quito: Agencia de regulacion y control. Recuperado el 08 de julio de 2024, de <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-002-20.pdf>
- Arcila, J. D. (2018). ARMÓNICOS EN SISTEMAS ELÉCTRICOS. 26. Recuperado el 27 de junio de 2024, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53513948/Armonicos_en_sistemas_electricos-libre.pdf?1497486543=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DArmonicos_en_sistemas_electricos.pdf&Expires=1720652151&Signature=YPJdyOkj~Kt~M04RcqDXp2ncQd3p~E8wv2brL
- ARCONEL. (2018). *Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica*. Resolución , ARCONEL. Recuperado el 29 de Julio de 2024, de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-06/Documento_ARCONEL-005-18-Calidaddel%20servicio%20de%20distribuci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n.pdf
- Asamblea nacional del Ecuador. (2017-2021). *Constitución de la Republica del Ecuador*. Quito. Recuperado el 04 de julio de 2024, de https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/12/20190319-S_R_O_449_19_MARZO_LEY-ORGANICA-DE-EFICIENCIA-ENERGETICA.pdf
- Augusto, T. Á. (2022). *Análisis de confiabilidad de un alimentador de la Empresa Eléctrica*. Informe de investigación, Latacunga. Recuperado el 17 de mayo de 2024, de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9804/1/MUTC-001347.pdf>
- Benítez, Johana Pesantez. (2019). *REGLAMENTO A LA LEY ORGANICA DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA*. Capital del Ecuador: ARTICULO 36. Recuperado el 19 de Junio de 2024, de <https://www.celec.gob.ec/transeselectric/images/stories/noticias/2020WEB/solicitud>

SNT/REGLAMENTO%20A%20LA%20LEY%20ORG%20C3%81NICA%20DEL%20SERVICIO
%20P%20C3%9ABLICO%20DE%20ENERG%20C3%8DA%20EL%20C3%89CTRICA.pdf

Campos Huaman, J. R. (2019). *Análisis técnico de la interconexión entre el Alimentador A4601, y el Alimentador A4605 pertenecientes al Electrocentro*. Huancamayo, Peru. Recuperado el 23 de mayo de 2024, de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6317>

Carlos Alberto Ríos, M. A. (22 de Julio de 2003). ANÁLISIS DE ARMÓNICOS EN SISTEMAS ELÉCTRICOS. 6. Recuperado el 26 de junio de 2024, de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-ANALISISDEARMONICOSENSISTEMASELECTRICOS-4847215.pdf>

Carlos Solís. (noviembre de 2018). Planificación de redes eléctricas de distribución en zonas urbanas consolidadas considerando criterios de confiabilidad. 9. Recuperado el 23 de mayo de 20254, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/24038>

Cesar, A. (2022). *Análisis de confiabilidad de un alimentador de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A*. Riobamba. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9804>

CNEL CENTRO DE CONTROL. (2024). *ANALISIS DE CARGABILIDAD. INFORME GENERAL TECNICA*, CNEL EP, SANTA ELENA. Recuperado el 31 de JULIO de 2024

CNEL Corporativo. (2021). *Manual de buenas practicas ambientales*. Guayaquil: CNEL EP. Recuperado el Julio de 13 de 2024, de <https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2016/05/MN-RSC-AMB-002.pdf>

CNEL EP . (2023). *Guía distribución de energía*. ARCERNNR 003-023, Guayaquil. Obtenido de <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/18.-Guia-Distribucion-de-energia.pdf>

CNEL EP. (2021-2025). *Plan estratégico*. Plan Corporativo, CNEL EP, Corporativo, Guayaquil. Recuperado el 10 de junio de 2024, de <https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/PLAN-ESTRATEGICO-CNEL-EP-2021-2025.pdf>

CNEL EP. (2023). *Datos oficiales de CNEL EP 2023*. CNEL EP , Relaciones públicas . Santa Elena: Página oficial. Recuperado el 22 de junio de 2024, de <https://www.cnelep.gob.ec/unidad-de-negocio-santa-elena/>

CNEL EP Catálogo electrónico. (11 de Julio de 2024). *Catalogo electrónico*. Recuperado el 1 de JULIO de 2024, de MEER: https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_wrapper&view=

CNEL EP, C. (2023). *CNEL EP*. Obtenido de PLAN ESTRATEGICO 2021-2025: file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/21faa02f-d01a-4db1-b224-e84e6a5f3c2c_Plan-Estrat%C3%A9gico-2021-2025.rar.c2c/PLAN-ESTRATEGICO-CNEL-EP-2021-2025.pdf

CNEL Resolución. (2023). *Resolución Nro. ARCERNNR-003/2023*. CNEL EP. GUAYAQUIL: OFICINA CENTRAL. Recuperado el 06 de 07 de 2024, de https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/02/Anexo-003-2023-Codificacion-Regulacion-002-20_rev-DE-signed.pdf

- CONGRESO NACIONAL. (2021). *CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR*. QUITO: ART. 314. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Corporación Nacional de Electricidad. (Julio de 2024). *CNEL PAGINA OFICIAL*. Recuperado el 02 de julio de 2024, de CNEL PAGINA OFICIAL: <https://www.cnelep.gob.ec/glosario/>
- EMATEC. (27 de Abril de 2017). *Servicios y montajes electricos* . Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://ematec.cl/el-uso-de-la-termografia-en-sistemas-electricos/2024>
- Fernández, M. C. (30 de agosto de 2022). Análisis del posible impacto de la contaminación ambiental sobre las redes eléctricas de la región Manta-Montecristi. 9. Recuperado el 6 de julio de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202022000400531&script=sci_arttext
- Francisco Espín, C. S. (2009). *Utilizacion de cable protegido para redes aereas de distribucion*. Informe de investigacion, ESPOL, Guayaquil. Recuperado el 16 de junio de 2024, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1594/1/CD-2270.pdf>
- Freepik. (2022). *FREEPIK*. Obtenido de Corrosión de estructuras metálicas Fragmento de soporte oxidado Oxidación activa y destrucción del acero: https://www.freepik.es/fotos-premium/corrosion-estructuras-metalicas-fragmento-soporte-oxidado-oxidacion-activa-destruccion-acero_19640419.htm
- Freire, C. (21 de Julio de 2021). *Poceso de la corrosion en metales*. Recuperado el 16 de junio de 2024, de Ingeniería química: <https://www.youtube.com/watch?v=KG62VYtwD6g>
- Hernández, L. (2018). *DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD , CASO DE ESTUDIO DEL SISTEMA ELECTRICO EN LOS ACTIVOS INMOBILIARIOS DE TERRACUM*. Tesis de postgrado, Universidad ECCL, Bogotá. Recuperado el 03 de julio de 2024, de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2504/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herrera, V. A. (2020). *INGENIERÍA CIVIL APLICADA A CONSTRUCCIONES*. Tesis de ingeniería civil, Portugal. Recuperado el 10 de 06 de 2024, de <https://rein.umcc.cu/bitstream/handle/123456789/3546/TD.%2020%20Velio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INAMHI. (Julio de 2024). *INAMHI*. Recuperado el 02 de julio de 2024, de <https://www.inamhi.gob.ec/>
- José Carrasco. (2020). *Calidad y confiabilidad de los servicios eléctricos en América Latina*. California, Estados Unidos : IDB-Inter-american. Recuperado el 01 de Julio de 2024, de <https://policycommons.net/artifacts/303973/calidad-y-confiabilidad-de-los-servicios-electricos-en-america-latina/1220723/>
- Jurado, W. C. (junio de 2022). Análisis del posible impacto de la contaminación ambiental sobre las redes eléctricas de la región Manta-Montecristi. *edición septima*, 9. Recuperado el 21 de junio de 2024, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v14n4/2218-3620-rus-14-04-531.pdf>

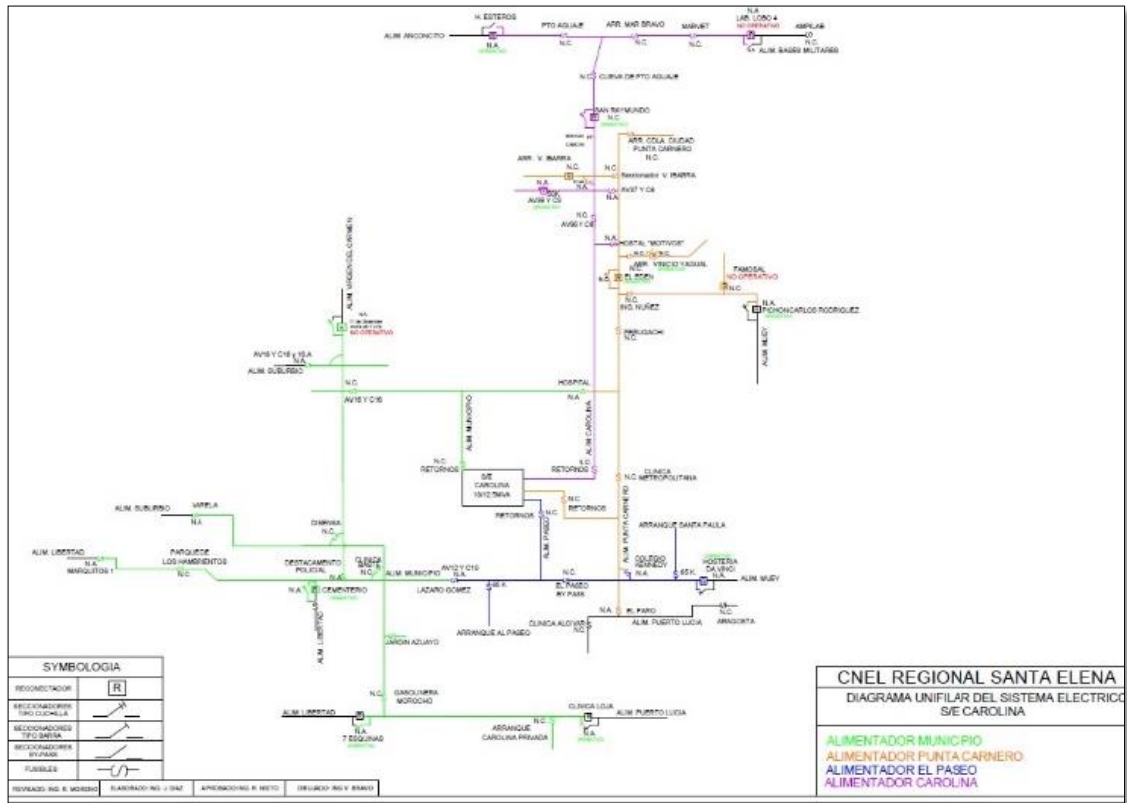
- Manuel Morcillo Linares. (2018). *La corrosión atmosférica en ambientes costeros* (Vol. Biblioteca de ciencias). (C. s. científicas, Ed.) Madrid, España: CSIC. Recuperado el 30 de Junio de 2024, de <http://digital.casalini.it/9788400103460> - Casalini id: 4380371
- Ministerio de Electricidad, Unidades de propiedad. (2024). *Manual de las estructuras de construcción eléctrica*. Guayaquil: CNEL EP. Recuperado el 26 de Julio de 2024, de <https://www.unidadespropiedad.com/>
- Morales, B. E. (2019). *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO AL GENERADOR Y TURBINA DE VAPOR MEDIANTE ESTUDIO TERMOGRAFICO*. Universidad de San Carlos de Guatemala . Guatemala: Facultad de ingeniería. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/14996/1/Brian%20Enrique%20Chicol%20Morales.pdf>
- Morón, J. A. (2021). *Sistema eléctrico de distribución*. Barcelona. Recuperado el 20 de mayo de 2024, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=miQuEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=redes+el%C3%A9ctricas+distribuci%C3%B3n&ots=1bHzWVDIK&sig=Qxf-0sTf5oHfJASjTbYAU4XFgaA#v=onepage&q=redes%20el%C3%A9ctricas%20distribuci%C3%B3n&f=false>
- Paitan, J. B. (2021). *Mejoramiento de las protecciones para garantizar la continuidad del servicio eléctrico en MACHACUAY*. Universidad Continental. Huancayo: Escuela académico profesional de ingeniería eléctrica. Recuperado el 01 de Julio de 2024, de http://repositoriodemo.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10517/1/IV_FI_N_109_TE_Valladolid_Paitan_2021.pdf
- Parra, E. (2018). *Análisis en sistema de armónicos en sistemas de distribución*. Universidad Nacional de Bogotá. Bogotá: Colección textos. Recuperado el 29 de junio de 2024, de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=O08UfHfOhwwC&oi=fnd&pg=PA1&dq=arm%C3%B3nicos+en+sistemas+electricos&ots=rWN-oTGwfZ&sig=pz6sS83gHd7Vs9wpy3m_U2PjqWE#v=onepage&q=arm%C3%B3nicos%20en%20sistemas%20electricos&f=false
- Pinzón, C. (2023). *Tipos de mantenimiento*. 17. Recuperado el 25 de mayo de 2024, de <https://cmmsphere.com/wp-content/uploads/2023/01/art-CMMShere-tipos-mantenimiento.pdf>
- Raul aguas. (2015). *Metodología para el cálculo de corrientes*. Informe de investigación, Cartagena. Recuperado el 02 de agosto de 2024, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56792546/Procedimiento_de_Calculo_de_Coci-libre.pdf?1528946673=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMETODOLOGIA_PARA_EL_CALCULO_DE_LAS_C_ORR.pdf&Expires=1723923258&Signature=Sto4-QJcPfk3JioC8SLHn2PN-qllq
- Raxón, W. O. (septiembre de 2015). *PROTECCIÓN MECANICA CATÓDICA PARA PREVENIR LA CORROSIÓN ELECTROQUÍMICA EN ELEMENTOS METÁLICOS*. 139. Recuperado el 10 de junio de 2024, de <https://core.ac.uk/reader/35293770>

- Rubiños, L. A. (2018). *Simulación matemático - computacional de la corrosión atmosférica en las costeras de ASCASH*. Informe de investigación de postgrado, UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUÑEZ DE MAYOLO, Huaraz-PERÚ. Recuperado el 6 de julio de 2024, de https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2380/T033_17876092_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez-Rodríguez, J.-M. (25 de Mayo de 2024). Análisis del avance de la corrosión en redes de tierra de protección eléctrica. (A. d. investigación, Ed.) 6. Recuperado el 17 de 06 de 2024, de <http://184.168.116.25/index.php/DYNA/article/view/706>
- Tebra, J. A. (2019). *Sistema eléctricos de distribución*. Barcelona, España: Reverte. Recuperado el 18 de mayo de 2024, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=miQuEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=que+son+las+redes+electricas+distribuci%C3%B3n&ots=1bHzWUMjFj&sig=ythbHPlrVJ6HLMTejfPBatgtliA#v=onepage&q=que%20son%20las%20redes%20electricas%20distribuci%C3%B3n&f=false>
- Venegas, L. (2014). Partes de un sistema eléctrico de potencia. Recuperado el 09 de mayo de 2024, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8085/7/UPS%20-%20KT00930.pdf>
- Villavicencio, M. A. (2015). *Montaje y repotenciación del sistema eléctrico*. Loja. Recuperado el 25 de mayo de 2024, de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18156/1/Villavicencio%20Castillo%2C%20Marco%20Antonio.pdf>
- Washington Castillo Jurado. (Julio de 2022). Análisis del posible impacto de la contaminación ambiental sobre las redes eléctricas de la región Manta-Montecristi. 14, 9. Recuperado el 15 de junio de 2024, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v14n4/2218-3620-rus-14-04-531.pdf>

Anexos

FIGURA 47.

Diagrama Unifilar donde se visualiza el alimentador Carolina.



Nota: Unifilar del sistema eléctrico de la Subestación Carolina.

Anexo A. Cronograma

Tabla 16.

Cronograma de actividades

| Actividades | Mayo 2024 | Junio 2024 | Julio 2024 | Agosto 2024 | Septiembre 2024 |
|---|--------------|---------------|---------------|----------------|--------------------|
| Revisión bibliográfica | X | | | | |
| Idea y definición de título de tema de tesis | X | | | | |
| Formatos estructura de tesis, revisión de normas APA. | X | | | | |
| Capítulo 1. Elaboración de introducción, resumen, Justificación, | X | X | | | |
| Elaboración de descripción del problema, objetivos generales y específicos | | X | | | |
| Capítulo 2. Tutorías del proyecto, Marco teórico | | X | | | |
| Argumentos teóricos y científicos. | | X | | | |
| Marco conceptual | | X | | | |
| Marco legal | | X | | | |
| Normas ambientales. | | X | X | | |
| Argumentos metodológicos | | X | X | | |
| Capítulo 3. Análisis técnico, levantamiento técnico del sistema eléctrico | | | X | | |
| Capítulo 4. Resultados del análisis técnico, problemas, Resolución de mantenimientos programados. | | | X | | |
| Capítulo 5. Elaboración de presupuestos y costos del proyecto | | | | X | |
| Capítulo 6. Conclusiones y Recomendaciones | | | | X | |
| Anexos, revisión final observaciones del tutor. | | | | X | |
| Entrega (archivo digital) de trabajo final | | | | X | |
| Preparación de documentos, certificados, firmas, gestión administrativa. | | | | | X |
| Sustentación y Defensa del Trabajo de Titulación | | | | | X |



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Ramírez Avelino Michael Darío** con C.C: # 0926051871 autor del Trabajo de Integración Curricular: **“Análisis técnico y repotenciación de redes trifásicas aéreas en ambiente salino del alimentador Carolina de la provincia de Santa Elena para el mejoramiento de la continuidad y calidad del servicio eléctrico”**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRICIDAD** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

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

Guayaquil, 15 de agosto del 2024.

Ramírez Avelino Michael Darío

C.I. 0926051871

| REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA | | | |
|---|--|---|-----|
| FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN | | | |
| TÍTULO Y SUBTÍTULO: | “Análisis técnico y repotenciación de redes trifásicas aéreas en ambiente salino del alimentador Carolina de la provincia de Santa Elena para el mejoramiento de la continuidad y calidad del servicio eléctrico”. | | |
| AUTOR(ES) | Ramírez Avelino Michael Darío | | |
| REVISOR(ES)/TUTOR(ES) | Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, Ph.D. | | |
| INSTITUCIÓN: | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil | | |
| FACULTAD: | Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo | | |
| CARRERA: | Ingeniería en Electricidad | | |
| TÍTULO OBTENIDO: | Ingeniero en Electricidad | | |
| FECHA DE PUBLICACIÓN: | 15 de agosto del 2024 | No. DE PÁGINAS: | 113 |
| ÁREAS TEMÁTICAS: | Eficiencia energética. | | |
| PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS: | Sistema eléctrico, salinidad, calidad, clientes, media tensión, repotenciación, normas ambientales. | | |
| RESUMEN: | <p>La energía eléctrica es un servicio básico y un derecho para los ciudadanos, tal como lo estipula la constitución del Ecuador. La CNEL EP Unidad de Negocio Santa Elena es la responsable de proporcionar el servicio de distribución eléctrica, por lo tanto, es vital mantener en óptimas condiciones su infraestructura eléctrica para garantizar la correcta continuidad del servicio brindado a los usuarios. El tema en cuestión se centra en las estructuras y redes trifásicas aéreas en media tensión con voltajes de 13.800 voltios del alimentador Carolina, ubicado en el sector vía a Punta Carnero del perfil costanero de la península. Estas estructuras se ven directamente afectadas por la agresividad del ambiente salino de la costa, ya que se encuentran a 50 metros de la playa, lo que aumenta los índices de fallas en el sistema eléctrico. El objetivo principal es realizar un análisis técnico e implementar soluciones innovadoras y eficientes para contrarrestar esta problemática, mejorando la durabilidad de los materiales expuestos a altos niveles de corrosión en estos ambientes agresivos. Se revisan teorías científicas de diferentes autores como base de nuestro estudio, efectuando metodologías y estrategias para repotenciar el alimentador Carolina, con el fin de garantizar un servicio eléctrico confiable en la zona, mejorando así la continuidad y calidad del suministro eléctrico.</p> | | |
| ADJUNTO PDF: | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | |
| CONTACTO CON AUTOR/ES: | Teléfono: 0961090210 | Email: michael.ramirez01@cu.ucsg.edu.ec | |
| CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UCSG | Nombre: Ubilla González Ricardo Xavier | | |
| | Teléfono: +593 999528515 | | |
| | E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec | | |
| SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA | | | |
| No. DE REGISTRO (en base a datos): | | | |
| No. DE CLASIFICACIÓN: | | | |
| DIRECCIÓN URL (tesis en la web): | | | |