



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TEMA

Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la Subestación

Eléctrica Salinas mediante la normativa ISO 50001

AUTORES

Barberán Ruíz Horacio Enrique

Muñoz García Carlos Andrés

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

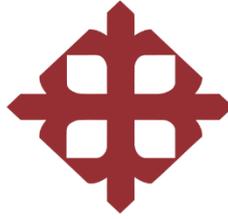
INGENIERO ELÉCTRICO

TUTOR

Ing. Alexander Ronald Mero Vallas, MSc.

Guayaquil, Ecuador

19 de febrero de 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Barberán Ruíz Horacio Enrique y Muñoz García Carlos Andrés**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO**.

TUTOR

f. 

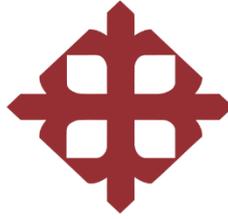
Ing. Alexander Ronald Mero Vallas, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, PhD.

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Barberán Ruíz Horacio Enrique**

DECLARO QUE:

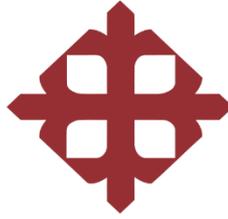
El Trabajo de Titulación, **Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la Subestación Eléctrica Salinas mediante la normativa ISO 50001** previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR,

f. 
Barberán Ruíz Horacio Enrique



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Muñoz García Carlos Andrés

DECLARO QUE:

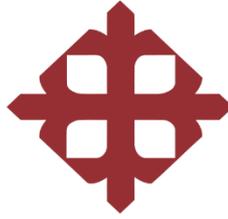
El Trabajo de Titulación, **Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la Subestación Eléctrica Salinas mediante la normativa ISO 50001** previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR

f. 
Muñoz García Carlos Andrés



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, **Barberán Ruíz Horacio Enrique**

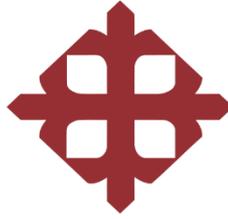
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la Subestación Eléctrica Salinas mediante la normativa ISO 50001**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR:

f. _____

Barberán Ruíz Horacio Enrique



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

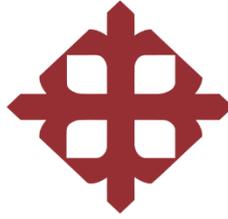
Yo, **Muñoz García Carlos Andrés**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la Subestación Eléctrica Salinas mediante la normativa ISO 50001**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR:

f. 
Muñoz García Carlos Andrés



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

INFORME SOFTWARE ANTIPLAGIO

REPORTE COMPILATIO



Reporte Compilatio del trabajo de titulación de la Carrera ELECTRICIDAD denominado: **“Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la Subestación Eléctrica Salinas mediante la normativa ISO 50001”**, de los estudiantes Barberán Ruíz, Horacio Enrique y Muñoz García, Carlos Andrés se encuentra al 3% de coincidencias.

Atentamente,

Ing. Alexander Ronald Mero Vallas, MSc.

DOCENTE-TUTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, quien con su infinita bondad me ha otorgado la fortaleza, salud y la sabiduría necesaria para culminar con éxito este trabajo académico, siendo una guía constante en cada etapa de este proceso. Extiendo mi más sincero agradecimiento a la Universidad Católica Santiago de Guayaquil institución que me brindó el espacio y las herramientas para desarrollar mis competencias profesionales y técnicas, también a la Empresa Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL E.P. Unidad de Negocios Santa Elena por el apoyo proporcionado y su contribución al desarrollo de esta tesis.

De manera especial quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutor el Ing. Alexander Ronald Mero Vallas, por su excepcional guía académica y orientación profesional porque con su dedicación, paciencia y consejos ha sido parte principal para la concreción de este trabajo académico.

A todas las personas que, de una u otra manera, han contribuido directa o indirectamente a la realización de esta tesis, les ofrezco mi eterna gratitud.

Horacio Enrique

AGRADECIMIENTO

A Dios quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento siendo mi guía espiritual, a las personas y a la Empresa Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL E.P. Unidad de Negocios Santa Elena que hicieron posible la culminación de este trabajo final académico, el cual representa el fruto de un trabajo hecho con amor, esfuerzo y compromiso constante con mi superación.

Mi gratitud al Ing. Alexander Ronald Mero Vallas, tutor de esta tesis, con su experiencia y dedicación académica supo guiarme adecuadamente en la orientación profesional y técnica contribuyendo a la culminación de esta.

A mis profesores, que a lo largo de la trayectoria académica compartieron su conocimiento experiencia y valores enriqueciendo profundamente mi aprendizaje y preparación para afrontar los retos del ámbito profesional con confianza y determinación.

A mi amigo y compañero de tesis, por su disposición para compartir tiempo, ideas y conocimientos en cada etapa de este trabajo. Su colaboración fue clave para afrontar los desafíos con mayor claridad y eficiencia.

A todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron al desarrollo de esta tesis, ya sea con su apoyo emocional, técnico o académico, mi eterno reconocimiento y gratitud.

Carlos Andrés

DEDICATORIA

A mis padres Horacio Barberán Sierra y Juana Ruíz Gurumendi que fueron mi motivación para culminar esta meta que me propuse y sé que desde el cielo están llenos de orgullo, por darme fuerzas y determinación en los momentos difíciles

A mi esposa Maritza Cortez Huerta y a mis hijos Dejanira Barberán Cortez y Andy Barberán Cortez por brindarme su amor, apoyo condicional y moral que me motivaban a seguir adelante.

A mi compañero de tesis Carlos Muñoz García que me apoyó en toda instancia.

A mis docentes de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil por sus enseñanzas, consejos y guías que han hecho posible la culminación de mi carrera académica.

Horacio Enrique

DEDICATORIA

Dedico a mis padres, Luis Daniel Muñoz Acosta y Fátima Genoveva García Guillen por su apoyo y ánimo, por darme la fuerza necesaria y guiarme en cada paso para culminar esta meta tan importante en mi vida.

A mi compañera de vida Michelle García Rivero por su apoyo incondicional, a mis hermosos hijos Carlos Andrés Muñoz García y Astrid Eloise Muñoz García por ser la tranquilidad de mi alma en los momentos difíciles.

A mis hermanos Gabriela, Juan y Stephanya, en especial a mis sobrinos Allison, Steven y Gabriela por todo su apoyo incondicional, espero les sirva de ejemplo de que todo se puede lograr con esfuerzo y dedicación. A mí compañero de tesis Horacio Barberán Ruíz, que me aconsejó y apoyo en todo instante.

A los docentes y tutor de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil que con su enseñanzas, orientación y apoyo han sido invaluable en el proceso de mi carrera académica.

Finalmente, a los que creyeron en mí, con su actitud lograron que tomara más impulso.

Carlos Andrés



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, PHD.

DIRECTOR DE CARRERA

f.  _____

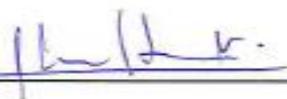
ING. RICARDO XAVIER UBILLA GONZALEZ, MSC.

COORDINADOR DE TITULACIÓN

f.  _____

ING. NINO TELLO VEGA URETA, MSC.

OPONENTE

f.  _____

ING. ALEXANDER RONALD MERO VALLAS, MSC.

TUTOR

ÍNDICE

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN.....	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	III
AUTORIZACIÓN.....	V
REPORTE COMPILATIO.....	VII
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VIII
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	X
ÍNDICE	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVII
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT	XIX
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I.....	6
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO	6
1. Antecedentes del problema	6
1.1 Planteamiento del problema	9
1.2 Objetivos	12
1.2.1 Objetivo general.....	12
1.2.2 Objetivos específicos	12
1.3 Justificación.....	12
1.4 Metodología	14
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1 Sistemas de protección eléctrica	18
2.1.1 Relés de protección	20
2.1.1.1 Tipos de relés de protección eléctrica	21
2.1.2 Redes de distribución eléctrica	22
2.1.3 Subestación eléctrica.....	23
2.1.4 Funcionamiento de los equipos de protección	25
2.1.5 Coordinación de protecciones.....	28
2.1.5.1 Protección de transformadores de potencia	29
2.1.5.2 Criterios generales de protección	29

2.1.5.3 Protección diferencial.....	30
2.1.6 Mantenimiento preventivo y correctivo	30
2.2 Eficiencia energética	31
2.2.1 Sistema de Gestión Energética.....	33
2.2.2 Objetivos de desarrollo sostenible	34
2.2.3 Factor de emisión de CO ₂ del Sistema Nacional Interconectado SNI	38
2.2.3.1 Procedimiento de línea Base	40
2.2.3.2 Evolución de las emisiones de CO ₂ en el SNI.....	45
2.2.4 Pérdidas técnica y no técnicas.....	46
2.3 Normativa ISO 50001	47
2.3.1 Cumplimiento de la normativa ISO 50001	50
CAPÍTULO III.....	52
Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la Subestación Eléctrica Salinas mediante la normativa ISO 50001	52
3.6 La implementación de la Norma 50001 Eficiencia Energética	52
3.6.1 Introducción:	52
3.6.2 Diagnóstico general	55
3.6.3 Planificación	93
3.6.4 Ejecución	94
3.6.5 Verificación y Monitoreo	95
Conclusiones y Recomendaciones	96
Conclusiones:.....	96
Recomendaciones:	97
Referencias:	98
Anexos	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama Unifilar de la Subestación de Salinas.	3
Figura 2 Sistemas de protección eléctrica	19
Figura 3 Subestación de Salinas	25
Figura 4 Diagrama de un sistema de Protección en una Subestación	28
Figura 5 Factores de la Eficiencia Energética	32
Figura 6 Sistema de Gestión Energética.....	34
Figura 7 Los 17 objetivos de Desarrollo Sostenible ODS.....	35
Figura 8 Los ODS que apoya el estándar ISO 50001:2018	36
Figura 9 Fórmula del Método Simple Ajustado.....	43
Figura 10 Emisiones de CO ₂ del 2025 al 2022 en el SNI.....	46
Figura 11 Ciclo de la mejora continua de la Norma ISO 50001	50
Figura 12 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Enero	59
Figura 13 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Febrero	60
Figura 14 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Marzo.....	61
Figura 15 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Abril.....	62
Figura 16 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Mayo	63
Figura 17 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Junio	64

Figura 18 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Julio	65
Figura 19 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Agosto.....	65
Figura 20 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Septiembre.....	66
Figura 21 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Octubre	67
Figura 22 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Noviembre.....	67
Figura 23 Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Diciembre.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros de cálculo del factor de emisión de CO ₂	39
Tabla 2 Requerimientos de determinación de los Márgenes de Operación y Construcción.....	41
Tabla 3 Generación eléctrica del SIN de los últimos 5 años en GWh.....	42
Tabla 4 Listado de las 5 unidades de generación recientemente ingresadas	44
Tabla 5 Conjunto de las unidades que conforman 20% de la generación eléctrica del 2022.....	44
Tabla 6 Breaker principal de la subestación Salinas.	53
Tabla 7 Carga del Alimentador Dobronsky	53
Tabla 8 Carga del Alimentador Bases Militares	54
Tabla 9 Carga del Alimentador Interconexión.....	54
Tabla 10 Carga del alimentador Las Dunas	54
Tabla 11 Consumo energético año 2024	55
Tabla 12 Consumo mensual de los alimentadores de la Subestación SALINAS	58
Tabla 13 Energía (MWh) y Energía (%) del mes Junio.....	73
Tabla 14 Energía (MWh) y Energía (%) del mes Julio.....	74
Tabla 15 Energía (MWh) y Energía (%) del mes Agosto	75
Tabla 16 Consumo vs. Usuario Alimentador Rubira	77
Tabla 17 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Rubira.2024	78
Tabla 18 Consumo vs. Usuario SE Salinas - Alimentador Dobronsky-2024 .	79
Tabla 19 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Dobronsky-2024	80
Tabla 20 Consumo vs. Usuario SE Salinas - Alimentador Bases Militares -2024	81
Tabla 21 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Bases Militares-2024	82
Tabla 22 Consumo vs. Usuario SE Salinas - Alimentador Interconexión-2024	84

Tabla 23 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Interconexión -2024.....	85
Tabla 24 Consumo vs. Usuario SE Salinas - Alimentador Las Dunas-2024 .	86
Tabla 25 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Las Dunas -2024	87
Tabla 26 Consumo vs. Usuario SE Salinas - Totalizador-2024.....	89
Tabla 27 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Totalizador-2024.....	90
Tabla 28 Datos de protecciones alimentador Rubira	91
Tabla 29 Datos de protecciones alimentador Dobronsky	91
Tabla 30 Datos de protecciones alimentador Bases Militares	92
Tabla 31 Datos de protecciones alimentador Interconexión	92
Tabla 32 Datos de protecciones alimentador Las Dunas	92
Tabla 33 Datos de protecciones Breaker Principal 13.8Kv (5281).....	93
Tabla 34 Objetivos y metas año 2025	93
Tabla 35 Línea base energética	94
Tabla 36 Inversiones en modernización	94
Tabla 37 Capacitación al personal sobre NORMA ISO 50001.....	94
Tabla 38 Indicadores de desempeño energético (KPI).....	95

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Voltaje toma de lectura mensual de la Subestación Salinas	56
Gráfico 2 Potencia mensual de la Subestación Salinas	57
Gráfico 3 Pérdidas móviles correspondiente al mes de Junio/24	73
Gráfico 4 Pérdidas móviles correspondiente al mes de Julio/24	74
Gráfico 5 Pérdidas móviles correspondiente al mes de Agosto/24.....	75
Gráfico 6 Consumo vs. Usuario alimentador Rubira	77
Gráfico 7 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Rubira- 2024	78
Gráfico 8 Consumo vs. Usuario SE Salinas Alimentador Dobronsky-2024 ..	79
Gráfico 9 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Dobronsky- 2024	80
Gráfico 10 Consumo vs. Usuario SE Salinas Alimentador Bases Militares - 2024	82
Gráfico 11 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Bases Militares -2024	83
Gráfico 12 Consumo vs. Usuario SE Salinas Alimentador Interconexión -2024	84
Gráfico 13 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Interconexión -2024.....	85
Gráfico 14 Consumo vs. Usuario SE Salinas Alimentador Las Dunas -2024	87
Gráfico 15 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Las Dunas -2024	88
Gráfico 16 Consumo vs. Usuario SE Salinas Totalizador-2024	89
Gráfico 17 Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Totalizador-2024	90

RESUMEN

La norma ISO 50001 es un estándar internacional que permite a organizaciones optimizar su gestión energética, mejorando la eficiencia, reduciendo costos y minimizando el impacto ambiental. Su implementación en la Subestación Eléctrica Salinas, ubicada en el cantón de Salinas perteneciente a la provincia de Santa Elena, garantizaría un uso eficiente de la energía y alineación con estándares internacionales de sostenibilidad. La Subestación Eléctrica Salinas, con una capacidad de 16/20 MVA y una tensión de 13,8 kV, gestiona la distribución de energía mediante cinco alimentadores estratégicos que garantizan la flexibilidad operativa. Su capacidad se utiliza en un 29,4% en temporada baja, 88,34% en temporada alta sin ventilación y 70,67% con ventilación forzada, permitiendo absorber incrementos en la demanda sin penalizaciones de entidades reguladoras como ARCERNNR y ARCONEL. La investigación busca evaluar la eficiencia del sistema de protección de la Subestación Eléctrica Salinas bajo la ISO 50001, promoviendo la sostenibilidad y la confiabilidad del suministro eléctrico. Se identifican oportunidades de mejora mediante el monitoreo de indicadores energéticos, la reducción de pérdidas y la optimización de recursos. Estudios previos han demostrado que aplicar esta norma reduce costos, mejora la competitividad y minimiza las emisiones contaminantes. La investigación emplea un enfoque cuantitativo, cualitativo, descriptivo y analítico, recopilando datos numéricos sobre consumo, eficiencia y explorando interpretaciones sobre la aplicación de la norma. Esto permitirá fortalecer la sostenibilidad energética y garantizar un suministro confiable en la región.

Palabras claves: Evaluación-Eficiencia energético-Norma ISO 50001

ABSTRACT

The ISO 50001 standard is an international standard that allows organizations to optimize their energy management, improving efficiency, reducing costs and minimizing environmental impact. Its implementation at the Salinas Electrical Substation, located in Santa Elena, would guarantee efficient use of energy and alignment with international sustainability standards. The Salinas Substation, with a capacity of 16/20 MVA and a voltage of 13,8 kV, manages the distribution of energy through five strategic feeders that guarantee operational flexibility. Its capacity is used in 29,4% in low season, 88,34% in high season without ventilation and 70,67% with forced ventilation, allowing it to absorb increases in demand without penalties from regulatory entities such as ARCERNNR and ARCONEL. The research seeks to evaluate the efficiency of the substation protection system under ISO 50001, promoting the sustainability and reliability of the electricity supply. Opportunities for improvement are identified through the monitoring of energy indicators, the reduction of losses and the optimization of resources. Previous studies have shown that applying this standard reduces costs, improves competitiveness and minimizes polluting emissions. The research employs a quantitative and qualitative, descriptive and analytical approach, collecting numerical data on consumption and efficiency, and exploring interpretations of the standard application. This will strengthen energy sustainability and ensure a reliable supply in the region.

Keywords: Evaluation-Energy efficiency-ISO 50001 standard

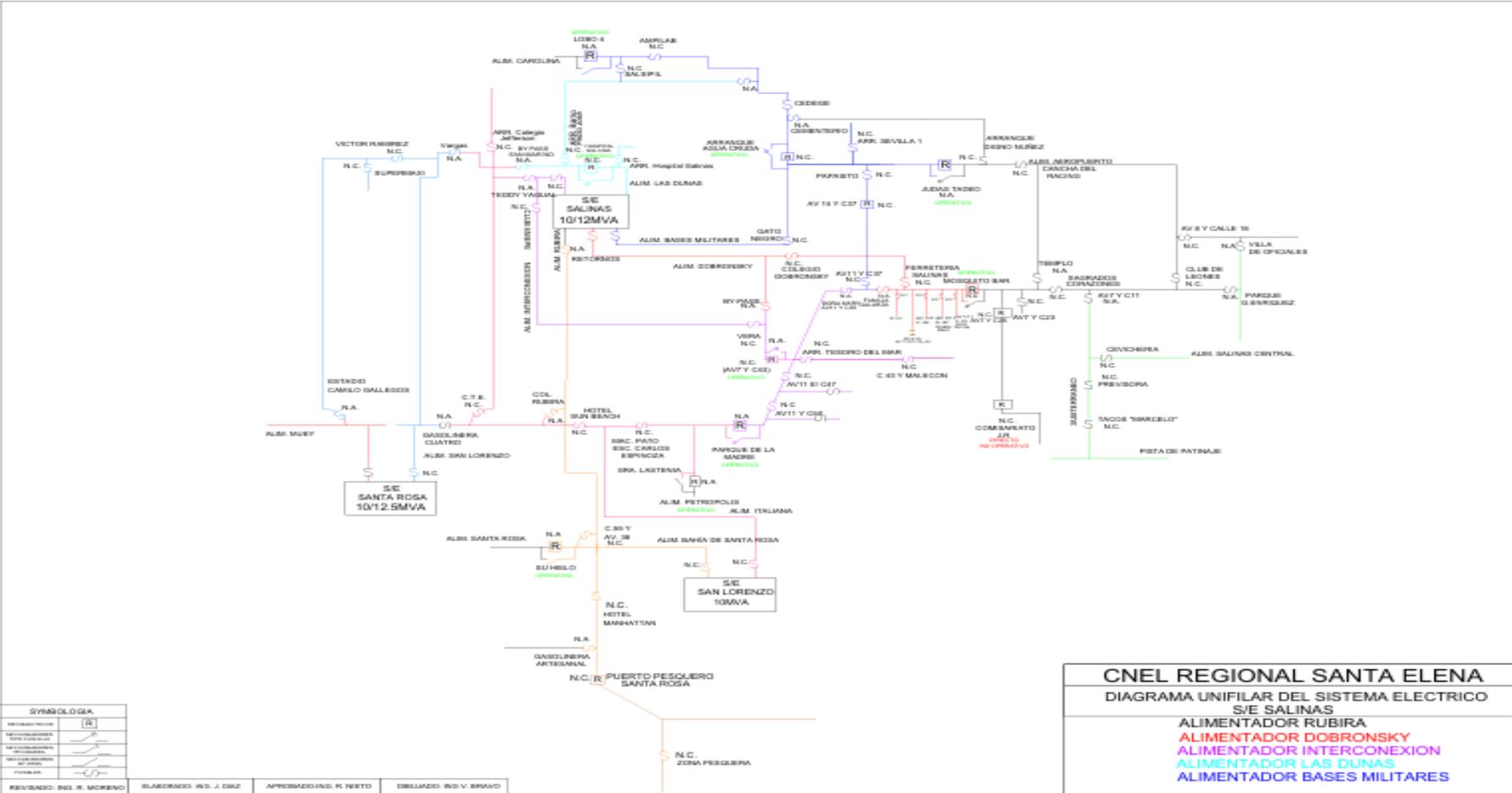
INTRODUCCIÓN

La norma ISO 50001, constituye un estándar internacional diseñado para establecer, mantener y optimizar sistemas de gestión energética en organizaciones, promoviendo la mejora continua en términos de eficiencia, seguridad, consumo y uso de la energía. A través de un enfoque estructurado este marco facilita organizaciones del ámbito público y privado adopten prácticas sostenibles, optimizando el uso de la energía y minimizando su impacto ambiental. Esto no solo contribuye a mitigar el cambio climático, sino que también mejora la eficiencia operativa. Obtener esta certificación valida la implementación de un sistema eficaz de gestión energética lo que traduce en una mayor rentabilidad operativa al disminuir costos y garantizar un desempeño energético óptimo. Además, la norma fomenta la innovación tecnológica y la alineación con objetivos globales de sostenibilidad, destacándose como una herramienta clave para la competitividad y la responsabilidad ambiental en diversos sectores (Páez 2021).

La subestación eléctrica Salinas, ubicada en la ciudad de Salinas, provincia de Santa Elena, constituye una infraestructura clave para la distribución y transformación de energía eléctrica en la región con una capacidad instalada de 16/20 MVA y operando a una tensión de 13,8 kV. Esta subestación gestiona la distribución de energía a través de cinco líneas alimentadores: Rubira, Dobronsky, Bases Militares, Interconexión y Dunas, distribuyendo energía a sectores residenciales hospitalarios y bases militares (Mujal 2020).

Figura 1

Diagrama Unifilar de la Subestación de Salinas.



Fuente: CNEL – Unidad Santa Elena 2024.

Estos alimentadores desempeñan un papel fundamental en la conexión y suministro de energía a diferentes sectores, asegurando una operación equilibrada y eficiente. La capacidad de la subestación Salinas se encuentra utilizada al 29,4% temporada baja, 88,34% temporada alta sin ventilar (OA) y 70,67% en temporada alta con ventilación forzada (FOA) y evidenciando un margen adecuado para gestionar incrementos en la demanda y mantener la confiabilidad del sistema, además, no entra en penalizaciones o sanciones por parte ARCERNNR (Agencia de Regulación y Control De Energía Y Recursos Naturales No Renovables) y el control del informe que entrega cada distribuidora al ARCONEL (Agencia de Regulación y Control de Electricidad) al no cumplir los índices de calidad del producto para los consumidores, que CNEEL debe cumplir, caso contrario recibirá una sanción que consiste en 20 salarios de RBU por consumidor, y por índice incumplido, cada alimentador tiene características específicas que garantizan la flexibilidad operativa de la subestación, el alimentador Rubira normalmente abierto, se emplea para transferencias de cargas en situaciones en mantenimiento, fortaleciendo y adaptándose a las fluctuaciones de la red, los alimentadores Dobronsky, Bases Militares, Interconexión y Dunas presentan factores de potencia promedio de 0,95 y cargas de oscilan entre los 563,4 kVA y 2062,3 kVA, manteniendo un equilibrio de corrientes de fases y un control adecuado de las cargas reactivas, esta configuración permite un desempeño eficiente como minimizando pérdidas y optimizando el suministro eléctrico en este contexto, la implementación de un sistema de gestión energética basada en la norma ISO 50001 resulta esencial para evaluar y mejorar la eficiencia operativa de la subestación Salinas, esta norma proporciona un marco estructurado para

monitorear indicadores energéticos, analizar el comportamiento de las cargas y establecer objetivos de una manera continua, además, facilita la identificación y reducción de pérdidas energéticas, promoviendo un uso sostenible de los recursos.

Este estudio tiene como propósito analizar la eficiencia del sistema de protección de la subestación eléctrica Salinas conforme a la norma ISO 50001, con el fin de asegurar la sostenibilidad energética y mejorar la confiabilidad del suministro eléctrico en la región peninsular. La implementación de esta norma no solo optimizará el desempeño técnico de la subestación indicada, sino que también establecerá un modelo operativo alineado con los estándares actuales de eficiencia energética y sostenibilidad ambiental.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO

1. Antecedentes del problema

Estudios previos destaca la importancia de fomentar una cultura orientada al ahorro y al uso eficiente de la energía, con el objetivo de reducir los consumos eléctricos, las emisiones de CO₂ y otros impactos ambientales dentro del área de influencia. En este contexto, la evaluación de los tableros y gabinetes de distribución eléctrica, mediante el uso de una matriz de análisis energético, resulta fundamental. Este enfoque facilita la evaluación del desempeño en seguridad, riesgos eléctricos, impactos ambientales y protección del personal de la zona, de tal manera que estos análisis son fundamentales para ajustar las operaciones a los estándares exigido por la norma ISO 50001, promoviendo una gestión energética más eficiente, sostenible y segura en el sector.

A nivel internacional, Monteza (2020), realizó una investigación cuyo objetivo principal era proponer la implementación de una auditoría energética en el Hospital Regional Lambayeque, fundamentado en la norma ISO 50001 para optimizar el consumo energético y fomentar el ahorro de energía eléctrica. En su momento, la falta de planificación energética en el hospital generaba desconocimiento del impacto en los costos operativos y limitaba la adopción de un sistema de gestión eficiente (CNEL 2021). A través de esta auditoría se evaluó el consumo energético, se identificaron los principales sistemas de alto consumo, se determinaron oportunidades de ahorro y reducción de emisiones contaminantes. Para finalmente, consolidar una

propuesta integral que garantizó el uso eficiente de la energía, logrando disminución significativa del consumo y promoviendo prácticas sostenibles.

A nivel nacional, Saona (2020), presentó un estudio que tuvo como objetivo principal promover la eficiencia energética en el sector industrial al tratar un análisis sobre las posibles mejoras y su cuantificación, compartir el conocimiento sobre el posible uso de la energía, su concientización acerca del consumo responsable. Esta propuesta era disminuir y mejorar el consumo de energía eléctrica sin alterar las actividades normales de la industria, para lo cual se planteó una metodología que consistió en una auditoría energética. Mediante la misma se facilitó la obtención de datos, de los puntos claves a ser diagnosticado para poder definir su situación actual, proponer las respectivas mejoras en donde exista potencial de ahorro con su respectivo análisis técnico económico, para verificar que las propuestas son factibles. Debido al constante desarrollo de nuevas tecnologías, es indispensable fomentar y fortalecer los criterios de eficiencia energética, equipos eficientes, porque disminuye el consumo eléctrico, por ende, se ahorra dinero, logrando que la industria mejore su rendimiento y competitividad.

La Empresa Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL E.P. Unidad de Negocios Santa Elena, no se encuentra certificada bajo la norma ISO 50001 debido a posibles limitaciones estratégicas, presupuestarias y técnicas, la falta de priorización en la gestión energética, restricciones financieras para cubrir los costos iniciales de implementación, una posible carencia de cultura y conocimiento técnico especializado en eficiencia energética, dificultando la adopción de esta certificación. Además, los sistemas heredados con un enfoque operativo centrado en la continuidad

del servicio relegan iniciativas de optimización, obstáculos administrativos, la ausencia de incentivos gubernamentales también contribuyen a este rezago, superar esta barrera permitirá hacer en él mejorar su eficiencia energética reducir costos operativos y fomentar la sostenibilidad.

La certificación de la Subestación Salinas bajo la norma ISO 50001 es necesario para garantizar un sistema de gestión energética eficiente sostenible, competitivo actualmente la subestación enfrenta desafíos relacionados con el consumo energético, la optimización de sus recursos lo que puede incrementar los costos operativos y las pérdidas energéticas, la implementación de esta certificación permitirá identificar oportunidades de mejora, reducir pérdidas técnicas y no técnicas, optimizar el desempeño de los sistemas eléctricos. Además, alineará las operaciones de la subestación con estándares internacionales mejorando su confiabilidad reduciendo su impacto ambiental mediante la disminución de contaminantes y fortaleciendo su compromiso con la sostenibilidad, este proceso no solo impulsará un ahorro significativo de costos energéticos, sino que también garantizará un suministro eléctrico estable y seguro.

La gestión eficiente de la energía eléctrica es un desafío crítico en la infraestructura de la distribución, especialmente en áreas con alta demanda energética como Salinas, en la provincia de Santa Elena la subestación eléctrica Salinas, con una capacidad instalada de 16/20 MVA desempeña un papel esencial en la transformación y distribución de energía a través de 5 alimentadores estratégicos a pesar de operar dentro de parámetros eficientes y con un margen del 70,6% de capacidad disponible en temporada baja, un 11,66% y 29,4% de capacidad en temporada alta operando respectivamente

en OA (Enfriamiento natural) o FOA (Enfriamiento aire forzado), es fundamental garantizar la sostenibilidad y el rendimiento óptico del sistema mediante herramientas de gestión estandarizadas.

La norma ISO 50001 proporciona un marco internacional para implementar un sistema de gestión de energía enfocado en optimizar el consumo, reducir costos operativos y mitigar el impacto. Su aplicación en la subestación Salinas permitirá un monitoreo continuo de los indicadores energéticos, la identificación de mejoras en el control de pérdidas eléctricas y el aseguramiento de un suministro confiable conforme a los estándares globales. Este antecedente subraya la relevancia de la norma como un medio para fortalecer la sostenibilidad y alinearse con las existencias de eficacia energética, resiliencia, también el cumplimiento normativo en el sector eléctrico.

1.1 Planteamiento del problema

La subestación eléctrica Salinas, ubicada en la ciudad de Salinas, provincia Santa Elena, es una infraestructura estratégica para la distribución de energía en la región. Opera entre parámetros aceptables y utiliza el 29,4% en temporada baja, un 88,4% a 70,6% en temporada alta operando respectivamente en OA (enfriamiento natural) y FOA (enfriamiento aire forzado) de su capacidad instalada de 16/20 MVA, carece de un sistema integral para evaluar y gestionar la eficiencia energética basado en estándares internacionales como la normativa ISO 50001. La falta de una evaluación sistemática restringe la capacidad técnica de la subestación para optimizar el consumo energético y garantizar un suministro eléctrico sostenible a largo plazo. La subestación eléctrica Salinas es clave en la distribución de energía

en la provincia de Santa Elena, pero el aumento en la demanda, las fallas técnicas y el riesgo de sobrecarga resaltan la urgencia de evaluar la eficiencia del sistema de protección. Actualmente no se cuenta con un diagnóstico basado en estándares internacionales, que permita, medir y optimizar su desempeño energético.

Causas del problema:

- Falta de monitoreo continuo y sistemático: No se gestionan bajo un marco estandarizado indicadores clave como la eficiencia de los alimentadores y el equilibrio de fases, lo que impide aplicar acciones correctivas oportunas.
- Ausencia de un sistema estructurado de gestión energética: No se implementan metodologías específicas para detectar y reducir pérdidas energéticas asociadas a factores de potencias óptimos y desequilibrios de carga.
- Carencia de políticas de mejora continua en eficiencia energética: La falta de objetivos claros y alineados con la norma ISO 50001 dificulta la optimización de recursos y la reducción de impactos ambientales.

Consecuencias:

- Aumento de pérdidas energéticas: Sin un monitoreo estandarizado se incrementan las pérdidas técnicas y no técnicas, afectando la eficiencia operativa y elevando costos.
- Menor confiabilidad del suministro: No cumplir con estándares internacionales podría provocar interrupciones en el servicio eléctrico, afectando sectores críticos como hospitales, instalaciones militares y zonas residenciales.

- Impacto ambiental negativo: La falta de estrategia para reducir el consumo innecesario de energía contribuye a mayores emisiones de gases de efecto invernadero, afectando las metas de sostenibilidad regional o global.
- Desactualización tecnológica: La subestación podría quedar rezagada frente a los avances en eficiencia energética, limitando su competitividad y dificultando la integración con proyecto de infraestructura sostenible.

Este entorno subraya la necesidad urgente de implementar la norma ISO 50001 en la subestación Salinas. Su aplicación no solo permitiría evaluar integralmente la eficiencia del sistema de protección y distribución del consumo o demanda, sino también establecer un marco de mejora continua que garantice la sostenibilidad energética, operativa y ambiental de la región peninsular.

Formulación del problema

- ¿Cómo evaluar la aplicación de la normativa ISO 50001 que contribuya a mejorar la eficiencia del sistema de los alimentadores y el equilibrio de las fases de la subestación eléctrica Salinas?

Sistematización del problema

- ¿Cómo se identifican las características técnicas actuales del sistema de protección de la subestación eléctrica?
- ¿Cómo se analizan los indicadores de desempeño energético en relación con la normativa ISO 50001?
- ¿Qué se propone para mejorar al sistema de protección basadas en los hallazgos del análisis energético?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Evaluar la eficiencia del sistema de protección de las fases de la subestación eléctrica Salinas mediante la aplicación de la normativa ISO 50001 para el mejoramiento continuo, asegurando la sostenibilidad energética, operativa y ambiental.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar características técnicas actuales del sistema de protección de la subestación eléctrica.
- Analizar los indicadores de desempeño energético de la subestación Salinas en función de los estándares establecidos por la norma ISO 50001, identificando áreas de mejora y eficiencia operativa.
- Diseñar estrategias de optimización del sistema de protección, fundamentadas en los resultados del análisis energético, reduciendo pérdidas, mejorando la confiabilidad del suministro y garantizando el cumplimiento de la normativa internacional.

1.3 Justificación

La implementación de sistema de gestión energética, como los establecidos en la norma ISO 50001, ofrece una oportunidad clave para optimizar la protección eléctrica, reduciendo costos operativos y mitigando impactos ambientales.

Justificación teórica

La eficiencia energética es un pilar fundamental para la sostenibilidad en los sistemas eléctricos modernos. La norma ISO 50001 proporciona un

marco teórico sólido basado en el ciclo PHVA planificar, hacer, verificar y actuar. Un enfoque que no solo permite monitorear y optimizar el consumo de energía, sino que también integra estrategia sostenible para la reducción de costos y minimizar efectos ambientales negativos.

Aplicando esta normativa en la subestación eléctrica Salinas permitirá establecer un sistema de gestión alineado con estándares internacionales, fortaleciendo la capacidad de identificar oportunidades de mejorar, reducir pérdidas energéticas y garantizar un suministro confiable. Por lo tanto, conceptos clave como balance energético, control de pérdidas técnicas y no técnicas, sostenibilidad ambiental respaldan la adopción de medidas prácticas basadas en esta norma, contribuyendo a un desempeño más eficiente.

Desde una perspectiva académica este estudio aporta el desarrollo del conocimiento técnico científico en la evaluación energética de un sistema eléctrico, proporcionando bases para futuras investigaciones sobre sostenibilidad y modernización de infraestructuras eléctricas en Ecuador.

Justificación práctica

En el ámbito práctico, la subestación eléctrica Salina es una infraestructura estratégica que suministra energía a sectores críticos como hospitales, instalaciones militares, edificios y conjuntos residenciales. A pesar de operar dentro de parámetros aceptables, la falta de un sistema integral de gestión energética basada en la norma ISO 50001 limita su capacidad para garantizar un suministro confiable y eficiente. La implementación de esta normativa permitirá optimizar el uso de energía al reducir las pérdidas, equilibrar las cargas en los alimentadores, mejorará la eficiencia operativa de la subestación, incrementar la confiabilidad del suministro mediante el

monitoreo continuo de indicadores clave se podrá anticipar, planificar movimientos productivos. Con la optimización de costos operativos, la reducción del consumo energético innecesario y la mejora del factor de potencia permitirán generar ahorros económicos significativos.

El fomento de la sostenibilidad ambiental, la minimización de pérdidas energéticas contribuirá a la disminución de emisiones indirectas de gases de efecto invernadero, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La referencia en eficiencia energética, esta investigación posicionará a la subestación Salinas como un modelo de gestión energético en la región, fortaleciendo su impacto en el desarrollo sostenible y la modernización del sector eléctrico en Ecuador.

1.4 Metodología

Tipo de investigación:

La investigación tiene un enfoque: cuantitativo, cualitativo, descriptivo y analítico (Hernández 2018).

El enfoque cuantitativo se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para medir, describir, evaluar fenómenos de manera objetiva. En el análisis de desempeño energético, este enfoque permite trabajar con indicadores claves como consumo eléctrico, intensidad energética o eficiencia térmica, estableciendo líneas base energéticas y evaluando tendencia a lo largo del tiempo. Mediante las herramientas estadísticas, softwares especializados, dónde se identifican patrones y se cuantifica el impacto de las medidas implementadas este método asegura objetividad, precisión proporcionando información valiosa para cumplir con la normativa ISO 50001,

optimizar recursos y priorizar acciones que mejoren la eficiencia energética de las organizaciones (Otero 2018).

El enfoque cualitativo busca explorar y comprender los significados interpretaciones y con textos relacionados con la aplicación de la norma ISO 50001. Mediante este método se analizan en profundidad las estrategias energéticas de las organizaciones, considerando factores como la cultura corporativa la percepción del personal y los desafíos en su implementación. Mediante entrevistas y análisis documental, se identifican buenas prácticas, barreras culturales y oportunidades de mejora. Su flexibilidad y capacidad de adaptación permiten ajustarse a las particularidades de cada organización facilitando el estudio de factores humanos y contextuales que no pueden ser recolectados con datos numéricos. Además, complementa el enfoque cualitativo al proporcionar un panorama integral que equilibra objetividad y contexto, garantizando implementación eficiente de la normativa.

Por otro lado, el análisis descriptivo transforma datos de información clara y útil, fortaleciendo la toma de decisiones basadas en evidencia dentro del ámbito de la ingeniería eléctrica. Permite demostrar objetivamente el impacto de la Norma ISO 50001 en la eficiencia energética y la optimización de procesos. Mediante la recopilación y organización de datos sobre consumo, demanda y horas de operación se generan tablas y gráficos que ilustran la evolución del desempeño energético antes y después de la implementación de la normativa. Este enfoque que fundamentará a través de estadística facilitará la identificación de tendencias y patrones demostrando objetivamente el impacto de la norma en la eficiencia energética y sustentando recomendaciones para optimizar la gestión energética (Otero 2018)..

El enfoque analítico se utilizará para descomponer y examinar los componentes clave del desempeño energético en relación con la normativa ISO 50001, cómo los indicadores de consumo, eficiencia operativa y procesos de mejora continua. Este tipo de investigación permite analizar las relaciones causa-efecto entre las políticas energéticas, los procedimientos aplicados y los resultados obtenidos, profundizando en la influencia de los factores específicos en el desempeño energético (Vizcaíno 2023). Al combinar herramientas cualitativas y cuantitativas, se logra una evaluación integral que abarca tanto los aspectos técnicos como los factores humanos. Sin embargo, este enfoque facilita la detección de barreras, la identificación de patrones y la determinación de áreas de mejora proporcionando una base sólida para la toma de decisiones estratégicas. Además, ofrece un análisis que integra los resultados medibles con el contexto organizacional, alineando las prácticas internas con los objetivos de mejora continua y sostenibilidad de la norma ISO 50001.

Diseño de la investigación

Con Diseño: no experimental de campo y documental (Bernal 2020).

Técnicas e instrumentos de investigación

Las Técnicas e instrumento: revisión documental de estándares de protección de la normativa ISO 50001 inspección técnica de los equipos y sistemas de la subestación eléctrica (Méndez 2017).

Aplicación de métricas de eficiencia energética y evaluación de indicadores.

Población y muestra:

- Población: sistemas de protección de la subestación eléctrica Salinas.

- Muestra: equipos principales y sistemas auxiliares seleccionados por muestreo intencional.

Resultados Esperados

- Diagnóstico detallado del sistema de protección actual en la subestación.
- Indicadores clave de desempeño energético alineados con ISO 50001.
- La aplicación de la ISO 50001 permitirá no solo mejorar la eficiencia del sistema de protección de la subestación eléctrica Salinas, sino también establecer estándares que puedan replicarse en otras subestaciones.
- Propuesta de optimización del sistema de protección para garantizar su eficiencia y sostenibilidad

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Sistemas de protección eléctrica

Los sistemas eléctricos de protección son esenciales en el contexto de las redes de distribución y los sistemas eléctricos de potencia debido a su papel importante en garantizar la continuidad, seguridad y eficiencia del suministro eléctrico (Amaya 2022). Dado que la red de distribución conecta la energía generada en grandes plantas con los usuarios finales disperso en extensos territorios, estos sistemas enfrentan una complejidad operativa considerable y están expuestos a diversas contingencias como sobrecargas, cortocircuitos, fluctuaciones de frecuencia y fallas técnicas (Juárez 2021).

Los sistemas de protección eléctrica, comprende dispositivos y esquema diseñado para detectar y aislar fallas en redes eléctricas, garantizando la seguridad y continuidad del sistema del servicio eléctrico (Ramírez 2005).

Los sistemas de protección funcionan como un escudo de seguridad que identifica, aísla y neutraliza fallas de manera rápida, previniendo daños mayores en los equipos operativos y reduciendo interrupciones en el servicio de energía. Su correcta implementación garantiza la estabilidad operativa del sistema, permitiendo que los equipos operen de manera sincronizada y con una frecuencia constante, lo cual es esencial para mantener el equilibrio energético y la calidad del suministro. De esta manera, estos sistemas no solo protegen los activos físicos, sino que también mejoran la eficiencia operativa y promueven la sostenibilidad de las redes eléctricas.

Figura 2

Sistemas de protección eléctrica



Fuente: subestaciones de transmisión (Espinoza y Segura 2010)

La protección de las subestaciones eléctricas frente a descargas atmosféricas como los rayos y los sobre voltajes de maniobra, que pueden conducir a conformar el aislamiento, ha sido un desafío importante desde los inicios de los sistemas eléctricos. A lo largo de más de un siglo, esta problemática ha exigido soluciones que garanticen la integridad y el funcionamiento seguro de las instalaciones. Las estrategias y herramientas para contrarrestar el estrés causado por altos niveles de voltaje han experimentado un avance significativo a lo largo del tiempo. En la actualidad se dispone de diversas soluciones tecnológicas específicamente diseñadas para minimizar los riesgos asociados a estas situaciones. Los pararrayos, Adaptados a las particularidades de cada caso permiten implementar la solución más efectiva lo cual es clave para maximizar la protección. Medida no solo protegen los equipos eléctricos, sino que también aseguran la continuidad operativa y fortalecen la seguridad de los sistemas eléctricos actuales.

Estos sistemas de protección eléctrica constituyen el equipo más importante que incluye en una subestación, por lo tanto, se derivan los componentes en un sistema de protección tal como se muestra en lo siguiente: relés de protección, transformadores a medida, disyuntores de poder y circuitos de control.

También son necesarias las protecciones de la subestación porque estas son efectuadas con relés, los cuales deben ser aplicados tomando diferente o característica a los equipos. Tales como:

- a) Protección de línea
- b) Protección de disyuntor
- c) Protección del transformadores o auto transformador
- d) Protección de barras
- e) Producción de reactores
- f) Protección de Banco de capacitadores

2.1.1 Relés de protección

Los relés de protección eléctrica en una subestación son dispositivos esenciales diseñados para detectar anomalías o fallas en el sistema eléctrico y tomar medidas inmediatas para aislar las áreas afectadas.

Su función principal es salvaguardar los equipos, asegurar la protección del personal y mantener la estabilidad del sistema eléctrico, evitando daños significativos y cortes prolongados de energía.

Los relés de protección operan monitoreando parámetros como las corrientes de las protecciones instantáneas (50), tiempo (51) y frecuencia (81). Al detectar condiciones que superan los límites establecidos, envían una señal para activar interruptores automáticos, aislando la sección afectada del

sistema. La protección mecánica consiste, en las protecciones internas del transformador o bien llamadas protecciones mecánicas están instaladas o incorporados directamente en el equipo, estas protecciones censan o registran temperatura gases y presión con el fin de evitar que el equipo se dañe frente a sobrecargas o fallas.

2.1.1.1 Tipos de relés de protección eléctrica

Los relés se clasifican en función de su principio de operación, aplicación y tecnología.

A continuación, se describen los tipos más comunes:

Relés electromecánicos

Son los que operan mediante componente mecánico como bobinas y discos giratorios. Además, son robustos y confiables, pero menos precisos y más lentos que los modernos.

Relés electrónicos

Estos se utilizan con componentes electrónicos para efectuar funciones de protección también ofrecen mayor velocidad y precisión en comparación con los electromecánicos.

Relés digitales o micro procesados

Estos se incorporan para analizar señales y realizar cálculos avanzados, e inclusive son versátiles, permiten ajustes precisos y almacenamiento de datos para analizar análisis posteriores.

Relés de sobre corriente

Estos relés detectan corrientes que superan un valor límite preestablecido. Además, se dividen en instantáneos, de tiempo definido y de tiempo inverso.

Relés diferenciales

Estos tienen la característica de medir la impedancia eléctrica en una línea determinada para determinar la ubicación de una falla. También, son esenciales en un sistema de transmisión.

Relés de baja y alta tensión

Su característica principal es detectar los valores normales anormales de voltaje, ya sea por debajo o por encima de los límites establecidos en la norma.

Relés de frecuencia

Sirven para monitorear desviaciones en la frecuencia del sistema protegiendo equipos sensibles como generadores.

Relés de sincronismo

Estos garantizan que dos sistemas estén en sincronía antes de conectarlos, evitando daños.

Relés de protección contra fallas a tierra

Estos relés detectan corrientes de fuga hacia tierra, protegiendo contra choques eléctricos y daños en los equipos.

Los relés de protección eléctrica son fundamentales en la operación de una subestación, porque permiten minimizar el impacto de las fallas, mejorar la confiabilidad del suministro y prolongar la vida útil de los equipos eléctricos.

2.1.2 Redes de distribución eléctrica

Las redes de distribución representan un componente fundamental en los sistemas eléctricos de protección debido a su rol esencial en la transferencia de la energía generada hacia los usuarios finales, quienes suelen estar dispersos en vastas áreas geográficas (Rojas 2017). En este

contexto la generación de energía generalmente se lleva a cabo en grandes unidades concentradas en plantas con alta capacidad, mientras que su distribución abarca extensos territorios que incluyen carga de distintas magnitudes eléctricas (Gómez 2023). Este contraste entre generación centralizada y distribución descentralizada aumenta significativamente la complejidad operativa de los sistemas de distribución en comparación con los sistemas de generación (Juárez 2021).

El sistema eléctrico de potencia se define como una red compleja e interconectada que abarca centrales generadoras, líneas de transmisión y redes de distribución, diseñadas para funcionar de manera coordinada como un único sistema. En condiciones normales de operación, todos los equipos del sistema operan en paralelo, manteniendo una frecuencia constante en toda la red. Este equilibrio es fundamental para asegurar un suministro eléctrico estable, confiable y eficiente, especialmente en un contexto donde las demandas energéticas y la variedad de cargas exigen soluciones técnicas avanzadas y una gestión eficaz de los recursos disponibles (Ramírez 2005).

2.1.3 Subestación eléctrica

Una subestación eléctrica es una instalación fundamental dentro de un sistema de potencia, encargada de transformar, regular y distribuir la energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta los usuarios finales. Estas instalaciones desempeñan funciones técnicas críticas, como ajustar los niveles de voltaje a través de transformadores, conectar o aislar circuitos para mantenimiento o reparaciones, y proteger el sistema contra fallas mediante dispositivos como interruptores y relés (J. Espinoza y Segura 2010).

Existen diferentes tipos de subestaciones según su función principal:

- a. Subestaciones de generación, que son las que están situadas cerca de las centrales eléctricas donde la energía generada es transformada a altos voltajes para su transmisión eficiente a largas distancias.
- b. Subestaciones de transmisión, que se encargan de manejar altos voltajes y distribuir la energía entre distintas áreas geográficas.
- c. Las subestaciones de distribución, que son las localizadas cerca de áreas de consumo, transforman la energía de alto voltaje a niveles más bajos aptos para el uso doméstico comercial o industrial.

Es importante anotar que las subestaciones están equipadas con dispositivos de monitoreo y control que aseguran su operación eficiente y segura, siendo fundamentales para la estabilidad, confiabilidad y calidad del suministro eléctrico a los consumidores residenciales que se encuentra en los sectores involucrados (Rosario-Berenguer Ungaro et al. 2018).

Las subestaciones eléctricas también se clasifican por los niveles de potencia de voltaje:

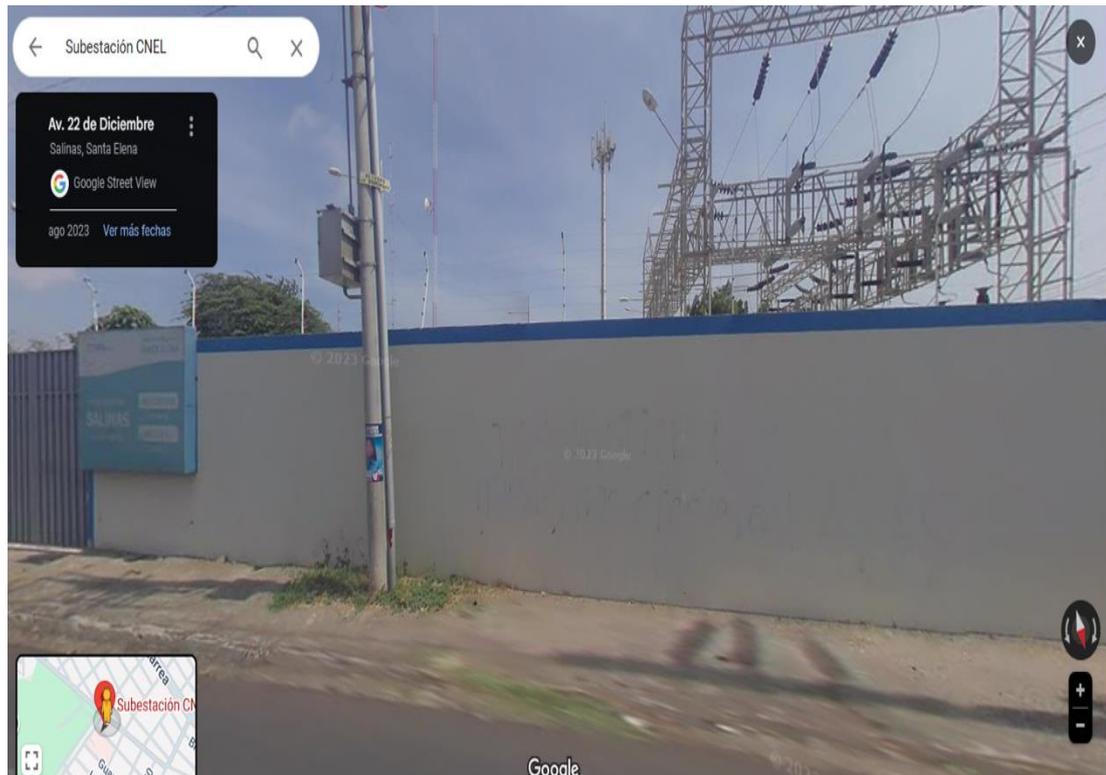
- a. Subestación de transmisión mayor \leq a 138 kV (230 kV)
- b. Subestación de subtransmisión entre \leq 138 kV y 46 kV
- c. Subestación de distribución primaria entre \leq 46 kV y 13.8 kV
- d. Subestación de distribución secundaria menor \geq a 13.8 kV.

A nivel de 138 kV está la red radial que se deriva a nivel de 69 kV, aquí se encuentra la línea de transmisión del Sistema Nacional de Transmisión SNT de la investigación:

- Pascuales – Santa Elena

Figura 3

Subestación de Salinas



Fuente: Google Maps. Ubicación 2024

Para esta variable, las dimensiones a investigar pueden ser las siguientes:

2.1.4 Funcionamiento de los equipos de protección

El funcionamiento de los equipos de protección eléctrica en las subestaciones se basa específicamente en la selección, evaluación y mitigación de condiciones no adecuadas, fallas en el sistema eléctrico. Su objetivo principal es garantizar la seguridad de los equipos para proteger a las personas, mantener la estabilidad del sistema y evitar interrupciones prolongadas del servicio. Referente a la evaluación de los interruptores automáticos, relés de protección, seccionadores y otros dispositivos. Estos sirven para la verificación de su operatividad bajo condiciones normales y de fallo (Barba y Erazo 2016).

Principales etapas del funcionamiento.

Monitoreo continuo

Los equipos de protección supervisan parámetros eléctricos clave como corriente, voltaje, frecuencia y potencia. Además, detectan desviaciones respecto a valores nominales establecidos (Grainger 2020).

Detección de anomalías

Los sensores o dispositivos como transformadores de corriente y transformadores de potencia capturan señales del sistema. Estas señales sirven o se envían a dispositivos de protección como los relés.

Evaluación de las condiciones

Los relés analizan las señales recibidas y determinan si la condición es normal o si representa una falla. Además, se programan para identificar diversos tipos de fallas, como cortocircuitos, sobrecargas, desequilibrio de las fases, fallas a tierra entre otras.

Toma de decisiones

Se debe establecer cuando se detecta una anomalía, el equipo de protección toma decisiones basadas en algoritmos preestablecidos. Inclusive puede ser una acción inmediata de cómo desconectar un circuito o retardarlo, dependiendo del tipo de red y de la falla detectada, con el fin de garantizar el normal funcionamiento.

Acción correctiva

Los relés envían señales a interruptores automáticos o disyuntores para abrir el circuito y aislar la sección afectada. Además, esto evita que las fallas se propaguen y cause daños más graves al sistema de energía que se presenten.

Reinicio o mantenimiento

Se considera aislar la falla, se evalúa el estado del sistema para determinar si puede restablecer PC del servicio o si es necesario realizar reparaciones.

Con los equipos como red conectadores automáticos intentan restablecer el suministro en caso de fallas temporales.

Principales equipos de protección eléctrica

Las principales son:

- Relés de protección: estos detectan fallas específicas y envían señales a interruptores automáticos.
- Interruptores automáticos: estos se desconectan y ahí van a parte del sistema afectado.
- Pararrayos: los pararrayos protegen contra sobre voltajes causados por rayos.
- Seccionadores: los seccionadores permiten desconectar manualmente una sección del sistema.
- Fusibles: estos protegen circuitos de baja tensión contra sobre corrientes.
- Reconectores; estos restablecen el suministro automáticamente tras una falla temporal.
- Transformadores de corriente (CT) y potencial (TP)

Estos proveen mediciones precisas para los relés y otros dispositivos de protección.

El correcto funcionamiento de los equipos de protección es vital para evitar daños costosos en los equipos, proteger a los trabajadores, garantizar

la continuidad del servicio eléctrico y cumplir con las normativas de seguridad y confiabilidad en el sistema eléctrico (Fernández 2023).

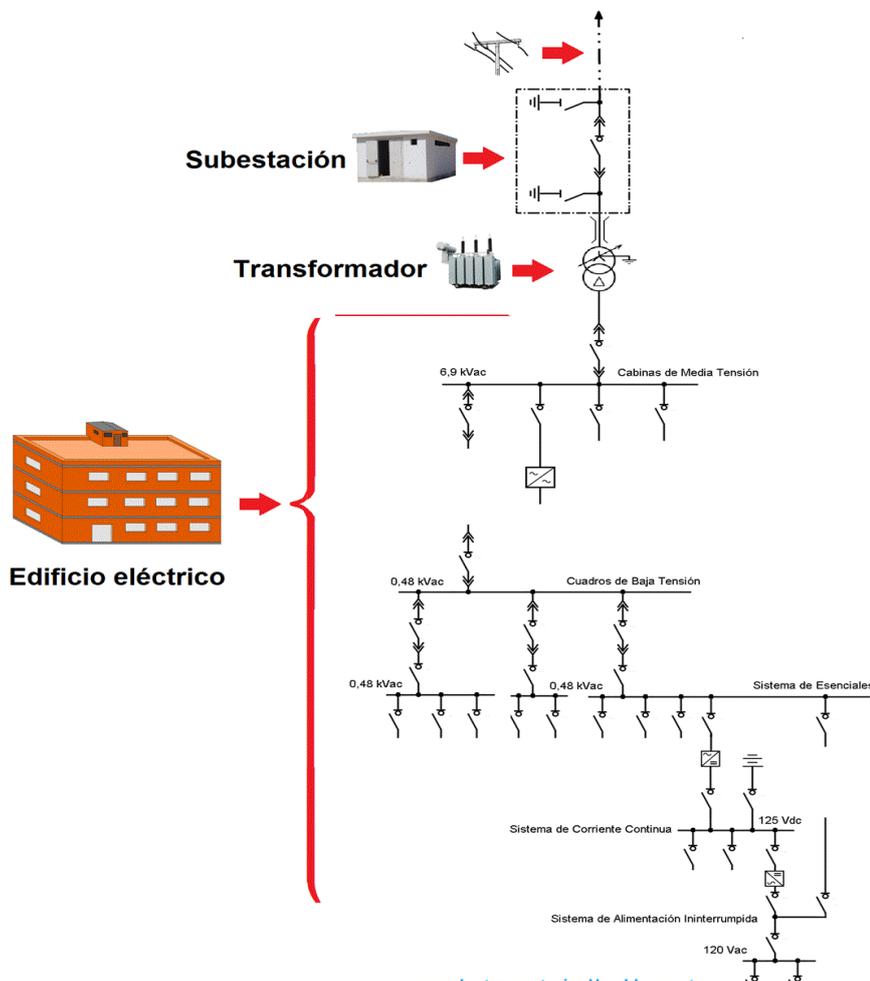
2.1.5 Coordinación de protecciones

La coordinación de protecciones en el sistema eléctrico de una subestación es un proceso esencial para garantizar que los dispositivos de protección funcionen de manera jerárquica, precisa y selectiva.

Su objetivo es aislar únicamente la parte del sistema afectado por una falla, minimizando interrupciones en el suministro eléctrico y protegiendo los equipos y la infraestructura.

Figura 4

Diagrama de un sistema de Protección en una Subestación



Fuente: Mavink.com 2024

Las subestaciones eléctricas son un elemento clave en los sistemas de potencia porque funcionan como puntos centrales para la transformación y distribución de energía. Su importancia reside en garantizar un suministro eléctrico eficiente y confiable, lo que destaca la necesidad de contar con sistemas de protección sólidos.

Cada componente dentro de una subestación está expuesto a riesgos como fallas eléctricas, cortocircuitos y otros eventos que pueden afectar su operación. Para reducir estos riesgos, se utilizan tecnologías avanzadas, como los relés numéricos, dispositivos capaces de identificar anomalías y activar rápidamente los mecanismos de desconexión en los circuitos afectados (Gómez, Cabrera, and Robles 2023).

2.1.5.1 Protección de transformadores de potencia

El transformador de potencia se considera como uno de los activos más críticos en el sistema eléctrico de potencia debido a su función fundamental en la conversión y transferencia de energía. La selección de un sistema de protección adecuado para este equipo no solo se debe responder a requerimientos técnicos y de confiabilidad, sino también a consideraciones económicas y el tamaño específico del transformador. Una protección eficiente asegura tanto la continuidad operativa como la prevención de daños graves, lo que se traduce en menores costos de reparación y mayor estabilidad del sistema.

2.1.5.2 Criterios generales de protección

La protección del transformador dentro de la subestación se orienta a prevenir daños derivados de las principales causas que son:

1. Fallas internas incluye un cortocircuito interno de los devanados y de efectos en las conexiones eléctricas dentro del transformador.
2. Sobrecalentamientos, provocado por sobrecargas en la red o fallas externas prolongadas que conducen en exceso de temperatura, comprometiendo la integridad del equipo.

2.1.5.3 Protección diferencial

Entre los métodos de protección más empleados, destaca la protección diferencial de corriente, particularmente recomendada para transformadores de potencia con una capacidad de 10 MVA o superior. Este tipo de protección es extremadamente eficaz en la detección de fallas tanto internas como en las conexiones externa del transformador. Su funcionamiento se fundamenta en comparar las corrientes de entrada y salida del transformador. Cualquier discrepancia notable señala una anomalía, lo que activa los sistemas de desconexión para aislar la falla. (R. Fernández 2020).

La instalación de un sistema de protección diferencial asegura respuestas rápidas y precisas frente a fallas, además de mejorar la seguridad operativa del sistema eléctrico en general. En este contexto, el diseño y mantenimiento de estos sistemas de protección se convierte en pilares fundamentales para la operación confiable y sostenible de las subestaciones eléctricas.

2.1.6 Mantenimiento preventivo y correctivo

La frecuencia y calidad del mantenimiento realizado en los equipos de protección, registro de fallos, reparaciones en los sistemas, ofrece y garantiza que los equipos que se utilizan operen correctamente.

Cumplimiento normativo

- Alineación de los sistemas de protección con normativas locales e internacionales, como las establecidas por la IEEE O IEC.
- Monitoreo y respuesta ante contingencias capacidad de los sistemas para detectar, aislar y responder ante fallas en tiempo real.

2.2 Eficiencia energética

La Eficiencia energética es la capacidad de un sistema para optimizar el consumo de energía sin comprometer la calidad del servicio. Se considera un pilar fundamental para la sostenibilidad (Arcila 2016).

La conciencia acerca de la relevancia de la eficiencia energética a nivel global ha experimentado un crecimiento sostenido, consolidándose como un pilar fundamental en el contexto de la sostenibilidad y desarrollo económico. Varios estudios han demostrado que la eficiencia energética posee un impacto tangible y significativo en la reducción de la demanda energética mundial especialmente en un panorama donde las economías emergentes desempeñan un papel cada vez más protagónico en el aumento de la demanda de recursos energéticos.

En este contexto, la eficiencia energética no solo representa una herramienta clave para optimizar el uso de la energía disponible, sino que también se convierte en un eje estratégico dentro de las políticas energéticas nacionales.

Este enfoque permite a los gobiernos y sectores industriales actuar de manera proactiva desde la perspectiva de la demanda, promoviendo una gestión más equilibrada sostenible de los recursos energéticos disponibles (Torres 2020).

Se debe considerar el fortalecimiento de la eficiencia energética porque contribuye a mitigar los efectos del crecimiento poblacional y económico sobre los sistemas energéticos, ofreciendo soluciones que van más allá del simple incremento en la oferta de energía. Integrar este enfoque en la planificación energética no solo aumenta la competitividad de los países, sino que también fortalece su capacidad para adaptarse a las variaciones del mercado global y a los retos ambientales, consolidándolo como un tema prioritario en la agenda internacional de sostenibilidad.

Figura 5

Factores de la Eficiencia Energética



Fuente: Fundación Gas Natural Fenosa - (Andrade 2021)

Según el anterior gráfico para alcanzar la eficiencia energética en las empresas, es fundamental implementar estrategias enfocadas en diversos aspectos claves.

La reducción de la demanda energética constituye un pilar esencial, ya que busca optimizar el consumo a través de los procesos más eficientes y la eliminación de desperdicios.

La diversidad energética fomenta el uso integrado de diversas fuentes de energía, asegurando un suministro estable y sostenible. Aprovechar al máximo las energías renovables es fundamental para disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental.

En este contexto, la innovación tecnológica desempeña un papel crucial al ofrecer herramientas avanzadas y soluciones modernas que mejoran la eficiencia y reducen costos.

Además, las micro redes en el contexto de una subestación o alimentador eléctrico son sistemas de generación y distribución de energía a una pequeña escala, diseñados para operar de forma autónoma o interconectada con la red principal.

Su objetivo es garantizar el suministro eléctrico localizado, eficiente y resiliente, especialmente en áreas críticas o donde la red convencional es inestable. Por último, es imperativo fomentar un cambio en los hábitos de consumo tanto en las organizaciones como sus usuarios instaurando una cultura de sostenibilidad que favorezca el uso responsable y consciente de los recursos energéticos.

2.2.1 Sistema de Gestión Energética

Un sistema de gestión energética tiene como propósito estructurar y optimizar los procesos energéticos de una organización para implementar prácticas sostenibles que promuevan el ahorro y la eficiencia energética. La norma aplicable a cualquier sector o tamaño organizacional actúa como una herramienta estratégica que permita identificar, monitorear y controlar los factores que inciden en el consumo energético.

Esto facilita la reducción significativa de los consumos de energía, a través de la implementación de tecnologías eficientes y buenas prácticas de los costos financieros asociados, al disminuir la dependencia de fuentes energéticas costosas y evitar gastos innecesarios y de las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo al cumplimiento de objetivos ambientales globales.

En esencia, el SGE, no solo mejora el desempeño energético, sino que también fortalece la sostenibilidad operativa de la organización (ISO, 2018)

Figura 6

Sistema de Gestión Energética



Fuente: Guía de Implementación: Requisitos del Estándar ISO 50001:2018

2.2.2 Objetivos de desarrollo sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS relacionado con la eficiencia energética incluyen aquellos que abordan directamente el acceso sostenible a la energía, la reducción de emisiones y el uso responsable de los recursos.

Estos ODS son:

Figura 7

Los 17 objetivos de Desarrollo Sostenible ODS



Fuente: ONU Organización de la Naciones Unidas (2020)

Un futuro sostenible implica equilibrar las necesidades ambientales, sociales y económicas, donde las organizaciones desempeñan un papel importante para alcanzar las metas y objetivos en cada ámbito. Los ODS están interconectados, reconociendo que las acciones en un área influyen directamente en los resultados de otras, lo que evidencia que el progreso de un objetivo está ligado al éxito de los demás.

La norma ISO 50001:2018 es un estándar de gestión energética diseñado para adaptarse a diversos modelos de negocio, este sistema promueve la productividad, el uso eficiente de los recursos energéticos y la competitividad organizacional, alineándose con las dimensiones económica, social y ambiental. De esta manera, contribuye a los tres pilares del desarrollo sostenible de la siguiente forma.

- Económico: optimiza la competitividad al estandarizar procesos para implementar y evaluar proyectos de eficiencia energética y ahorro.

- Social: promueve la participación de la sociedad en el desempeño energético e impulsa el consumo responsable por parte de todos los usuarios.
- Ambiental: facilita la medición, reducción del consumo energético, las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la adopción de mejores prácticas y la innovación tecnológica permitiendo ser amigable con la naturaleza (Campos et al. 2022).

Los cinco ODS relacionados con la eficiencia energética

La norma ISO 50001 contribuye de manera directa al cumplimiento de varios ODS destacándose por su impacto específico en cinco de ellos que a continuación se indican:

Figura 8

Los ODS que apoya el estándar ISO 50001:2018



Fuente: ONU/ISO 50001 (ISO (Organización Internacional de Normalización) 2018)

ODS 7: Energía asequible y no contaminante: Este objetivo es el más directamente relacionado con la eficiencia energética. Su enfoque incluye:

Agilizar el acceso universal a servicios de energía asequibles confiables y modernos. Aumentar significativamente la proporción de energía renovable en la matriz energética global, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura: Fomentar el desarrollo de infraestructuras sostenibles y la modernización industrial para mejorar la eficiencia energética. Incentiva el uso de tecnologías limpias y la innovación para reducir el consumo de energía en los procesos industriales.

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles: Se vincula con la energía eficiente en el diseño de ciudades y comunidades resilientes. Apoya la optimización del transporte público y la construcción de edificios con un consumo energético eficiente en las comunidades.

ODS 12: Producción y consumo responsables: Promover modelos sostenibles de producción y consumo que minimizan el desperdicio energético, impulsan la economía circular y favoreciendo el uso eficiente de los recursos naturales.

ODS 13: Acción por el clima: Destaca la eficiencia energética como una herramienta clave para combatir el cambio climático. Las iniciativas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero están directamente relacionadas con la mejora continua en el uso eficiente de la energía.

En conjunto, estos ODS enfatizan la importancia de la eficiencia energética como una estrategia integral para el desarrollo sostenible, contribuyendo a reducir costos, proteger el medio ambiente y garantizar un futuro sostenible para todos.

Consumo energético total

- Evaluación del consumo eléctrico de la subestación y sus alimentadores principales.
- Identificación de áreas de mayor consumo y posibles pérdidas.

Factor de potencia

- Análisis del factor de potencia del Breaker Principal 13.8 kV de la subestación Salinas y de cada alimentador.
- Medición de la eficiencia en la utilización de energía activa y reactiva.

Pérdidas técnicas y no técnicas

- Identificación y cuantificación de las pérdidas en líneas, transformadores y otros equipos.
- Detección de pérdidas no técnicas como fraudes o errores de medición.

Indicadores de desempeño energético (IDE)

- Establecimiento de métricas para evaluar la eficiencia energética, como la relación entre energía entregada y energía demandada.

Optimización de cargas

- Análisis del equilibrio de la fase es en los alimentadores y optimización de cargas para reducir pérdidas.

2.2.3 Factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado SNI

De acuerdo con los lineamientos estandarizados en las herramientas metodológicas de la UNFCCC para calcular el factor de emisión CO₂ de una red eléctrica, es necesario identificar los siguientes parámetros claves (Santos 2023):

El Margen de Construcción DM es un parámetro empleado para determinar el factor de emisión vinculado a la nueva capacidad de generación

incorporada a la red en la última década. Este margen equivale al 20% de la generación eléctrica registrada en el último año con información disponible, según los datos proporcionado por la entidad reguladora, que supervisa la entrega del suministro de energía que sea de calidad.

El Margen de Operación OM, este parámetro evalúa el factor de emisión correspondiente al funcionamiento de la red durante el año de evaluación. A partir de este parámetro se calcula las emisiones de CO₂ generadas en los diferentes años de estudio.

El Margen Combinado CM, este factor determina una línea base para proyectos de energía renovable combinando los factores BM y OM.

El cálculo del margen combinado asigna un porcentaje específico a cada uno de estos parámetros asegurando que la suma total no exceda el 100% (Santos 2023).

Tabla 1

Parámetros de cálculo del factor de emisión de CO₂

Parámetros	Unidades	Descripción
<i>FEgrid.BM</i>	<i>tCO₂/MWh</i>	Factor de emisión CO ₂ para el margen de construcción en el año “y”
<i>FEgrid.OM</i>	<i>tCO₂/MWh</i>	Factor de emisión CO ₂ para el margen de operación en el año “y”
<i>FEgrid.CM</i>	<i>tCO₂/MWh</i>	Factor de emisión CO ₂ para el margen de combinación en el año “y”

Fuente: Factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado SNI Informe (2023)

2.2.3.1 Procedimiento de línea Base

Paso 1:

El cálculo se realiza considerando todos los componentes que integran el Sistema Nacional interconectado del Ecuador continental.

Paso 2:

Para este cálculo se excluyen las unidades de generación que no están conectadas al Sistema Nacional encontré conectado SNI tales como;

- Isla puna
- Región insular de las Galápagos
- Sistemas menores de la región nororiental del Ecuador administrado por la unidad de negocio termo Pichincha de la corporación eléctrica del Ecuador CELEC EP.
- El sistema de generación correspondiente al sistema eléctrico interconectado petrolero SEIP.

Paso 3:

El cálculo del factor de emisión de CO₂ asociado a la operación de una red eléctrica conocido como margen de operación, Puede basarse en 1 de los siguientes métodos:

- Simple OM: Este método se aplica únicamente si las plantas de generación eléctrica de bajo costo representan menos del 50% de la generación total en la red eléctrica.
- Simple Ajustado OM: se utiliza cuando las plantas de bajo costo aportan más del 50% de la generación total de energía en la red eléctrica.
- Análisis de Despacho OM: depende del nivel de información disponible en el país, especialmente datos horarios sobre la producción de energía.

- Ponderado OM. Se calcula considerando el rendimiento promedio durante el periodo de análisis de todas las plantas termoeléctricas que forman parte de la red eléctrica.

Tabla 2

Requerimientos de determinación de los Márgenes de Operación y Construcción

	Despacho OM	Simple ajustado OM	Simple OM	Promedio OM	Margen construcción
Generación de energía por planta		✓	✓		✓
Consumo de combustible por planta		✓	✓		✓
Generación de energía agregada			✓	✓	
Consumo de combustible agregado			✓	✓	
Tipo de combustible y tecnología		✓	✓		✓
Generación de energía por hora y consumo de combustible por planta	✓				
Carga horaria de la red		✓			
Fecha de puesta en servicio de centrales / unidades					✓

Fuente: Factor de emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado SNI Informe 2022

En el caso de Ecuador: considerando la estructura del Sistema Nacional interconectado SIN y los datos analizados del sistema eléctrico, se utilizó el método simple ajustado. Según el balance de los últimos cinco años, reflejado en la tabla la generación de bajo costo promedio un 90,1%. Este resultado es consistente con los requisitos del método que estipula que la generación de electricidad de bajo costo debe superar el 50% del total.

Para este cálculo, la herramienta establece que la selección de datos debe basarse en los siguientes enfoques:

Opción ex post: aplica al año en que el proyecto de plaza energía de la red eléctrica, con un monitoreo anual. Este factor debe actualizarse anualmente, considerando que los datos necesarios estarán disponibles seis meses después de finalizar el año. Si los datos no están disponibles dentro de los 18 meses posteriores, se puede usar los correspondientes al año previo (y-1).

Opción ex ante: permite calcular el factor de la misión una sola vez durante la etapa de validación del proyecto, que reducirá la generación eléctrica de la red. En este caso, no es necesario realizar actualizaciones periódicas, pero el cálculo debe basarse en los datos de los 3 años más recientes para acercarse a una realidad.

Tabla 3

Generación eléctrica del SIN de los últimos 5 años en GWh

Año	Low cost/ must run (1)	No Low cost/ must run (2)	Total	% low cost	% No low cost
2018	21.023,55	3.715,19	24.738,73	84,98%	15,02%
2019	24.877,04	2.605,36	27.482,40	90,52%	9,48%
2020	24.820,31	2.104,00	26.924,31	92,19%	7,81%
2021	26.305,35	1.729,41	28.034,76	93,83%	6,17%
2022	25.359,88	3.329,15	28.689,03	88,40%	11,60%
	122.386,13	13.483,11	135.869,24	90,08%	9,92%

Fuente: Factor de emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado SNI Informe 2022

Paso 4:

El margen de operación (OM) bajo el método Simple ajustado se calcula utilizando la siguiente ecuación:

Figura 9

Fórmula del Método Simple Ajustado

Método seleccionado para el Cálculo del factor de Margen de Operación OM

El Margen de Operación (OM) bajo el método Simple Ajustado se lo calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$FE_{grid.OM - adj, y} = (1\lambda y) \frac{\sum m EG_{m, y} \times FEEL_{m, y}}{\sum m EG_{m, y}} + \lambda y \frac{\sum k EG_{k, y} \times FEEL_{k, y}}{\sum k EG_{k, y}}$$

Donde:

FE_{grid.O}	Factor de emisión de CO ₂ del margen de operación simple
M-adj,y	ajustado para el año “y” (tCO ₂ /MWh)
λy	Factor que expresa el porcentaje de tiempo que marginó la generación de bajo costo en el año “y”
EG_{m,y}	Energía neta entregada a la red por las unidades de generación “m” en el año “y” (MWh)
EG_{k,y}	Energía neta entregada a la red por las unidades de generación “k” en el año “y” (MWh)
FEEL_{m,y}	Factor de emisión de las unidades de generación “m” (generación no renovable convencional y no convencional) en el año “y” (tCO ₂ /MWh)
FEEL_{k,y}	Factor de emisión de las unidades de generación “k” (generación de bajo costo) en el año “y” (t CO ₂ /MWh)

Fuente: Factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado SNI Informe 2022

Paso 5:

Las unidades incluidas en el cálculo del margen de construcción BM se han definido siguiendo estos criterios:

Con base en el último año de operación se identificaron las 5 unidades de generación que se incorporaron a la red eléctrica estas unidades conforman la generación anual de electricidad para un conjunto de 5 unidades. A partir de su generación se calcula su porcentaje de participación en el año analizando para el año de operación 2022, estas unidades representaron el 0,21% de la generación total de la red eléctrica, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4

Listado de las 5 unidades de generación recientemente ingresadas

Unidad	Tecnología	Inicio de Operación	Generación Neta (MWh)	%	% acumulada
SABANILLA U2	Hidroeléctrica	1/9/2022	8.969,77	0,03%	0,03%
SABANILLA U1	Hidroeléctrica	1/9/2022	8.510,55	0,03%	0,06%
SABANILLA U3	Hidroeléctrica	1/3/2022	12.334,15	0,04%	0,1%
SABANILLA U2	Hidroeléctrica	2/2/2022	14.082,46	0,05%	0,15%
SABANILLA U1	Hidroeléctrica	2/2/2022	16.046,88	0,06%	0,21%
Generación Anual de Electricidad (5 unidades recientes)			59.943,82	0,21%	0,21%

Fuente: Factor de emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado SNI Informe 2022

Tabla 5

Conjunto de las unidades que conforman 20% de la generación eléctrica del 2022

Unidad	Tecnología	Inicio de Operación	Generación (MWh)	%	% acumulado
SABANILLA U2	Hidroeléctricas	1/9/2022	8.969,77	0,03%	0,03%
SABANILLA U1	Hidroeléctricas	1/9/2022	8.510,55	0,03%	0,06%
SABANILLA U3	Hidroeléctricas	1/3/2022	12.334,15	0,04%	0,1%
SABANILLA U2	Hidroeléctricas	2/2/2022	14.082,46	0,05%	0,15%
SABANILLA U1	Hidroeléctricas	2/2/2022	16.046,88	0,06%	0,21%
CHALPI U2	Hidroeléctricas	1/4/2021	-	0,00%	0,21%
CHALPI U1	Hidroeléctricas	1/4/2021	48.525,43	0,17%	0,38%
VINDOBONA U1	Hidroeléctricas	1/4/2021	2.092,55	0,01%	0,39%
EL LAUREL U1	Hidroeléctricas	1/11/2020	7.681,8	0,03%	0,41%
DUE U3	Hidroeléctricas	1/10/2020	76.285,82	0,27%	0,68%
HIDROPERLABI U1	Hidroeléctricas	12/7/2020	14.983,2	0,5%	0,73%
HIDROPERLABI U2F	Hidroeléctricas	12/7/2020	-	0,00%	0,73%
LA CALERA U1	Hidroeléctricas	1/8/2019	7.380,97	0,03%	0,76%
LA CALERA U2	Hidroeléctricas	1/8/2019	-	0,00%	0,76%
LA CALERA U3	Hidroeléctricas	1/8/2019	-	0,00%	0,76%
SERMAA U1	Hidroeléctricas	1/8/2019	388,89	0,00%	0,76%
RIO VERDE CHICO U1	Hidroeléctricas	1/3/2019	7.8939,15	0,28%	1,03%
RIO VERDE CHICO U2	Hidroeléctricas	1/3/2019	-	0,00%	1,03%
ISIMANCHI U1	Hidroeléctricas	1/12/2018	-	0,00%	1,03%
ISIMANCHI U2	Hidroeléctricas	1/12/2018	-	0,00%	1,03%
ISIMANCHI U3	Hidroeléctricas	1/12/2018	-	0,00%	1,03%
PUSUNO 1 U1	Hidroeléctricas	1/12/2018	181.600,69	0,63%	1,67%
PUSUNO 1 U2	Hidroeléctricas	1/12/2018	-	0,00%	1,67%
DELSITANISAGUA U1	Hidroeléctricas	1/9/2018	216.359,12	0,75%	2,42%
DELSITANISAGUA U2	Hidroeléctricas	1/9/2018	264.539,84	0,92%	3,34%
DELSITANISAGUA U3	Hidroeléctricas	1/9/2018	274.274,9	0,96%	4,3%
NORMANDIA U1	Hidroeléctricas	1/7/2018	358.256,21	1,25%	5,55%
NORMANDIA U2	Hidroeléctricas	1/7/2018	-	0,00%	5,55%
NORMANDIA U3	Hidroeléctricas	1/7/2018	-	0,00%	5,55%
NORMANDIA U4	Hidroeléctricas	1/7/2018	-	0,00%	5,55%
NORMANDIA U5	Hidroeléctricas	1/7/2018	-	0,00%	5,55%
PALMIRA U1	Hidroeléctricas	1/12/2017	65.641,87	0,23%	5,58%
PALMIRA U2	Hidroeléctricas	1/12/2017	-	0,00%	5,58%
SIGCHOS U1	Hidroeléctricas	1/8/2017	128.658,28	0,45%	6,22%
SIGCHOS U2	Hidroeléctricas	1/8/2017	-	0,00%	6,22%
SIGCHOS U3	Hidroeléctricas	1/8/2017	-	0,00%	6,22%
DUE U1	Hidroeléctricas	1/6/2017	351.065,53	1,22%	7,45%

DUE U2	Hidroeléctricas	1/6/2017	-	0,00%	7,45%
CORAZON U01	Hidroeléctricas	1/3/2017	4.566,23	0,02%	7,46%
URAVIA U01	Hidroeléctricas	1/3/2017	4.942,62	0,02%	7,48%
JIVINO 1 MC U3	Hidroeléctricas	1/12/2016	-	0,00%	7,48%
HIDROVICTORIA U1	Hidroeléctricas	4/11/2016	36.643,25	0,13%	7,61%
HIDROVICTORIA U2	Hidroeléctricas	4/11/2016	-	0,00%	7,61%
COCA CODO SINCLAIR U5	Hidroeléctricas	8/10/2016	-	0,00%	7,61%
COCA CODO SINCLAIR U6	Hidroeléctricas	8/10/2016	-	0,00%	7,61%
COCA CODO SINCLAIR U7	Hidroeléctricas	8/10/2016	-	0,00%	7,61%
COCA CODO SINCLAIR U8	Hidroeléctricas	8/10/2016	-	0,00%	7,61%
ALAZÁN U1	Hidroeléctricas	16/9/2016	16.025,05	0,6%	7,66%
TOPO U1	Hidroeléctricas	12/9/2016	18.2549,13	0,64%	8,3%
TOPO U2	Hidroeléctricas	12/9/2016	-	0,00%	8,3%
COCA CODO SINCLAIR U1	Hidroeléctricas	9/3/2016	6.828.151,5	23,8%	32,1%
Generación Anual de Electricidad (AEG SET ->=20%)			9.209.495,84	32,1%	32,1%

Fuente: Factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado SNI Informe 2022

2.2.3.2 Evolución de las emisiones de CO₂ en el SNI

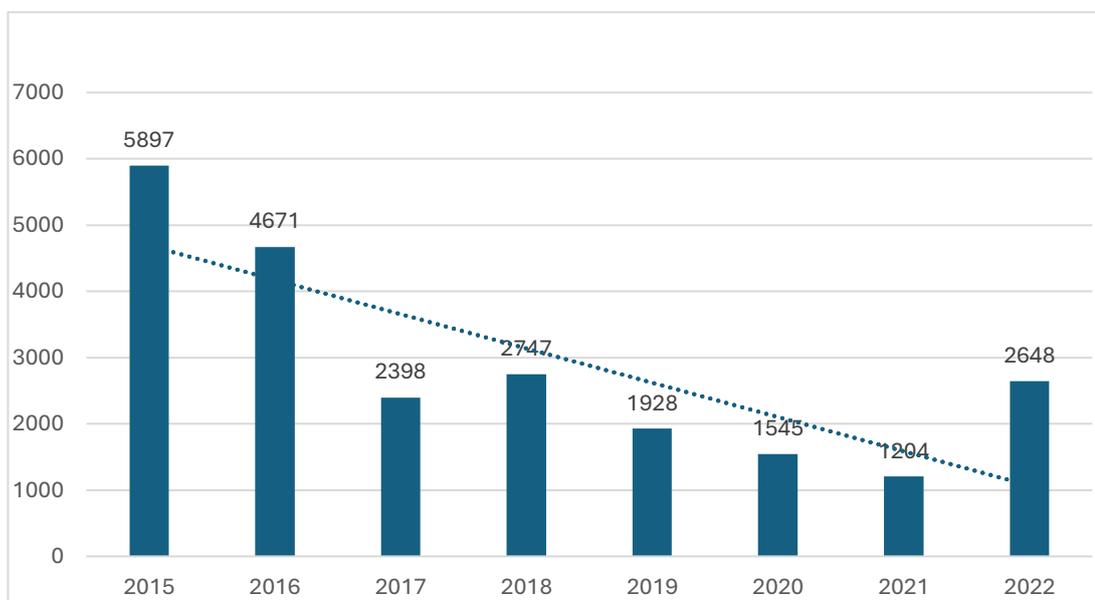
El informe del factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional interconectado SIN a través de los cálculos correspondiente al año 2022, considera la incorporación de nuevas unidades de generación, esta información es útil para estimar las reducciones de emisión del CO₂ en proyectos relacionados con la eficiencia energética o la integración de nuevas instalaciones de generación.

Esto permitirá evaluar su impacto ambiental en la red eléctrica del país, inclusive, se puede identificar la cantidad de toneladas de CO₂ emitidas al ambiente debido al uso de combustibles fósiles en la generación de electricidad.

El análisis realizado en los distintos informes sobre el factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional interconectado SIN, permite observar a través de la figura correspondiente, las toneladas de CO₂ liberadas al ambiente para satisfacer la demanda eléctrica nacional entre 2015 y 2022, por lo tanto, se destaca el aumento en la generación hidroeléctrica a partir del 2016 coincidiendo con la entrada en operación de grandes proyectos hidroeléctricos.

Figura 10

Emisiones de CO₂ del 2015 al 2022 en el SNI



Fuente: Factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado SNI Informe 2022

2.2.4 Pérdidas técnica y no técnicas

Las pérdidas en un sistema de generación y distribución eléctrica representan la diferencia entre la energía generada y la energía entregada a los usuarios finales. Estas pérdidas se dividen en técnicas y no técnicas, según su naturaleza y origen

Pérdidas técnicas: son inherentes al proceso físico de generación transmisión y distribución de la energía eléctrica y ocurren debido a:

- Resistencia de los conductores: la energía se disipa en forma de calor por el paso de la corriente mediante las líneas de transmisión y distribución.
- Reactancia y magnetización: pérdidas asociadas con el flujo de energía reactiva en el sistema eléctrico.
- Transformadores: parte de la energía se pierde en los transformadores debido a las pérdidas en el núcleo y las bobinas (pérdidas por corriente parásitas y por histéresis).

- Efecto joule: Corriente fluye por un conductor generando calor.
- Estas pérdidas son inevitables, pero pueden minimizarse mediante el uso de tecnologías más eficientes, como conductores de alta capacidad y transformadores de baja pérdida.
- Pérdidas no técnicas: no están relacionados con procesos físicos, si no con factores externos al sistema eléctrico cómo:
- El fraude eléctrico: manejo de medidores, conexiones ilegales o robo de energía.
- Los errores administrativos: fallas en la facturación, lectura incorrecta de medidores o datos mal gestionados.
- Los Medidores defectuosos: equipos que no registran correctamente el consumo y demanda de energía.
- Las fallas operativas: desconexiones no registrada o conexiones sin contrato formal.
- Estas pérdidas suelen ser el resultado de fallas en la gestión, el control de sistema eléctrico su reducción y disminución, requiere medidas administrativas legales y tecnológicas, como la instalación de medidores inteligentes, auditorías regulares, campañas de concienciación y socialización.
- La reducción de ambas pérdidas es importante para mejorar la eficiencia del sistema eléctrico, garantizar la sostenibilidad del servicio y disminuir los costos operativos.

2.3 Normativa ISO 50001

En el año 2011 por el mes de junio se introdujo la norma internacional ISO 50001, diseñada como un marco global para impulsar una gestión

energética eficiente en las organizaciones. Su implementación no solo busca la garantía del consumo o suministro energético más estable y accesible, sino también fortalecer la competitividad empresarial y minimizar el impacto del cambio climático, contribuyendo así al desarrollo sostenible.

Esta normativa ofrece a las organizaciones la posibilidad de certificarse, registrarse o realizar una auto declaración de su sistema de gestión de energía SGE, estableciendo una estructura sistemática para el control y la optimización del uso energético (Acoltzi 2020)

La norma ISO 50001, es un estándar internacional diseñado para apoyar a la organización en el establecimiento de sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño energético. este enfoque incluye la mejora continua en el uso de consumo energía (Tamasco 2007).

Aunque la ISO 50001 no impone requisitos específicos sobre los niveles de eficiencia energética, exige que las organizaciones formulen una política energética coherente, cumplan con la legislación aplicable y trabajen hacia sus objetivos de mejora continua en el ámbito energético.

Además, esta norma se integra de manera efectiva con otro sistema de gestión como los relacionados con la calidad, medio ambiente, la salud seguridad ocupacional y la responsabilidad social, potenciando una gestión organizacional más holística.

En varios países la Norma ISO 50001 se ha posicionado como un instrumento clave para administrar la energía de forma planificada, sostenible y basada en mediciones imparciales, alejándose de trabajos aisladas hacia un enfoque integral y metódico. Su diligencia permite a las organizaciones instaurar procesos de mejora continua, mejorando el uso energético y

fomentando un impacto positivo tanto económico como medioambiental. La norma ISO 50001, tiene como objetivo principal otorgar a las organizaciones una estructura para determinar sistemas y métodos que promuevan la mejora continua de la eficiencia energética.

Este propósito involucra aspectos fundamentales como el desempeño energético, el uso responsable y el consumo óptimo de energía generando un impacto significativo en la sostenibilidad y competitividad organizacional. La norma detalla los requisitos necesarios para implementar un sistema de gestión de la energía (SGEn), por sus siglas en inglés; Energy Management System), permitiendo a las organizaciones adoptar prácticas sistemáticas y medibles en la gestión energética (Tolozá 2023).

La implementación efectiva de un Sistema de Gestión de Energía (SGEn) no solo asegura la optimización del rendimiento energético, sino que también impulsa una cultura organizacional centrada en la mejora continua en este ámbito. Este proceso exige el compromiso de todos los niveles jerárquicos de la organización, destacando el papel fundamental de la alta dirección como motor de la transformación. Adoptar la norma implica un cambio cultural significativo, ya que requiere replantear hábitos, procesos y valores vinculados al uso de los recursos energéticos.

La norma ISO 50001, al promover un enfoque proactivo en la gestión energética, no solo reduce costos y emisiones, sino que también fortalece la capacidad de las organizaciones para responder a los desafíos climáticos y a las demandas globales de sostenibilidad.

Su aplicación consolida el compromiso con la eficiencia, estableciendo un modelo de gestión energética sistemático, replicable y adaptable a diversos

contextos operativos, lo que refuerza su alineación con objetivos económicos, sociales y ambientales.

2.3.1 Cumplimiento de la normativa ISO 50001

Nivel de implementación de las directrices y requisitos establecidos en las normas para un sistema de gestión energética

El diseño de un sistema de gestión de la energía se integra como una etapa esencial dentro de las cuatro fases del ciclo planificar, hacer, verificar actuar (PHVA), contempladas en la metodología de la norma ISO 50001. Esta norma internacional ha sido desarrollada con base en las crecientes necesidades de establecer lineamientos que favorezcan la mejora continua de la eficiencia energética en diversos sistemas y procesos, abarcando tanto sectores industriales como comerciales y extendiéndose a otros ámbitos, ya sean de carácter público o privado.

Figura 11

Ciclo de la mejora continua de la Norma ISO 50001



Fuente: Planificación Norma ISO 50001 (Tolozá 2023)

Este sistema de gestión energética no opera de manera aislada, sino que está diseñado para complementarse con otro sistema de gestión, como los enfocados en la calidad, el medio ambiente o la seguridad ocupacional.

De esta manera se garantiza un cumplimiento óptimo y una alineación estratégica que abarca todos los aspectos críticos de una organización. La norma ISO 50001 al ser flexible y aplicable a diversos industrias y sectores refuerza el compromiso hormonal organizacional hacia la sostenibilidad, proporcionando una base sólida para alcanzar objetivos energéticos claros y medibles, con un enfoque sistemático y de mejora continua (ISO (Organización Internacional de Normalización) 2018).

CAPÍTULO III

Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la Subestación Eléctrica Salinas mediante la normativa ISO

50001

La norma ISO 50001 establece un sistema de gestión de la energía (SGE) para ayudar a las organizaciones a mejorar su desempeño energético reduciendo los costos y el impacto ambiental. A continuación, se propone un análisis para la aplicación de esta norma en la Empresa Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad (CNEL E.P.) Unidad de Negocios Santa Elena - Subestación Salinas.

3.6 La implementación de la Norma 50001 Eficiencia Energética

3.6.1 Introducción:

La aplicación de la ISO 50001 en la escena de la unidad Santa Elena subestación salina busca optimizar el uso de la energía en sus operaciones, garantizar el cumplimiento normativo ambiental y contribuir al desarrollo sostenible de la provincia. La implementación se enfoca en identificar oportunidades de eficiencia energética en la distribución, comercialización y consumo eléctrico (Villacres 2019).

La norma ISO 50001 es un estándar internacional que define los requisitos para implementar un Sistema de Gestión de Energía (SGE) en organizaciones. Si bien no aborda específicamente las protecciones de una subestación eléctrica, ofrece lineamientos generales aplicables a la gestión energética en este tipo de instalaciones.

En el caso de la subestación Salinas, esta cuenta con un transformador de potencia de 16/20 MVA. La carga total de la subestación se monitorea a través del equipo de medición del interruptor principal (totalizador), el cual registra los datos operativos clave para garantizar un funcionamiento normal, eficiente y seguro.

Tabla 6

Breaker principal de la subestación Salinas.

B R E A K E R P R I N C I P A L 13.8 kV					
CORRIENTES			POTENCIA		
A	B	C	kW	KVAR	FP
241	237	253	5538	1850	0.95

Fuente: CNEL-Unidad de Santa Elena

Elaborado por: Enrique Barberán Ruíz y Carlos Muñoz García

La subestación Salinas consta de cinco (5) alimentadores cuya carga es la siguiente:

1. ALIMENTADOR RUBIRA.

Estado: Normalmente Abierto.

Este Alimentador se utiliza para alivio de carga o transferencia por mantenimiento de las subestaciones cercanas, de tal manera, que sirve para moderar la carga.

2. ALIMENTADOR DOBRONSKY

Tabla 7

Carga del Alimentador Dobronsky

DOBRONSKY					
CORRIENTES			POTENCIA		
A	B	C	KW	KVAR	FP
58	48	62	1268	449	0.95

Fuente: CNEL-Unidad de Santa Elena

Elaborado por: Enrique Barberán Ruiz y Carlos Muñoz García

3. ALIMENTADOR BASES MILITARES.

Tabla 8

Carga del Alimentador Bases Militares

BASES MILITARES						
CORRIENTES			POTENCIA			
A	B	C	KW	KVAR	FP	
	123	127	121	2788	1002	0.94

Fuente: CNEL-Unidad de Santa Elena

Elaborado por: Enrique Barberán Ruíz y Carlos Muñoz García

4. ALIMENTADOR INTERCONEXIÓN

Tabla 9

Carga del Alimentador Interconexión

INTERCONEXION						
CORRIENTES			POTENCIA			
A	B	C	KW	KVAR	FP	
	43	46	36	968	270	0.96

Fuente: CNEL-Unidad de Santa Elena

Elaborado por: Enrique Barberán Ruíz y Carlos Muñoz García

5. ALIMENTADOR DUNAS

Tabla 10

Carga del alimentador Las Dunas

DUNAS						
CORRIENTES			POTENCIA			
A	B	C	KW	KVAR	FP	
	19	18	34	539	164	0.96

Fuente: CNEL-Unidad de Santa Elena

Elaborado por: Enrique Barberán Ruíz y Carlos Muñoz García

Nota: Se tomó la carga máxima de la subestación Salinas en el mes de octubre (12/10/2024) a las 22:00 con referencia al Breaker Principal 13.8kV.

3.6.2 Diagnóstico general

El diagnóstico inicial de la CNEL Unidad Santa Elena subestación Salinas, revela aspectos críticos en su infraestructura y consumo energético destacando un alto consumo en red de distribución, con pérdidas, equipos, objetos y sistemas antiguos, contribuyen al desperdicio energético.

En cuanto a políticas internas se identificó la ausencia de lineamientos claros en gestión energética, reflejando un bajo nivel de sensibilización del personal sobre prácticas de eficiencia energética porque solo el 30% tiene conocimiento básico en el tema.

Respecto al cumplimiento normativo, la evaluación señala carencia en las normativas ecuatoriana en eficiencia y sostenibilidad, este diagnóstico enfatiza la necesidad de modernizar los equipos, desarrollar políticas internas robustas y capacitar al personal operativo y administrativo para garantizar el cumplimiento normativo como: reducir el consumo y promover un uso sostenible de la energía.

Tabla 11

Consumo energético año 2024

Área	Consumo energético (kWh)	Porcentaje total (%)
Subestación	1.200.000	45%
Redes de distribución	900.000	34%
Oficinas administrativas	400.000	15%
Pérdidas técnicas y no técnicas	150.000	6%

Fuente: CNEL-Unidad de Santa Elena

Elaborado por: Enrique Barberán Ruiz y Carlos Muñoz García

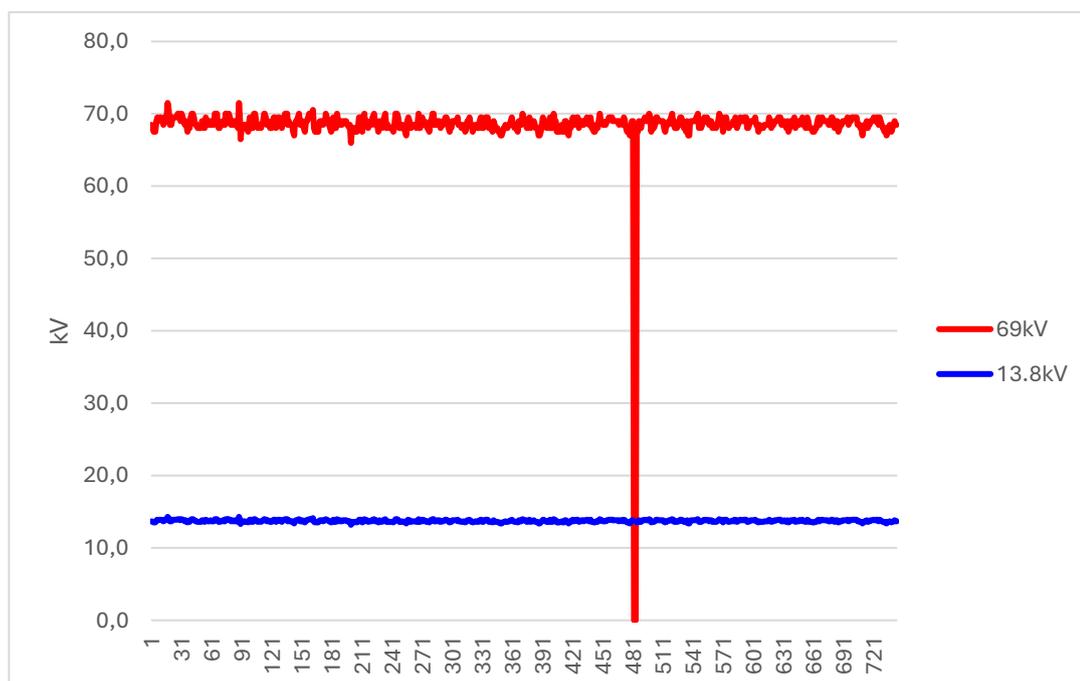
La tabla anterior describe el consumo energético total, se distribuye en cuatro áreas principales destacando la subestación con el mayor consumo alcanzando 1.200.000 kWh lo que representa el 45% del total. Las redes de distribución ocupan el segundo lugar con 900.000 kWh equivalente al 34% reflejando su relevancia en la transmisión de energía hacia los usuarios finales. Las redes administrativas consumen 400.000 kWh aportando un 15% del total. Por último, las pérdidas técnicas y no técnicas suman 150.000 kWh representando el 6% total, lo que señala ineficiencia o fugas en el sistema que podrían ser optimizadas. Esta distribución permite identificar áreas claves para implementar estrategia de eficiencia energética y reducir el impacto ambiental.

Comportamiento anual del Voltaje

El comportamiento anual del voltaje en la subestación de Salinas puede variar debido a diferentes factores como la demanda de energía máxima y mínima, condiciones meteorológicas y el estado de las infraestructuras.

Gráfico 1

Voltaje toma de lectura mensual de la Subestación Salinas



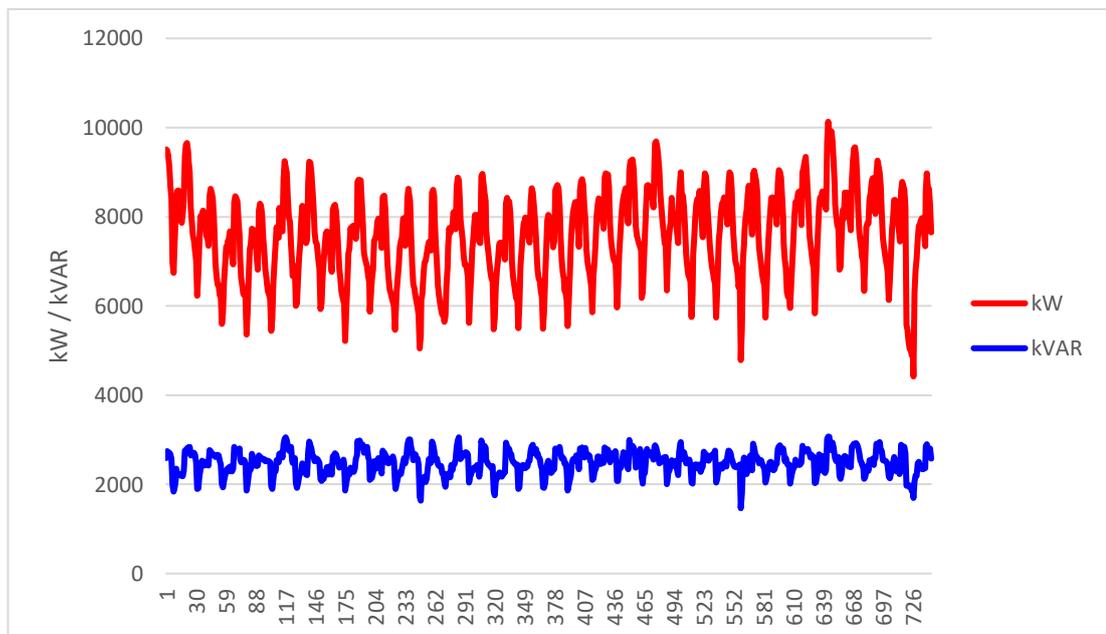
Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Comportamiento anual del Potencia

El sistema eléctrico de potencia soporta los esfuerzos térmicos y dinámicos que posee condiciones para alguna sobrecarga que puede presentarse, debe soportarse en un sistema de tierras que deberá estar diseñado acorde a las corrientes que circulan en los alimentadores, garantizando que el sistema es seguro tanto para las instalaciones como para el personal operativo.

Gráfico 2

Potencia mensual de la Subestación Salinas



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

En la gráfica se observa que la subestación Salinas mantiene una potencia adecuada, que garantiza el servicio eléctrico a los usuarios, que están conectados a los diferentes alimentadores de la subestación, que manera continua mantienen una distribución de la energía eléctrica.

Consumo mensual de los alimentadores

A continuación, se presenta el consumo mensual de los alimentadores que prestan servicio de servicio eléctrico en la subestación Salinas,

describiendo la demanda mínima en (MW) demanda máxima (MW), demanda media (MW) y el factor de potencia.

Tabla 12

Consumo mensual de los alimentadores de la Subestación SALINAS

	CODIGO DEL ALIMENTADOR (BD SIG)	NOMBRE DEL ALIMENTADOR	Demand a Mínima [MW]	Demand a Media [MW]	Demand a Máxima [MW]	FACTOR DE POTENCIA
ENERO	16SA080T11	RUBIRA	1,900	2,864	3,970	0,94
	16SA080T12	DOBRONSKY	0,194	0,250	0,957	0,98
	16SA080T13	BASES MILITARES	0,892	1,348	1,780	0,97
	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,600	0,997	1,632	0,98
FEBRERO	16SA080T15	DUNAS	0,461	1,876	2,575	0,96
	16SA080T11	RUBIRA	2,044	3,068	4,676	0,95
	16SA080T12	DOBRONSKY	0,359	0,652	2,447	0,96
	16SA080T13	BASES MILITARES	0,922	1,446	3,107	0,96
MARZO	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,586	1,096	2,457	0,99
	16SA080T15	DUNAS	1,283	2,081	3,375	0,94
	16SA080T11	RUBIRA	2,093	3,288	4,744	0,94
	16SA080T12	DOBRONSKY	0,379	0,670	1,113	0,98
ABRIL	16SA080T13	BASES MILITARES	0,452	2,394	3,493	0,95
	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,637	1,093	1,873	0,98
	16SA080T15	DUNAS	1,360	3,070	4,516	0,95
	16SA080T11	RUBIRA	0,000	0,000	1,000	0,00
MAYO	16SA080T12	DOBRONSKY	0,346	0,585	0,990	0,97
	16SA080T13	BASES MILITARES	0,967	2,643	3,370	0,95
	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,581	0,961	1,460	0,98
	16SA080T15	DUNAS	0,393	0,633	0,821	0,96
JUNIO	16SA080T11	RUBIRA	0,000	0,000	0,000	1,00
	16SA080T12	DOBRONSKY	0,259	0,470	0,106	0,96
	16SA080T13	BASES MILITARES	1,862	2,650	3,231	0,94
	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,441	0,791	1,618	0,99
JULIO	16SA080T15	DUNAS	0,291	0,530	0,782	0,96
	16SA080T11	RUBIRA	0,841	1,249	1,404	0,98
	16SA080T12	DOBRONSKY	0,245	0,341	0,552	0,95
	16SA080T13	BASES MILITARES	1,497	2,593	3,197	0,93
AGOSTO	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,270	0,585	0,864	0,96
	16SA080T15	DUNAS	1,008	2,558	4,252	0,96
	16SA080T11	RUBIRA	0,000	0,000	0,000	1,00
	16SA080T12	DOBRONSKY	0,000	0,000	1,000	0,96
SEPTIEMBRE	16SA080T13	BASES MILITARES	0,432	0,259	0,323	0,94
	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,000	0,000	0,000	1,00
	16SA080T15	DUNAS	0,000	0,000	0,000	1,00
	16SA080T11	RUBIRA	0,000	0,000	0,000	1,00
OCTUBRE	16SA080T12	DOBRONSKY	0,227	0,744	3,107	0,95
	16SA080T13	BASES MILITARES	1,696	2,556	4,215	0,97
	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,391	0,598	1,054	0,97
	16SA080T15	DUNAS	0,225	0,396	0,582	0,96
NOVIEMBRE	16SA080T11	RUBIRA	0,000	0,000	0,000	1,00
	16SA080T12	DOBRONSKY	0,222	0,331	0,528	0,96
	16SA080T13	BASES MILITARES	0,789	2,661	3,314	0,92
	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,395	0,565	0,886	0,96
	16SA080T15	DUNAS	0,234	0,381	0,574	0,96
	16SA080T11	RUBIRA	0,000	0,000	0,000	1,00
	16SA080T12	DOBRONSKY	0,221	0,365	1,370	0,95
	16SA080T13	BASES MILITARES	0,521	2,517	3,016	0,94
	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,149	0,601	1,072	0,92
	16SA080T15	DUNAS	0,252	0,409	0,622	0,96
	16SA080T11	RUBIRA	0,934	3,075	4,074	0,91
	16SA080T12	DOBRONSKY	0,100	0,377	1,068	0,94
	16SA080T13	BASES MILITARES	0,401	2,580	3,886	0,95
	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,362	0,634	2,210	0,96

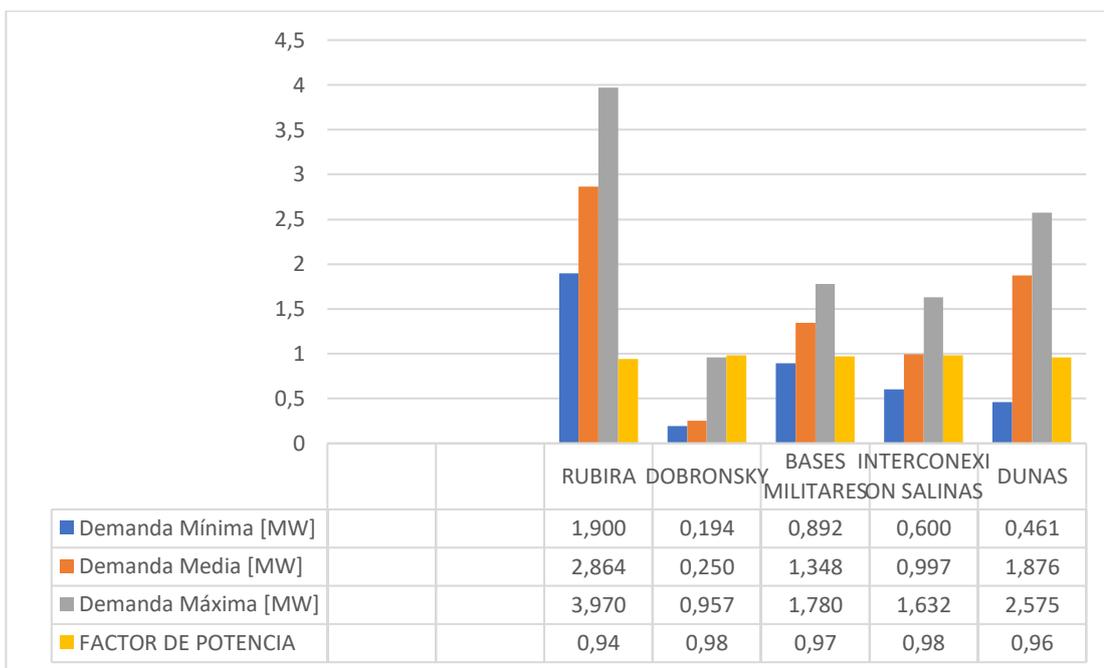
	16SA080T15	DUNAS	1,008	0,019	0,423	0,65
DICIEMBRE	16SA080T11	RUBIRA	1,142	3,171	4,553	0,00
	16SA080T12	DOBRONSKY	0,273	0,471	2,291	0,96
	16SA080T13	BASES MILITARES	0,179	2,674	3,677	0,97
	16SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,454	0,761	2,100	0,99
	16SA080T15	DUNAS	1,008	2,558	4,252	0,96

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Representaciones gráficas de los alimentadores mensualmente

Figura 12

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Enero



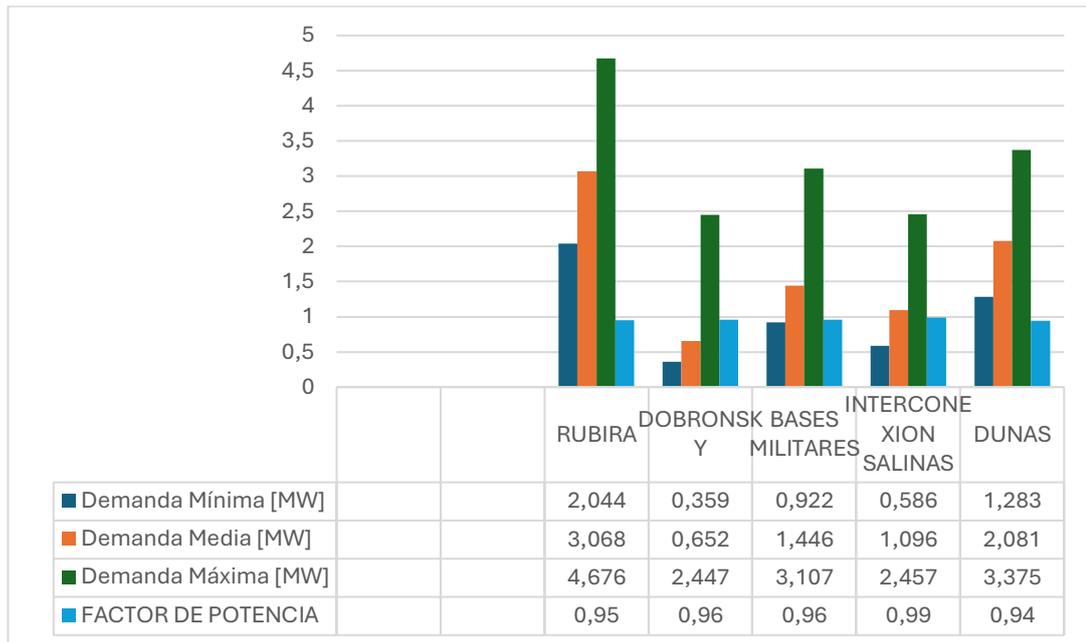
Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

En el estudio de los alimentadores de la subestación Salinas durante enero, se identificó que el alimentador Rubira registra la mayor demanda máxima, con 3,970 MW, y un factor de potencia de 0,94, lo que indica la necesidad de optimizar su eficiencia energética. Por el contrario, Dobronsky tiene la menor demanda máxima 0,957 MW y un factor de potencia alto 0,98 reflejando una operación más eficiente. El alimentador Bases Militares e Interconexión Salinas, presentan demandas moderadas 1,780 MW y 1,632 MW respectivamente, y un factor de potencia de 0,96, destacándose por una deficiencia moderada. En general la subestación muestra variaciones

significativas entre los alimentadores siendo Rubira el más crítico por su alta demanda y menor eficiencia lo que resulta la importancia de optimizar la distribución eléctrica y mejorar el desempeño del sistema.

Figura 13

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Febrero



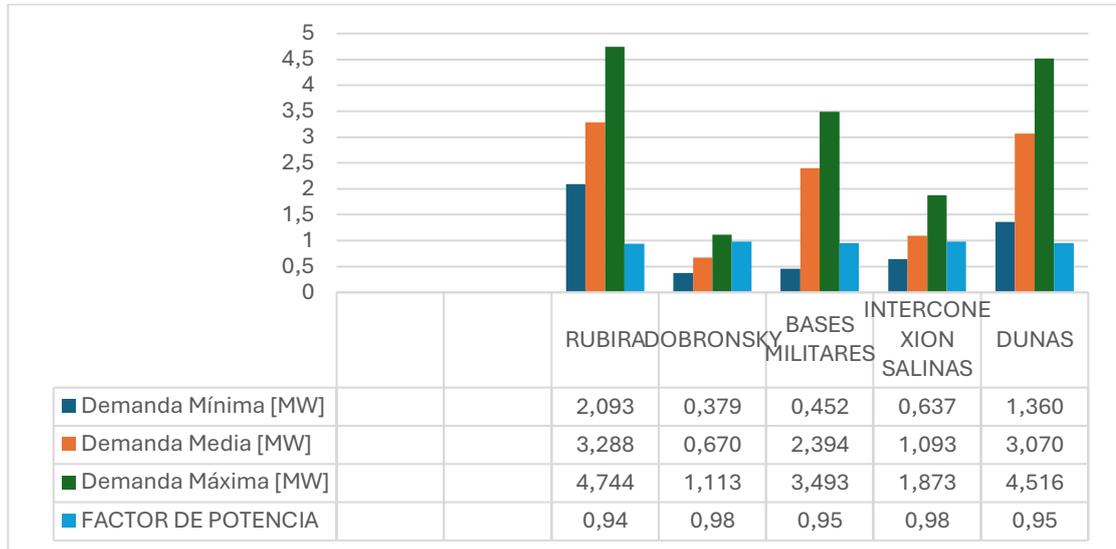
Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis de la demanda de los alimentadores para febrero 2024 muestra que el alimentador Rubira representa la mayor demanda máxima 4,676 MW y un factor de potencia de 0,95 lo que indica un nivel alto de consumo energético. En contraste, Dobronsky tiene la menor demanda mínima 3,59 MW, la menor demanda media 0,652 MW, pero una demanda máxima de 2,447 MW con un factor de potencia de 0,96. Bases Militares y Dunas también evidencia demanda máxima significativa de 3,107 MW y 3,375 MW respectivamente, con factores de potencia de 0,96 y 0,94. Interconexión Salinas con factores de potencia de 0,99 demuestra un rendimiento eficiente, aunque la demanda máxima es 2,457 MW es moderada, la cargabilidad de

los transformadores de potencia debe ser evaluada considerando estas demandas demasiadas y el factor de potencia para garantizar la estabilidad y confiabilidad del sistema eléctrico

Figura 14

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Marzo



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

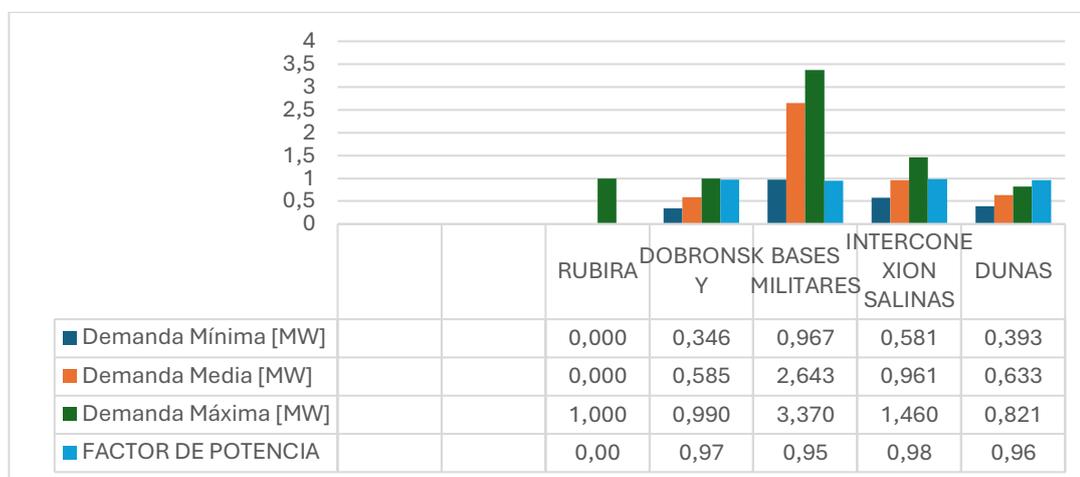
El análisis de la demanda de los alimentadores para marzo 2024, evidencia que el alimentador Rubira representa la mayor demanda máxima 4,744 MW con un factor de potencia de 0,94 seguido de cerca por el alimentador Dunas, cuya demanda máxima es de 4,516 MW y un factor de potencia similar a 0,95.

Bases Militares muéstrame una demanda significativa de 3,493 MW un factor de potencia de 0.95 lo que refleja un consumo considerable. En cambio, Dobronsky que tiene la menor demanda máxima 1,113MW, pero con alto factor de potencia 0,98 similar al alimentador Interconexión Salinas, cuya demanda máxima es de 1,893 MW, este último también destaca por su eficiencia energética debido al mismo factor de potencia de 0,98 la carga

habilitada en el transformador de potencia debe ser ajustada para absorber las demandas de los alimentadores Rubira y Dunas garantizando un suministro estable y eficiente en el sistema eléctrico.

Figura 15

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Abril

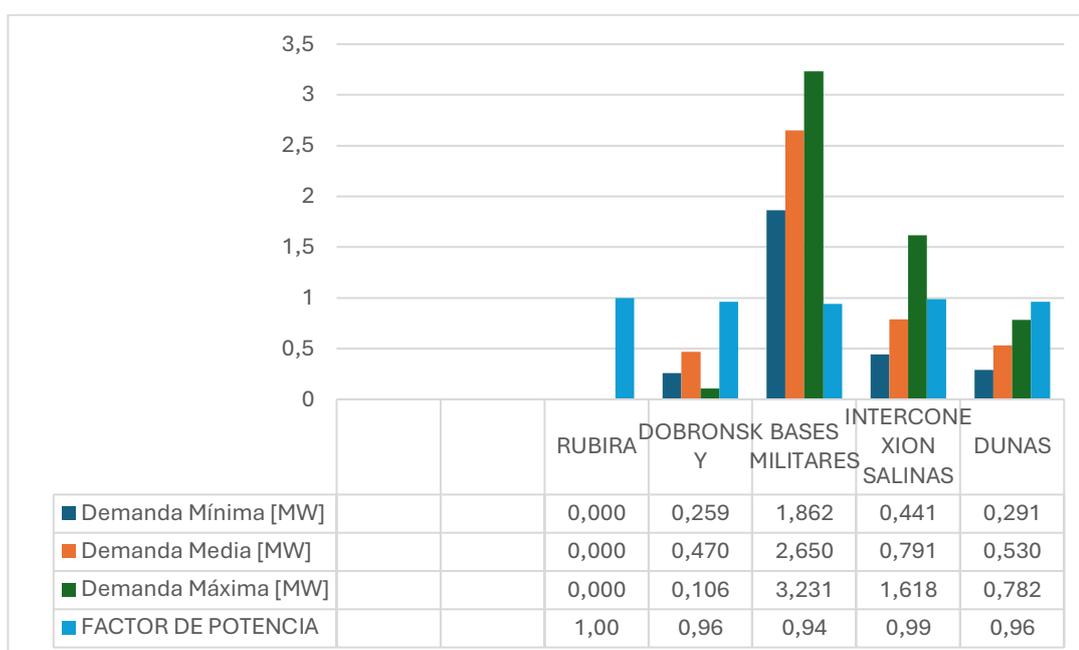


Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

En abril de 2024, el alimentador Bases Militares presentan la mayor demanda máxima 3,376 MW con un factor de potencia de 0,95 siendo el principal consumidor de energía entre los alimentadores analizados. Por otro lado, el alimentador Rubira no registra demanda mínima ni media, pero muestra una demanda máxima de 1 MW con un factor de potencia de 0,0 lo que indica inactividad o falta de registro en su operación habitual, Interconexión Salinas destaca por su eficiencia con una demanda máxima de 1,460 MW y un alto factor de potencia de 0,98 los alimentadores Dobronsky y Dunas presentan una demanda máxima menores de 0,990 MW y 0,891 respectivamente, con factores de potencia elevados 0,97 y 0,96. Optimizar la carga habilitada de los transformadores, se requiere una adecuada planificación, especialmente para gestionar los picos de carga en Bases Militares y monitorear la operatividad del alimentador Rubira.

Figura 16

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Mayo

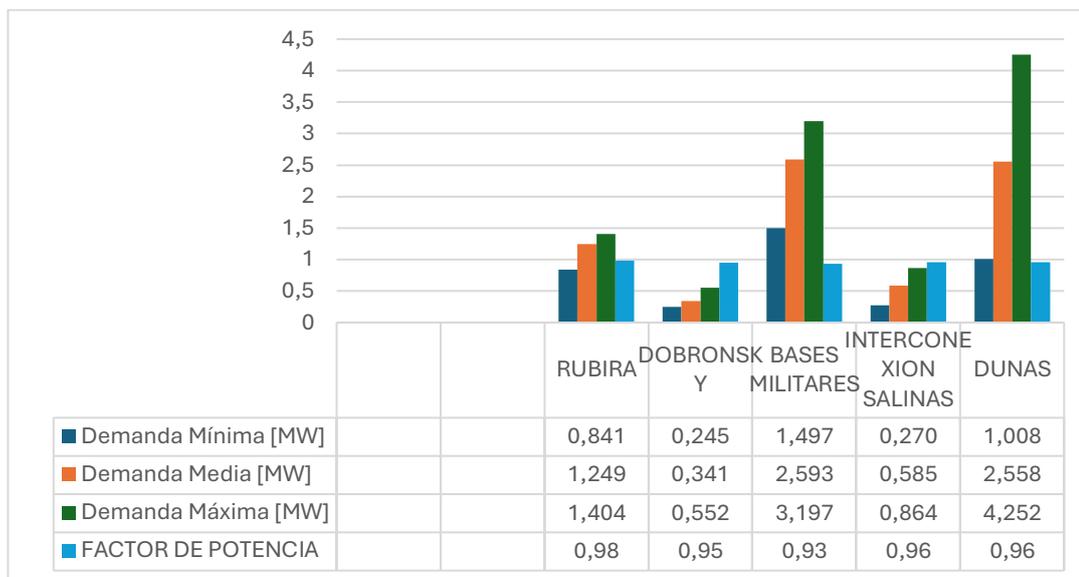


Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

En mayo del 2024, el alimentador Bases Militares sobresale con la mayor demanda máxima 3,231 MW y un factor de potencia de 0,94 lo que posiciona como el principal consumidor energético. Interconexión Salinas registra una demanda máxima de 1,618 MW, destacando su eficiencia con un factor de potencia de 0,99, los alimentadores Dobronsky y Dunas que presentan demandas máximas moderadas de 0,106 MW y 0,782 MW respectivamente ambas con factores de potencia de 0.96 lo que garantiza un desempeño energético aceptable. El alimentador Rubira, por su parte no registra actividad alguna en términos de demanda, a pesar de un factor de potencia 1, lo que sugiere inactividad total o desconexión. Es fundamental ajustar la carga habilitada de los transformadores para soportar las cargas altas de Bases Militares y evaluar la inactividad Rubira para garantizar una distribución óptima de la energía.

Figura 17

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Junio

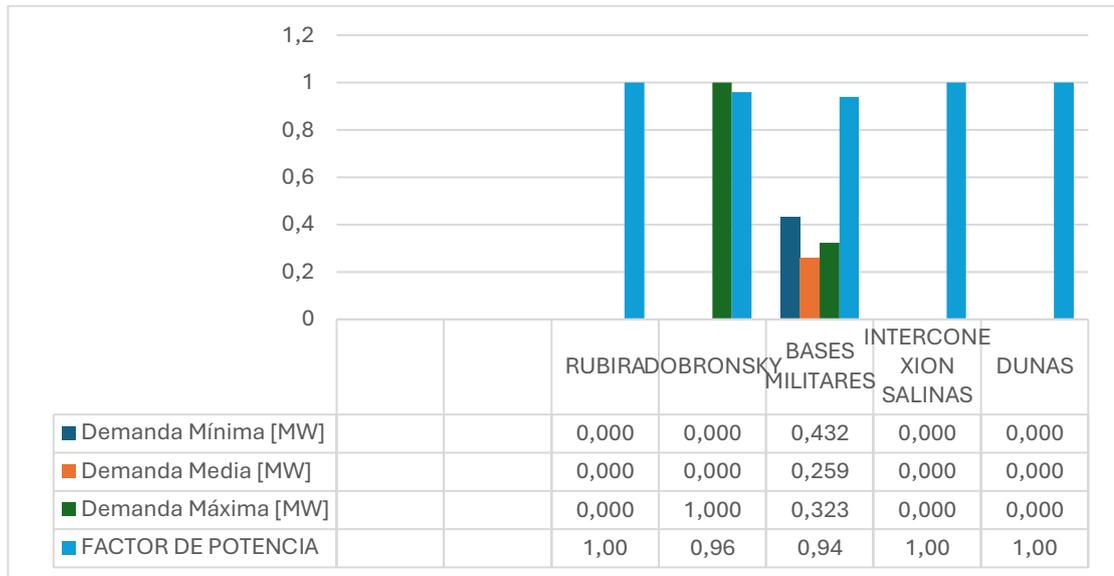


Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

En junio de 2024, alimentador Dunas destaca con la demanda máxima más alta 4,252 MW y un factor de potencia de 0,96 lo que evidencia una carga considerable que requiere monitoreo para evitar sobrecargas en los transformadores, Bases Militares sigue siendo un punto crítico en una demanda máxima de 3,197 MW y factor de potencia de 0,93 lo que indica eficiencia ligeramente inferior en comparación con otros alimentadores. Rubira presenta una operación estable con una demanda máxima de 1,444 MW y un factor de potencia de 0,98 asegurando un buen rendimiento. Interconexión Salina y Dobronsky registra demandas máximas bajas de 0,864 MW y 0,552 MW respectivamente, y con factores de potencia adecuadas de 0,96 y 0,95 lo que sugiere un desempeño energético eficiente. Es importante optimizar la distribución de carga en forma supervisar el alimentador Dunas dada su alta demanda para garantizar la continuidad del suministro eléctrico y la seguridad del sistema.

Figura 18

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Julio

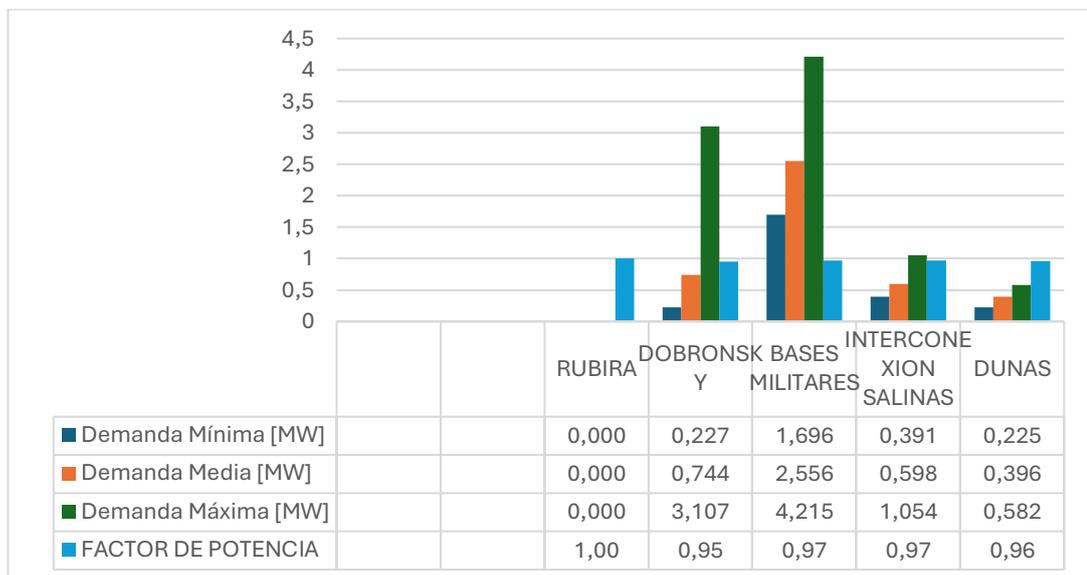


Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

En julio de 2024, la mayoría de los alimentadores presentan una demanda nula lo que indica una posible desconexión o baja utilización de la infraestructura eléctrica en este mes.

Figura 19

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Agosto

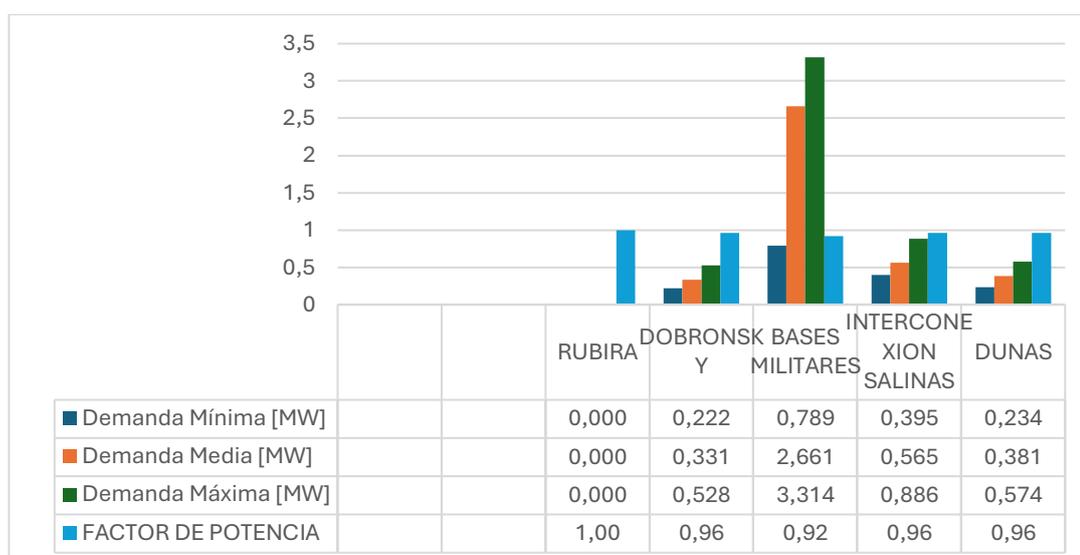


Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

En agosto de 2024, el alimentador Bases Militares presenta la mayor demanda máxima con 4,215 MW lo que sugiere una alta exigencia sobre la infraestructura eléctrica, Dobronsky continua con 3,107 MW lo que indica consumo significativo. Interconexión Salinas y Dunas muestran demandas más moderadas con valores máximos de 1,54 MW o 0,52 MW respectivamente, manteniendo factores de potencia adecuados. Rubira continúa sin registro de consumo lo que sugiere inactividad o desconexión. El factor de potencia en todos los alimentadores es superior de 0,95 reflejando una eficiencia aceptable de la conversión de la energía. Esta distribución de carga requiere una supervisión en la capacidad del transformador por Bases Militares y Dobronsky para evitar sobrecargas y garantizar la estabilidad del sistema eléctrico.

Figura 20

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Septiembre

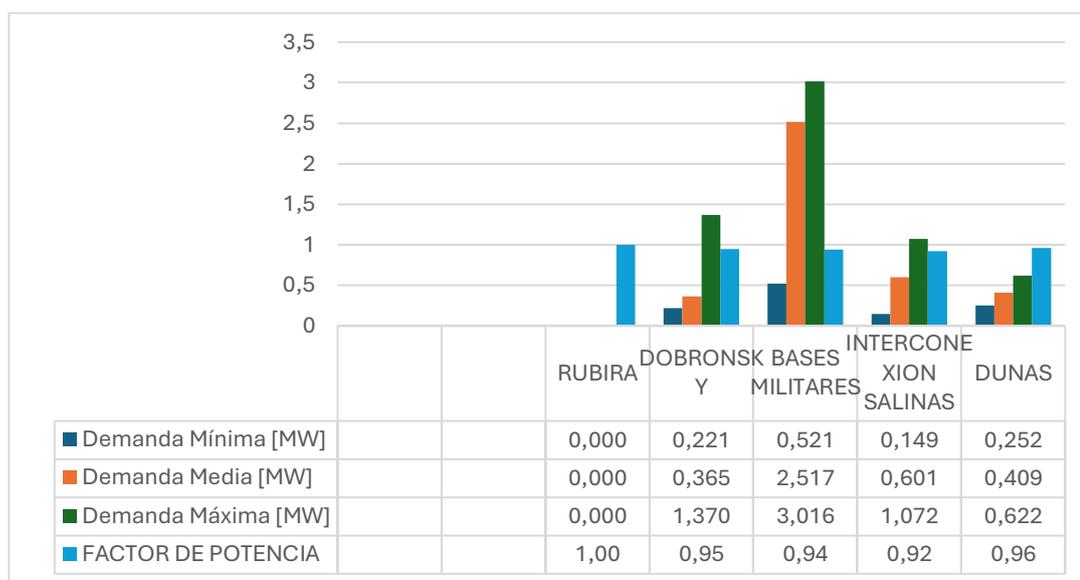


Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

En septiembre de 2024, el alimentador Bases Militares mantiene la mayor demanda máxima con 3,314 MW, lo que requiere monitoreo para evitar sobrecargas. Dobronsky registra una demanda máxima de 0,528 MW mostrando estabilidad en su costumbre Interconexión Salinas y Dunas presentan valores similares con máximo de 0,886 MW 0,574 MW respectivamente presentar un riesgo significativo, Rubira continúa sin demanda sugiriendo la inactividad o desconexión punto el factor de potencia en todos los alimentadores es superior a 0,92 reflejando eficiencia energética aceptable. es fundamental supervisar la capacidad de los transformadores especialmente en bases militares para garantizar la estabilidad continua del suministro eléctrico.

Figura 21

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Octubre



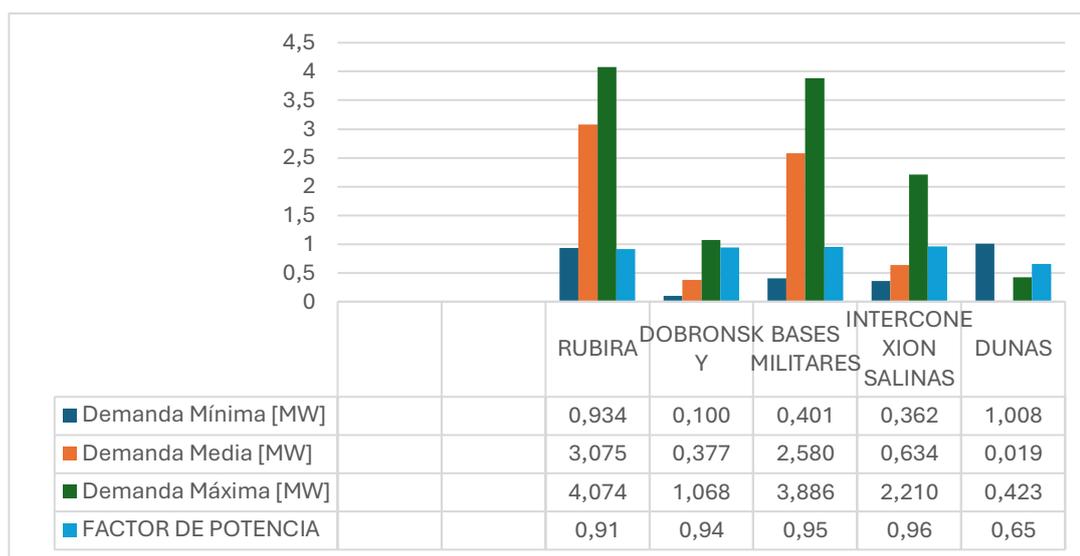
Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

En octubre de 2024, el alimentador Bases Militares continúa registrando la mayor demanda máxima con 3,016MW lo que exige un

monitoreo continuo para habilitar sobrecargas del transformador, Dobronsky muestra un incremento en su demanda máxima de 1,370 MW lo que indica variabilidad en su consumo Interconexión Salinas alcanza un pico de 1,72 MW con una media de 0,601 MW lo que sugiere estabilidad moderada. Dunas en cambio mantiene valores bajos con una demanda máxima de 0,622 MW, o sin representar riesgo de sobrecarga. Rubira sigue siendo sin conexión reflejando inactividad punto los factores de potencia se mantienen entre 0,92 y 0,96 asegurando la eficiencia en la red se encomienda evaluar la capacidad de transformadores en Bases Militares y Dobronsky para garantizar un suministro confiable.

Figura 22

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Noviembre



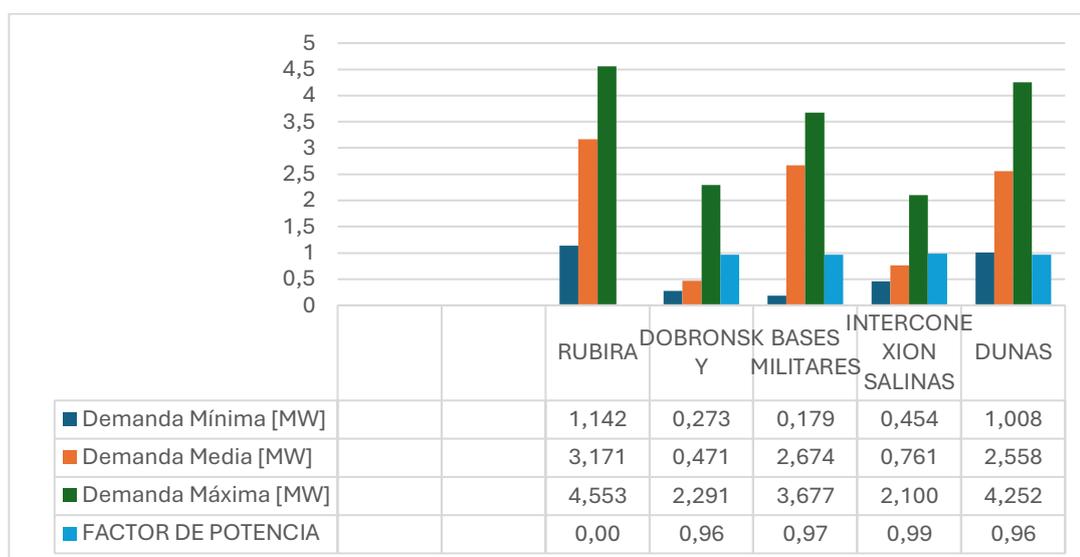
Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

En noviembre de 2024, la demanda máxima del alimentador Rubira es de 4,074 MW, lo que implica una alta demanda en la capacidad de los transformadores asociados. Bases Militares continúa con una demanda importante de 3,886 MW; se requiere monitoreo constante para evitar

sobrecargas. La Interconexión Salinas registró un aumento en la demanda máxima de 0,210 MW, lo que refleja variaciones en el consumo. Dobronsky con 1,068 MW mantiene estabilidad dentro de los límites operacionales. Dunas presenta un factor de potencia preocupante; en 0,65 podría afectar la eficiencia energética y la estabilidad de la red. Para optimizar el desempeño del sistema eléctrico, se debe revisar la infraestructura en Rubira y Bases Militares, además de corregir el factor de potencia en Dunas.

Figura 23

Demandas de alimentadores 2024 y cargabilidad de transformadores de potencia Mes Diciembre



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

En diciembre de 2024, el alimentador Rubira registra la mayor demanda pico con 4,553 MW que requiere un monitoreo intensivo para evitar sobrecargas, aunque su factor de potencia es 0,00 lo que podría implicar una falla de medición o un problema crítico de eficiencia. Las Dunas continúa con una alta demanda de 4,252 MW que también exige una evaluación de la capacidad de los transformadores. Bases Militares presenta una demanda pico de 3,677 MW manteniendo la estabilidad con un factor de potencia de 0,97. Interconexión Salinas muestra un incremento en la carga con 2,1MW y

su factor de potencia de 0,99 indica una operación eficiente. Dobronsky con 2,291 MW mantiene niveles moderados. Se sugiere verificar la medición en Rubira, optimizar la distribución de carga en Dunas y continuar con el mantenimiento preventivo en todos los alimentadores para garantizar la estabilidad del sistema.

Evolución de las pérdidas técnicas y no técnicas en el trimestre de Junio–Agosto 2024.

En el análisis de la pérdida del sistema eléctrico en junio, las pérdidas totales alcanzaron el 18,38% de la energía disponible 52.221,73 MWh, destacándose las pérdidas no técnicas como las más significativas con un 11,11%, frente al 7,27% de pérdidas técnicas. Las pérdidas no técnicas asociadas generalmente a conexiones ilegales, errores en medición o fallas administrativas, representan un desafío importante para la sostenibilidad del sistema. Entre las pérdidas técnicas, las que más contribuyen son las líneas de subtransmisión con un 2,74%, y los transformadores, con un 1,48%. Las redes secundarias contribuyen con pérdidas menores, con un 0,8%, mientras que las conexiones y los medidores contribuyen con un 0,01% y un 0,13%, respectivamente. En conjunto, estas cifras reflejan una necesidad apremiante de optimizar procesos y equipos. Se destaca que las acciones de control y mantenimiento para reducir las pérdidas técnicas, así como las estrategias de vigilancia y regularización de las pérdidas no técnicas, harán más eficiente el sistema de gestión de la energía.

Evaluación de cada alimentador según la Norma ISO 50001

La norma ISO 50001 establece un sistema de gestión de energía para mejorar la eficiencia energética, optimizar el consumo y reducir costos

operativos a continuación se analiza cada alimentador en función de la demanda, el factor de potencia y los parámetros eléctricos de los transformadores:

El alimentador Rubira: La demanda máxima 4,553 MW, El factor de potencia 0,00 que requiere revisión, se observa un alto consumo con aparente problema en el factor de potencia se sugiere instalar corrección de factor de potencia y evaluar la medición.

El alimentador Dobronsky: La demanda máxima 2,291 MW, con factor de potencia 0,96. Se observa un buen desempeño energético se sugiere revisar variaciones de carga y eficiencia en los transformadores.

El alimentador Bases Militares: La demanda máxima 3,677 MW, con un factor de potencia de 0,97, observando un alto consumo de factor de potencia eficiente se sugiere a continuar con el mantenimiento preventivo.

El alimentador Interconexión Salinas: la demanda máxima 2,1 MW, con un factor de potencia de 0,96 observando un buen rendimiento energético y estabilidad se sugiere seguimiento continuo de la carga.

- Alimentador Dunas: La demanda máxima de 4,252 MW con factor de potencia 0,96 dado que se tiene un alto consumo y buen factor de potencia se puede sugerir evaluar sobre las cargas del transformador de Protección (TP). Las protecciones recomendadas en los transformadores en cada alimentador incluyen: Relé de sobre corriente para evitar daños debido a sobrecarga. Relé de sobre temperatura para evitar daños térmicos, Circuit breaker interruptores de circuito para prevenir cortos circuitos y falla eléctrica.
- Supresores de sobreprotección para evitar daños en picos de voltaje.

- Monitoreo de factor de potencia para evitar penalizaciones y mejorar eficiencia.

Observaciones generales: el alimentador Rubira tiene anomalía en el FP 0,00 lo que amerita revisión inmediata del sistema de medición o correcciones capacitivas. Dunas y Rubira tienen mayor carga por lo que se recomienda monitoreo de los transformadores y mejoras posibles en la distribución de la carga. Todos los alimentadores poseen protecciones adecuadas, se estima que la revisión de los relés y el monitoreo térmico sea periódica

Se sugiere revisar los valores de corriente y ajuste de tiempo de disparo de protección para evitar interrupciones en la red y garantizar estabilidad.

Se debe implementar gestión de energía basado en ISO 50001 enfocándose en optimización del consumo y reducción de pérdida.

Evaluación de la Energía (MWh) y Energía (%) Junio/24

La coordinación de los parámetros de los relés de protección de la subestación eléctrica Salinas cumple con los esquemas de eficiencia energética establecido en la norma ISO 50001. Esto garantiza que los valores ingresados en el esquema de protecciones permitan que el Breaker Principal 13,8 kV opere de manera eficiente evitando aperturas falsas causadas por fallas en las líneas de algún alimentador.

Las protecciones instantáneas de línea y neutro del Breaker Principal 13,8 kV han sido deshabilitadas con el propósito de que únicamente las protecciones instantáneas de los alimentadores actúen ante fallas de este nivel. Esto evita aperturas no voluntarias y mejora la estabilidad del sistema. Los elementos de protección se establecen en una falla monofásica, bifásica

o trifásica, lo que enfatiza la protección de las líneas de falla que no están relacionadas con el estrés. En ISO 50001

Tabla 13

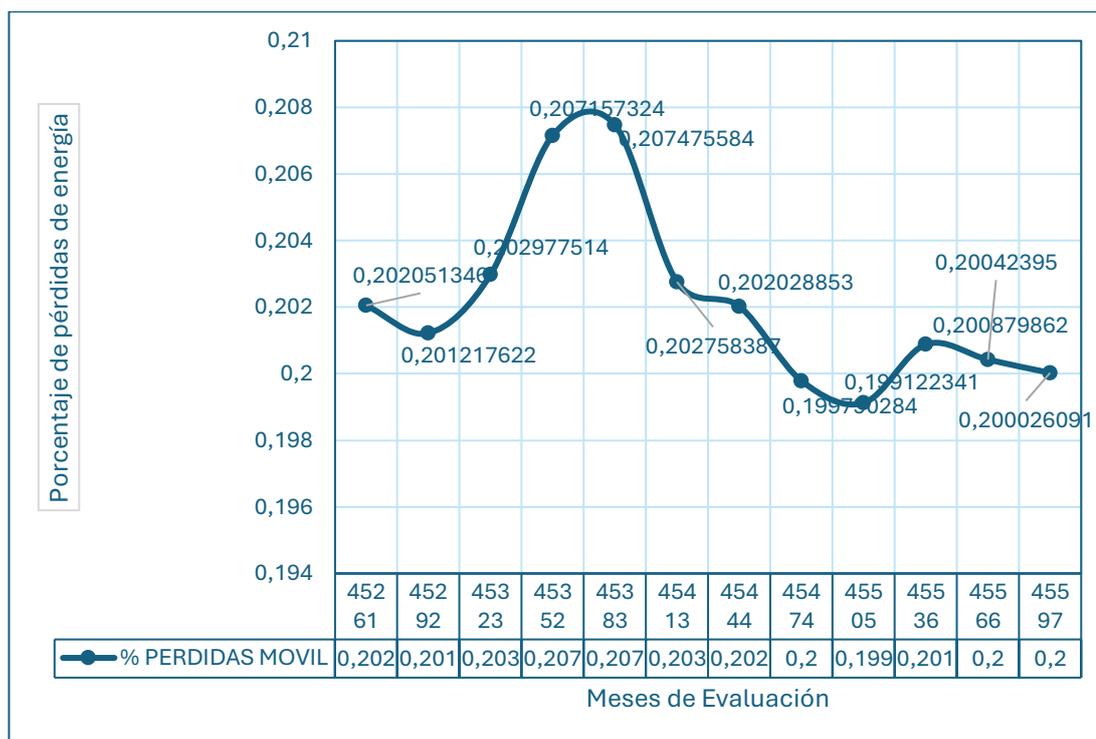
Energía (MWh) y Energía (%) del mes Junio

JUNIO	Energía [MWh]	Energía [%]
Disponble Sistema	52.221,73	100%
Perdidas Sistema	9.601,03	18,39%
Pérdidas Líneas Subtransmisión	1428,51	2,74%
Perdidas Subestaciones	411,26	0,79%
Perdidas Alimentadores	767,55	1,47%
Perdidas Transformadores	770,35	1,48%
Perdidas Redes Secundarias	43,62	0,08%
Perdidas de Alumbrado Publico	301,75	0,58%
Perdidas de Acometidas	6,48	0,01%
Perdidas Medidores	68,49	0,13%
Perdidas NO TECNICAS	5803,01	11,11%
Perdidas TECNICAS	3798,02	7,27%
TOTAL PERDIDAS SISTEMA FINAL	9601,03	18,39%

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 3

Pérdidas móviles correspondiente al mes de Junio/24



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Tabla 14

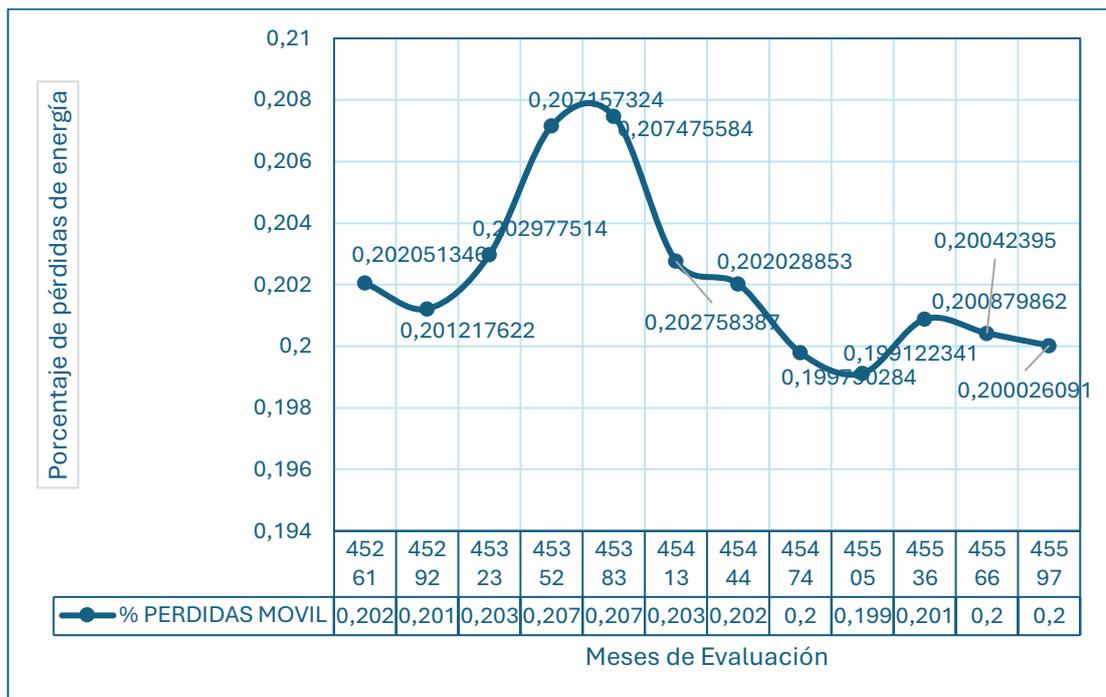
Energía (MWh) y Energía (%) del mes Julio

JUNIO	Energía [MWh]	Energía [%]
Disponible Sistema	52.221,73	100%
Perdidas Sistema	9.601,03	18,39%
Pérdidas Líneas Subtransmisión	1428,51	2,74%
Perdidas Subestaciones	411,26	0,79%
Perdidas Alimentadores	767,55	1,47%
Perdidas Transformadores	770,35	1,48%
Perdidas Redes Secundarias	43,62	0,08%
Perdidas de Alumbrado Publico	301,75	0,58%
Perdidas de Acometidas	6,48	0,01%
Perdidas Medidores	68,49	0,13%
Perdidas NO TECNICAS	5803,01	11,11%
Perdidas TECNICAS	3798,02	7,27%
TOTAL PERDIDAS SISTEMA FINAL	9601,03	18,39%

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 4

Pérdidas móviles correspondiente al mes de Julio/24



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Tabla 15

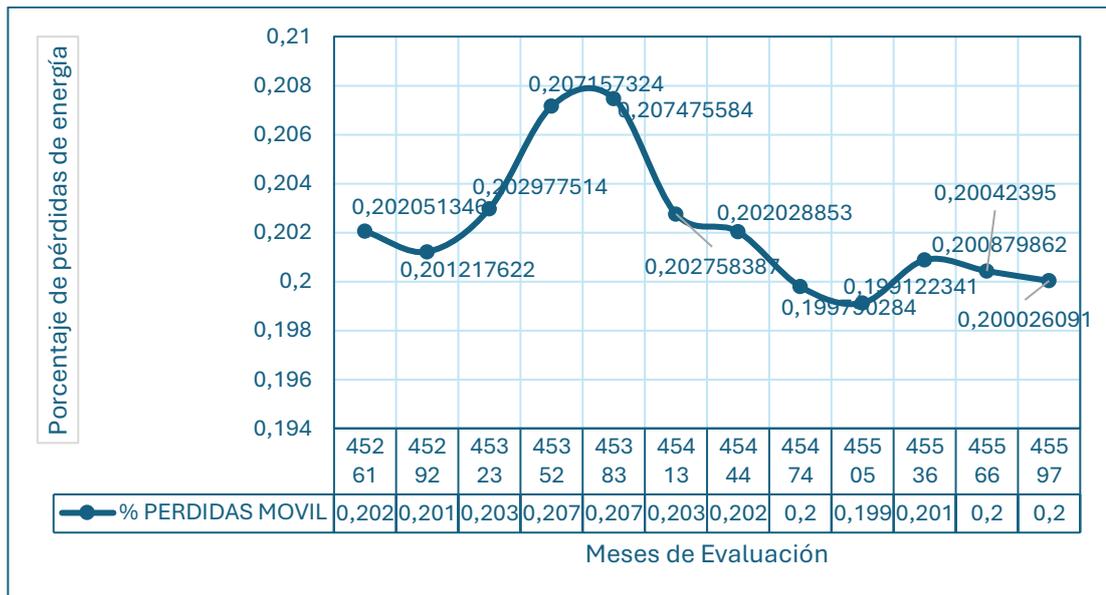
Energía (MWh) y Energía (%) del mes Agosto

JUNIO	Energía [MWh]	Energía [%]
Disponible Sistema	52.221,73	100%
Perdidas Sistema	9.601,03	18,39%
Pérdidas Líneas Subtransmisión	1428,51	2,74%
Perdidas Subestaciones	411,26	0,79%
Perdidas Alimentadores	767,55	1,47%
Perdidas Transformadores	770,35	1,48%
Perdidas Redes Secundarias	43,62	0,08%
Perdidas de Alumbrado Publico	301,75	0,58%
Perdidas de Acometidas	6,48	0,01%
Perdidas Medidores	68,49	0,13%
Perdidas NO TECNICAS	5803,01	11,11%
Perdidas TECNICAS	3798,02	7,27%
TOTAL PERDIDAS SISTEMA FINAL	9601,03	18,39%

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 5

Pérdidas móviles correspondiente al mes de Agosto/24



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Nota comentario: El comportamiento del sistema eléctrico en los meses de junio, julio y agosto, muestran que las pérdidas totales representan una proporción significativa de la energía disponible, con una distribución entre

pérdidas técnicas y no técnicas. Las pérdidas técnicas derivadas de la infraestructura eléctrica, por otro lado, las pérdidas no técnicas están representadas por las pérdidas de las líneas de transmisión, las subestaciones, los transformadores y la solución de red secundaria generalmente muestran la función general de la eficiencia, las pérdidas del devanado, la pérdida del error de medición, la conexión irregular y la falla administrativa. La eficiencia del sistema se ve afectada principalmente por no tener un debido control sobre los requisitos de gestión de energía para reducir, controlar la pérdida técnica, no técnicas y controlar las pérdidas de gestión de energía.

Índice de uso de energía utilizado por la nutrición

A continuación, los indicadores de uso de energía se ofrecen a cada unidad de alimentación para la subestación de Salinas

Alimentador Rubira

Los indicadores del alimentador Rubira en las subestaciones de Salinas reflejan el comportamiento irregular durante todo el año de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre, y el consumo de energía ha cambiado significativamente, alcanzando el máximo con 2.443.471 kWh en marzo al menos con 4.999 kWh, se traduce en el promedio anual de 865.584 kWh, con 1.085.683 kWh de desviación alta, lo que indica un gran consumo de 25.086 kWh. Para los usuarios, parece un número estable de 5.630 kWh con 208,98% del mes en la mayoría de los meses, interrumpiendo el servicio o los componentes estacionales que afectan la demanda, lo que confirma la necesidad de analizar las causas que hacen violaciones para mejorar la distribución, el registro, planificación y eficiencia del sistema.

Tabla 16

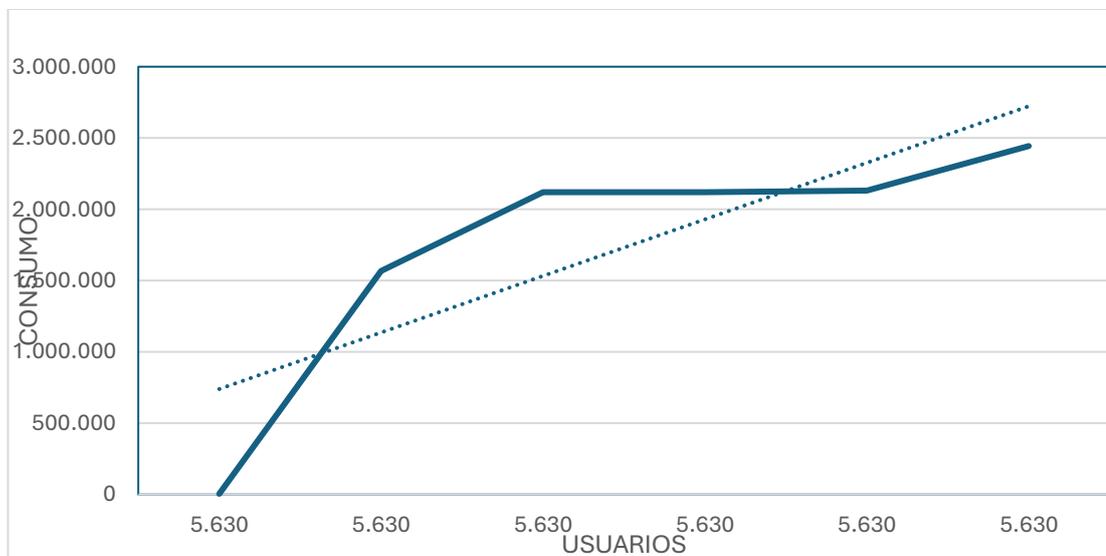
Consumo vs. Usuario Alimentador Rubira

MES	ENERGÍA	USUARIOS
	KWH/MES	U/MES
ABRIL	0	0
MAYO	0	0
JULIO	0	0
AGOSTO	0	0
SEPTIEMBRE	0	0
OCTUBRE	0	0
JUNIO	4.999	5.630
NOVIEMBRE	1.568.539	5.630
DICIEMBRE	2.118.875	5.630
FEBRERO	2.120.292	5.630
ENERO	2.130.831	5.630
MARZO	2.443.471	5.630
PROMEDIO	865.584	2.815
DESV. ESTANDAR	1.085.683	2.940
DISPERCIÓN	250,86%	208,89%

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 6

Consumo vs. Usuario alimentador Rubira



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Tabla 17

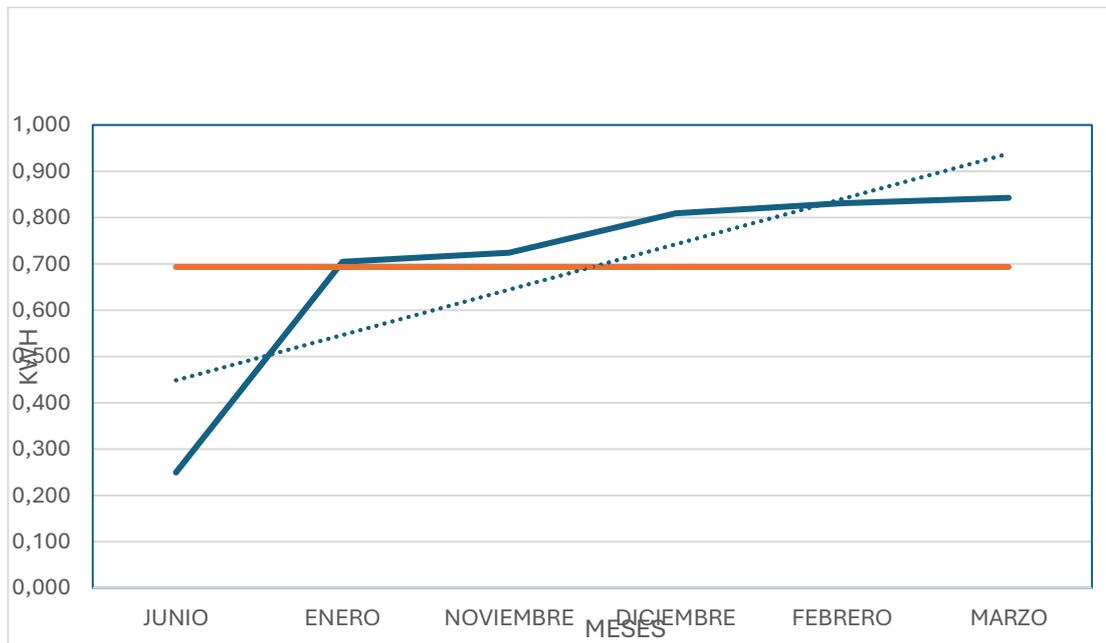
Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Rubira.2024

MES	ENERGÍA	USUARIOS	Consumo Específico kWH/USUARIO	
	kWH/DIA	USUARIO/DIA	Del periodo	Promedio
ABRIL	0	0	0,000	0,693
MAYO	0	0	0,000	
JULIO	0	0	0,000	
AGOSTO	0	0	0,000	
SEPTIEMBRE	0	0	0,000	
OCTUBRE	0	0	0,000	
JUNIO	1.404	5.630	0,249	
ENERO	3.970	5.630	0,705	
NOVIEMBRE	4.074	5.630	0,724	
DICIEMBRE	4.553	5.630	0,809	
FEBRERO	4.676	5.630	0,831	
MARZO	4.744	5.630	0,843	
PROMEDIO	1.952	2.815,000	0,693	
DESV. ESTANDAR	2.210	2.940,172	0,393	
DISPERCIÓN	226,45%	208,89%	113,22%	

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 7

Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Rubira-2024



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis de tendencias de datos aparece en el uso del comportamiento irregular y el número de usuarios en los meses completos observados en el uso de un usuario específico.

En general hay un incremento progresivo del consumo en los últimos meses del año lo que podría estar relacionado con factores estacionales o un aumento en la demanda. La alta dispersión y la desviación estándar indican una fuerte fluctuación en los valores registrados lo que sugiere la necesidad de un análisis más detallado para identificar causas de estas variaciones.

Alimentador Dobronsky

Tabla 18

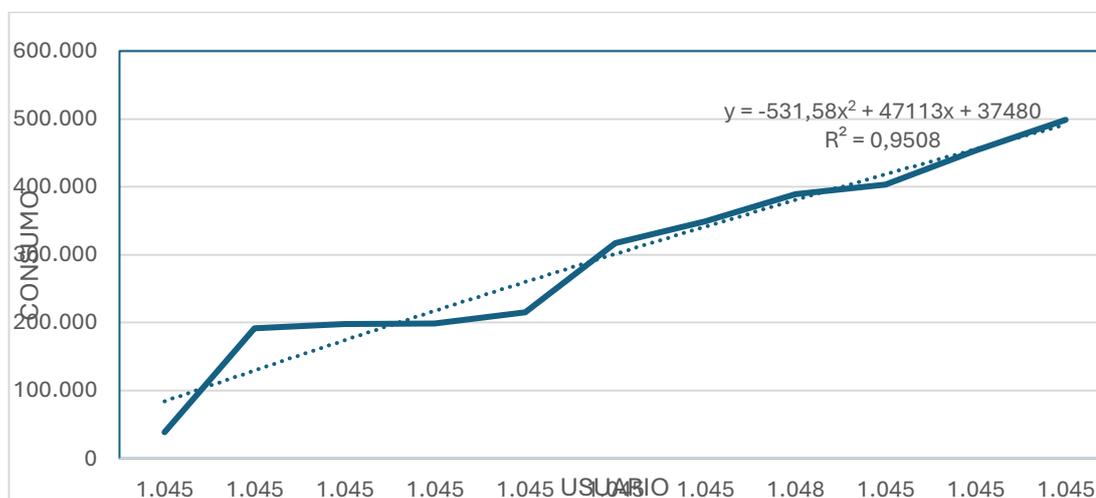
Consumo vs. Usuario SE Salinas - Alimentador Dobronsky-2024

MES	ENERGÍA kWH/MES	USUARIOS U/MES
JULIO	0	0
JUNIO	38.542	1.045
AGOSTO	191.398	1.045
OCTUBRE	197.551	1.045
NOVIEMBRE	198.706	1.045
SEPTIEMBRE	215.413	1.045
DICIEMBRE	317.300	1.045
MAYO	349.332	1.045
ENERO	389.136	1.048
ABRIL	403.212	1.045
FEBRERO	453.469	1.045
MARZO	498.673	1.045
PROMEDIO	271.061	958
DESV. ESTANDAR	157.356	302

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 8

Consumo vs. Usuario SE Salinas Alimentador Dobronsky-2024



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis de tendencias muestra un crecimiento gradual en el consumo de energía durante todo el período en que los últimos meses del año y el primer trimestre pueden estar vinculados a la gran cantidad de requisitos estacionales o cambios en el comportamiento de los usuarios, pero incluso si son relativamente estables, se refleja el número de usuarios en la tasa de uso en desviaciones de alto nivel.

Tabla 19

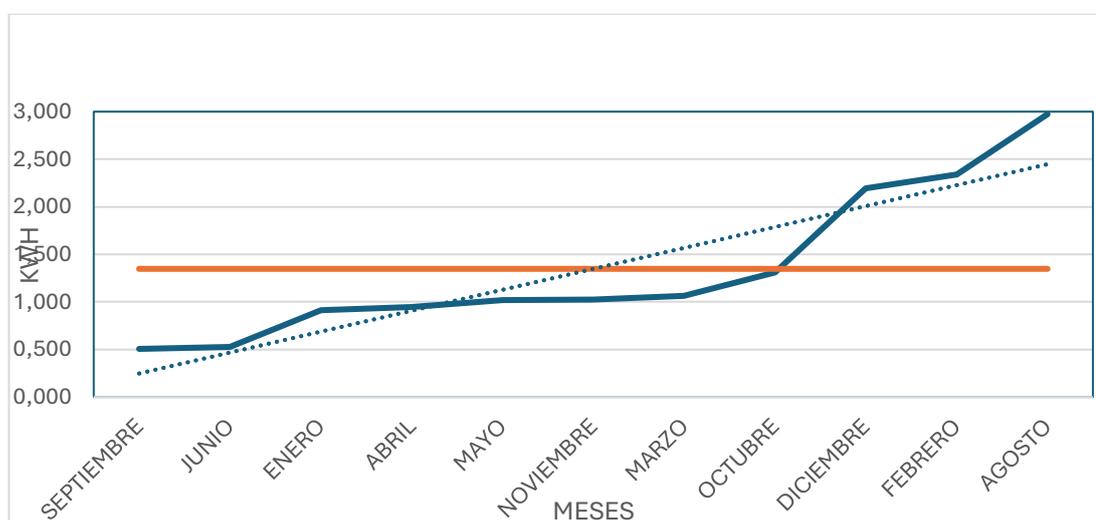
Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Dobronsky-2024

MES	ENERGÍA	USUARIOS	Consumo Específico kWH/USUARIO	
	kWH/DIA	USUARIO/DIA	Del periodo	Promedio
JULIO	0	0	0,000	1,347
SEPTIEMBRE	528	1.045	0,505	
JUNIO	552	1.045	0,528	
ENERO	957	1.048	0,913	
ABRIL	990	1.045	0,947	
MAYO	1.062	1.045	1,016	
NOVIEMBRE	1.068	1.045	1,022	
MARZO	1.113	1.045	1,065	
OCTUBRE	1.370	1.045	1,311	
DICIEMBRE	2.291	1.045	2,192	
FEBRERO	2.447	1.045	2,342	
AGOSTO	3.107	1.045	2,973	

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 9

Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Dobronsky-2024



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis de la tendencia muestra un aumento progresivo en el consumo específico por usuario a lo largo del periodo con valores bajos en los primeros meses y un incremento notable en los últimos. Se observa una variabilidad significativa en el consumo con meses de consumo moderado seguido de aumentos más pronunciados.

Esto sugiere una posible influencia de factores estacionales o cambio en el patrón de uso de los usuarios.

La tendencia general indica una mayor demanda de energía en los meses finales, lo que podría estar relacionado con un incremento en la actividad o condiciones externas que afectan el consumo.

Alimentador Bases Militares

Tabla 20

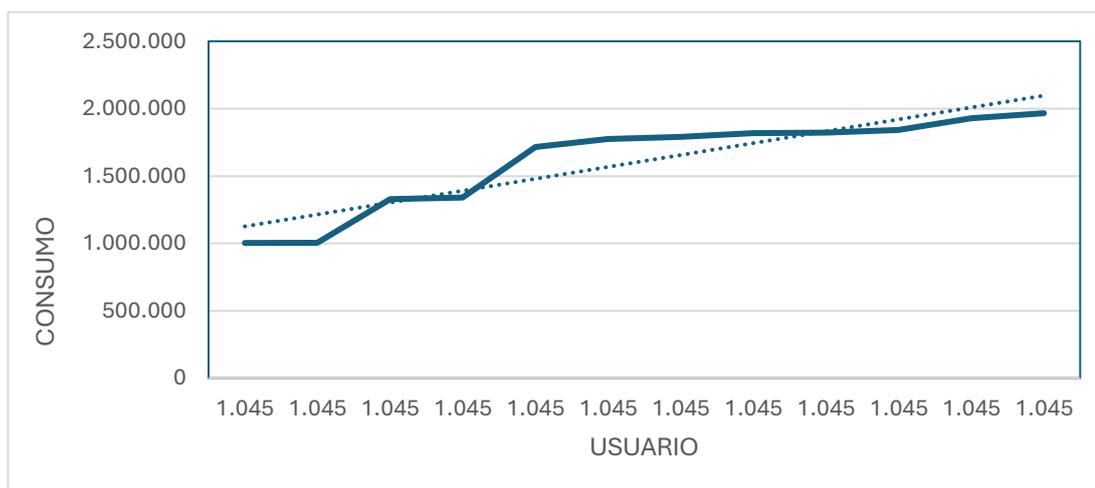
Consumo vs. Usuario SE Salinas - Alimentador Bases Militares -2024

MES	ENERGÍA	USUARIOS
	kWH/MES	U/MES
ENERO	1.003.482	1.045
FEBRERO	1.004.993	1.045
OCTUBRE	1.328.978	1.045
NOVIEMBRE	1.339.479	1.045
SEPTIEMBRE	1.716.937	1.045
MARZO	1.776.844	1.045
AGOSTO	1.792.077	1.045
ABRIL	1.818.454	1.045
DICIEMBRE	1.823.861	1.045
JUNIO	1.843.889	1.045
JULIO	1.928.117	1.045
MAYO	1.966.499	1.045
PROMEDIO	1.611.968	1.045
DESV. ESTANDAR	347.800	0
DISPERCIÓN	43,15%	0,00%

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 10

Consumo vs. Usuario SE Salinas Alimentador Bases Militares -2024



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis de la tendencia muestra un aumento sostenido en el consumo de energía a lo largo del periodo, con valores más bajos al inicio y un incremento progresivo en los meses siguientes. Se observa una mayor estabilidad en el número de usuarios lo que indica el crecimiento del consumo no está directamente relacionado con variaciones en la cantidad de usuarios, sino con un aumento en la demanda de energía por usuario. La alta dispersión y la desviación estándar reflejan una variabilidad considerable en los datos, lo que sugiere la influencia de factores externos o cambios en el patrón del consumo en determinados meses.

Tabla 21

Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Bases Militares-2024

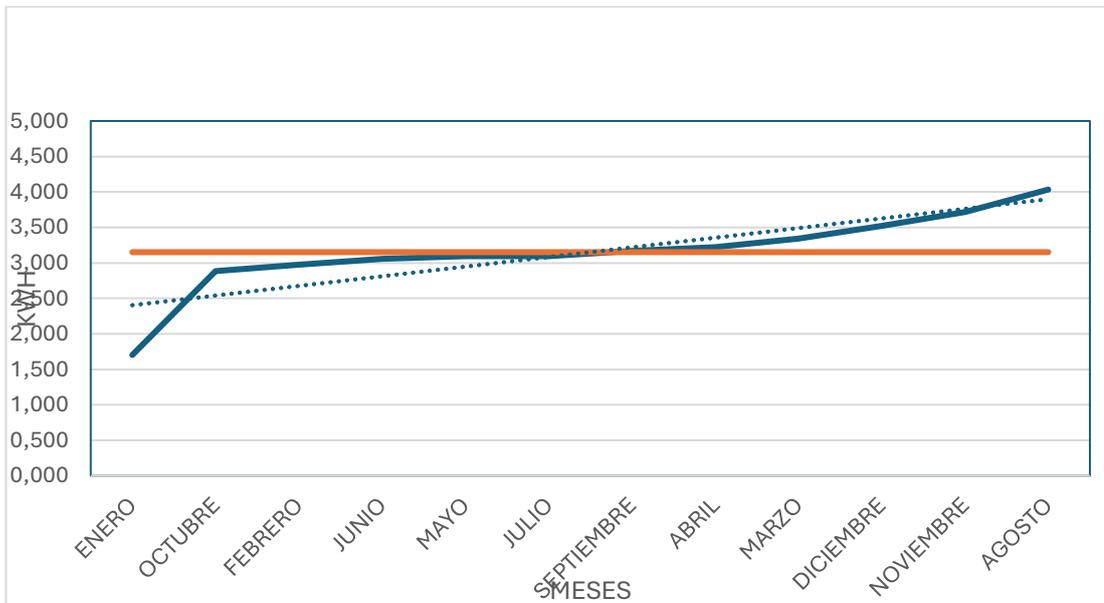
MES	ENERGÍA	USUARIOS	Consumo Específico kWH/USUARIO	
	kWH/DIA	USUARIO/DIA	Del periodo	Promedio
ENERO	1.780	1.045	1,703	3,152
OCTUBRE	3.016	1.045	2,886	
FEBRERO	3.107	1.045	2,973	
JUNIO	3.197	1.045	3,059	
MAYO	3.231	1.045	3,092	
JULIO	3.234	1.045	3,095	

SEPTIEMBRE	3.314	1.045	3,171
ABRIL	3.370	1.045	3,225
MARZO	3.493	1.045	3,343
DICIEMBRE	3.677	1.045	3,519
NOVIEMBRE	3.886	1.045	3,719
AGOSTO	4.215	1.045	4,033
PROMEDIO	3.293	1.045,000	3,152
DESV. ESTANDAR	589	0,000	0,563
DISPERCIÓN	35,75%	0,00%	35,75%

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 11

Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Bases Militares -2024



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis de estas tendencias muestra un crecimiento gradual para cada usuario, hubo un aumento gradual en la demanda de energía, lo que indica un mayor uso de los recursos en los siguientes meses, la estabilidad indica que el número de los consumidores está relacionado con el número de consumo energético, pero para difundir el usuario promedio y la desviación estándar refleja el control que está suministrado por los datos de acuerdo con los requisitos, lo que indica una clara dirección de consumo.

Alimentador Interconexión Salinas

Tabla 22

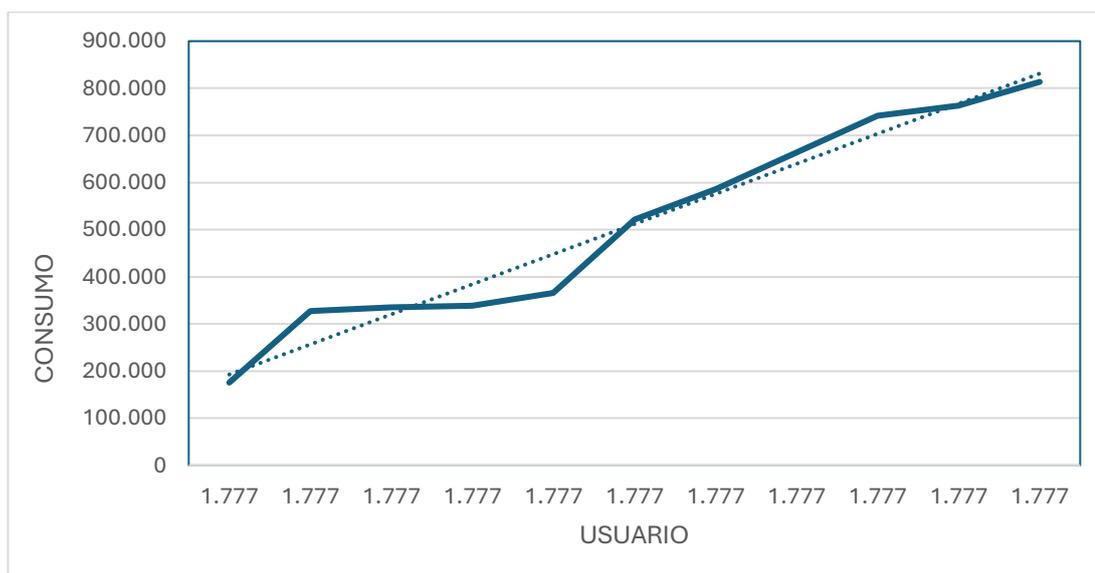
Consumo vs. Usuario SE Salinas - Alimentador Interconexión-2024

MES	ENERGÍA kWH/MES	USUARIOS U/MES
JULIO	0	0
JUNIO	175.700	1.777
OCTUBRE	327.284	1.777
NOVIEMBRE	334.936	1.777
AGOSTO	338.553	1.777
SEPTIEMBRE	365.959	1.777
DICIEMBRE	522.096	1.777
MAYO	585.417	1.777
ABRIL	663.679	1.777
ENERO	741.968	1.777
FEBRERO	762.838	1.777
MARZO	813.605	1.777
PROMEDIO	469.336	1.629
DESV. ESTANDAR	253.261	513
DISPERCIÓN	107,92%	62,98%

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 12

Consumo vs. Usuario SE Salinas Alimentador Interconexión -2024



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis de la tendencia muestra un incremento progresivo en el consumo de energía a lo largo del periodo, con valores más bajo en los primeros meses y un aumento sostenido en los meses siguientes. Se observa una estabilidad en el número de usuarios lo que indica que el crecimiento del

consumo está impulsado por una mayor demanda individual. La variabilidad en los datos es alta, reflejada en la dispersión y la desviación estándar lo que sugiere fluctuaciones significativas en el consumo mensual. Este comportamiento podría estar influenciado por factores estacionales o cambios en el uso de la energía en determinados periodos

Tabla 23

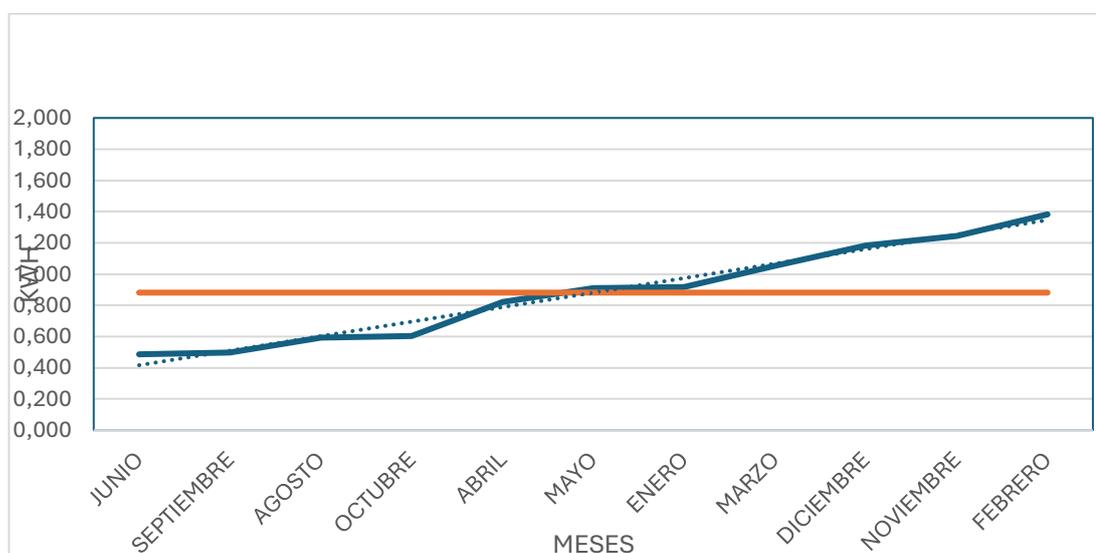
Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Interconexión -2024

MES	ENERGÍA	USUARIOS	Consumo Específico kWH/USUARIO	
	kWH/DIA	USUARIO/DIA	Del periodo	Promedio
JULIO	0	0	0,000	0,881
JUNIO	864	1.777	0,486	
SEPTIEMBRE	886	1.777	0,499	
AGOSTO	1.054	1.777	0,593	
OCTUBRE	1.072	1.777	0,603	
ABRIL	1.460	1.777	0,822	
MAYO	1.618	1.777	0,911	
ENERO	1.632	1.777	0,918	
MARZO	1.873	1.777	1,054	
DICIEMBRE	2.100	1.777	1,182	
NOVIEMBRE	2.210	1.777	1,244	
FEBRERO	2.457	1.777	1,383	
PROMEDIO	1.436	1.628,917	0,881	
DESV. ESTANDAR	695	512,976	0,391	
DISPERCIÓN	96,85%	62,98%	88,78%	

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 13

Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Interconexión -2024



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis de la tendencia describe un crecimiento gradual en el consumo específico por usuario a lo largo del período. Se observa un inicio con valores bajos y un progresivo ascendente en los meses siguientes, lo que sugiere un incremento en la demanda energética individual. La variabilidad en los datos es significativa, reflejada en la dispersión y la desviación estándar lo que indica fluctuaciones marcadas en el consumo.

Estos cambios pueden estar influenciados por factores estacionales, patrones de uso o variaciones en las actividades de los usuarios.

Alimentador Dunas

Tabla 24

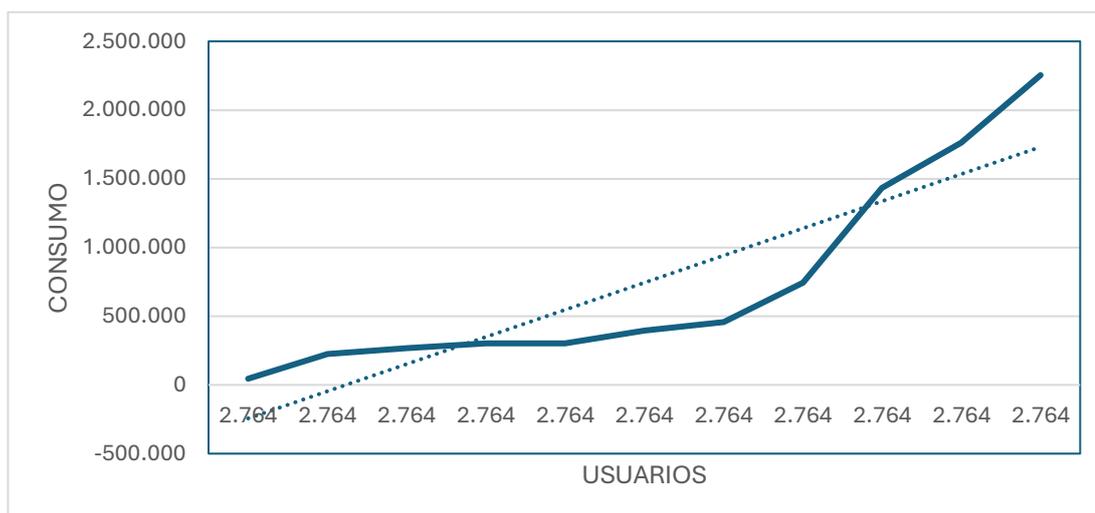
Consumo vs. Usuario SE Salinas - Alimentador Las Dunas-2024

MES	ENERGÍA	USUARIOS
	kWH/MES	U/MES
JULIO	0	0
JUNIO	45.205	2.764
AGOSTO	224.225	2.764
SEPTIEMBRE	268.403	2.764
NOVIEMBRE	300.539	2.764
OCTUBRE	304.146	2.764
MAYO	393.829	2.764
ABRIL	455.908	2.764
ENERO	741.968	2.764
FEBRERO	1.433.984	2.764
DICIEMBRE	1.762.459	2.764
MARZO	2.254.036	2.764
PROMEDIO	682.059	2.534
DESV. ESTANDAR	731.217	798
DISPERCIÓN	214,41%	62,98%

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 14

Consumo vs. Usuario SE Salinas Alimentador Las Dunas -2024



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis de la tendencia muestra un incremento significativo en el consumo de energía a lo largo del periodo, con variaciones considerables entre los meses. Se observa un crecimiento progresivo alcanzando picos elevados en ciertos periodos lo que indica un aumento sostenido en la demanda energética. La alta dispersión y desviación estándar reflejan fluctuaciones marcadas, posiblemente influenciadas por cambios de la actividad de los usuarios, factores estacionales o eventos específicos.

Tabla 25

Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Las Dunas -2024

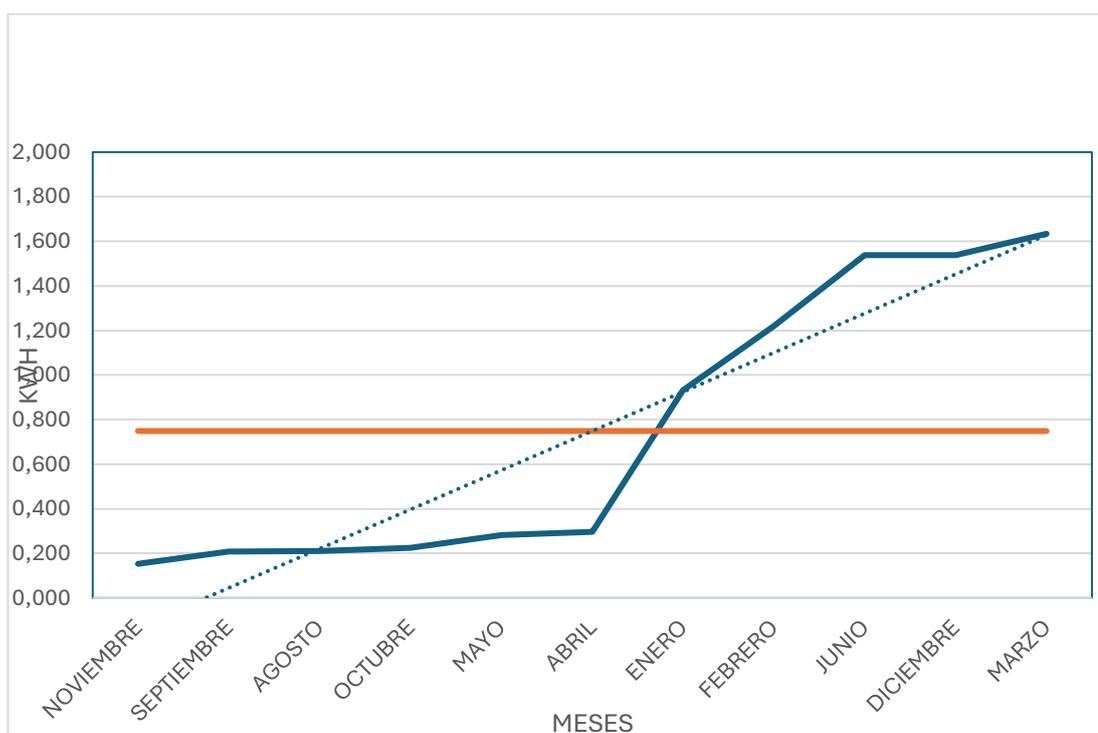
MES	ENERGÍA	USUARIOS	Consumo Específico	
	A	USUARIO/DI	Del	Promedi
	kWH/DIA	A	periodo	o
JULIO	0	0	0,000	0,749
NOVIEMBRE	423	2.764	0,153	
SEPTIEMBRE	574	2.764	0,208	
AGOSTO	582	2.764	0,211	
OCTUBRE	622	2.764	0,225	
MAYO	782	2.764	0,283	
ABRIL	821	2.764	0,297	

ENERO	2.575	2.764	0,932
FEBRERO	3.375	2.764	1,221
JUNIO	4.252	2.764	1,538
DICIEMBRE	4.252	2.764	1,538
MARZO	4.516	2.764	1,634
PROMEDIO	1.898	2.533,667	0,749
DESV.	1.755	797,898	0,635
ESTANDAR DISPERCIÓN	184,93%	62,98%	169,52%

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 15

Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Alimentador Las Dunas -2024



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis de la tendencia muestra un incremento progresivo en el consumo de energía a lo largo del periodo, con valores bajos en los primeros meses y un aumento significativo en los últimos. La alta dispersión y desviación estándar reflejan con variabilidad considerable en el consumo específico por usuario, lo que sugiere cambios en la demanda energética asociada a las fluctuaciones estacionales o fluctuaciones en la actividad de los usuarios.

Totalizador Subestación Salinas 2024

Tabla 26

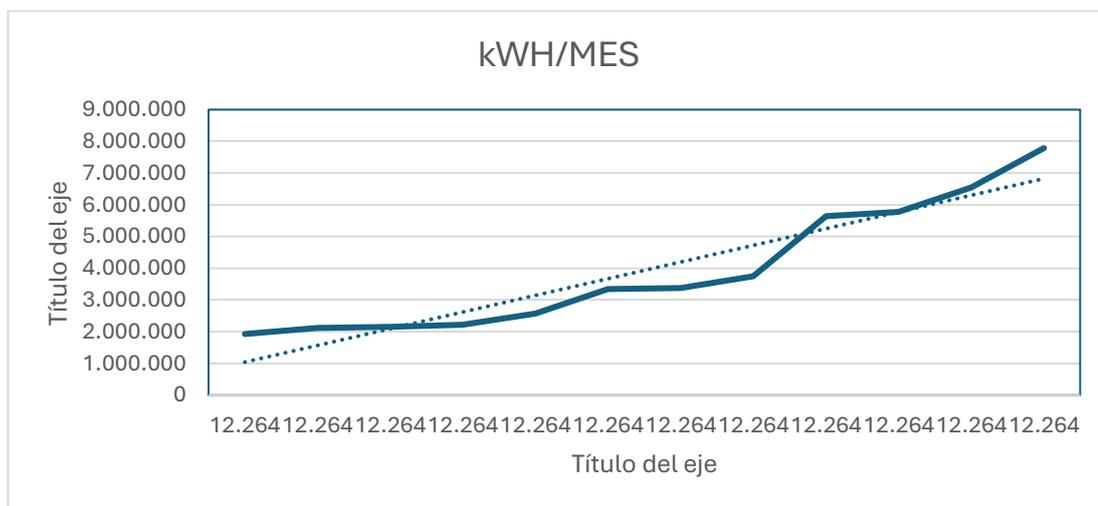
Consumo vs. Usuario SE Salinas - Totalizador-2024

MES	ENERGÍA kWH/MES	USUARIOS U/MES
JULIO	1.925.554	12.264
JUNIO	2.113.820	12.264
OCTUBRE	2.157.173	12.264
AGOSTO	2.213.906	12.264
SEPTIEMBRE	2.566.405	12.264
MAYO	3.339.588	12.264
ABRIL	3.378.182	12.264
NOVIEMBRE	3.742.199	12.264
ENERO	5.646.516	12.264
FEBRERO	5.775.576	12.264
DICIEMBRE	6.544.591	12.264
MARZO	7.786.629	12.264
PROMEDIO	3.932.512	12.264
DESV. ESTANDAR	2.000.321	0
DISPERCIÓN	101,73%	0,00%

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 16

Consumo vs. Usuario SE Salinas Totalizador-2024



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis general muestra el crecimiento del consumo de energía durante el periodo en que se evaluó el crecimiento gradual en uso, mientras que el número de usuarios aún es estable, lo que indica que el aumento de la

demanda es causado por el uso de más usuarios o cambios en la actividad operativa. La variabilidad en los consumos mensuales es notable reflejando diferencias significativas entre los meses de menor y mayor consumo, lo cual sugiere la influencia de factores estacionales o específico de cada periodo.

Tabla 27

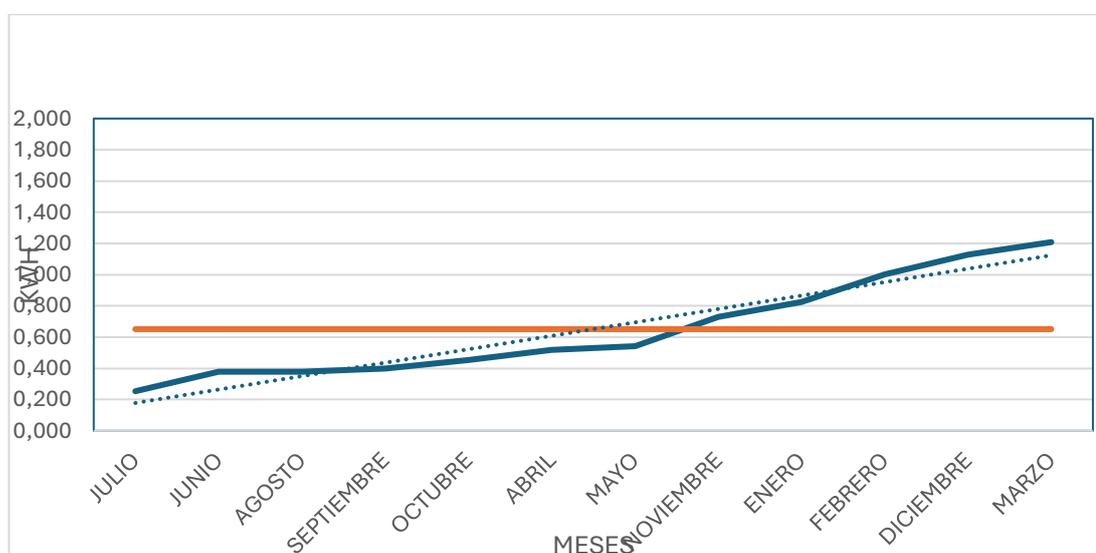
Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Totalizador-2024

MES	ENERGÍA	USUARIOS	Consumo Específico kWH/USUARIO	
	kWH/DIA	USUARIO/DIA	Del periodo	Promedio
JULIO	3.110	12.264	0,254	0,651
JUNIO	4.630	12.264	0,378	
AGOSTO	4.660	12.264	0,380	
SEPTIEMBRE	4.900	12.264	0,400	
OCTUBRE	5.540	12.264	0,452	
ABRIL	6.350	12.264	0,518	
MAYO	6.640	12.264	0,541	
NOVIEMBRE	8.930	12.264	0,728	
ENERO	10.130	12.264	0,826	
FEBRERO	12.270	12.264	1,000	
DICIEMBRE	13.850	12.264	1,129	
MARZO	14.820	12.264	1,208	
PROMEDIO	7.986	12.264,000	0,651	
DESV. ESTANDAR	3.943	0,000	0,322	
DISPERCIÓN	98,75%	0,00%	98,75%	

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Gráfico 17

Consumo vs. Usuario Promedio SE Salinas Totalizador-2024



Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

El análisis general muestra una dirección clara en el consumo de energía durante todo el período, el uso total diario del crecimiento gradual y el uso de un usuario específico, pero el número del usuario aún es estable, lo que indica que el aumento de la demanda es más importante, también está relacionado a que el uso de cada usuario se ve afectados a menudos cambios en la actividad operativa o los factores estacionales. Aunque se observa variabilidad en los valores, la evolución general refleja un patrón de aumento sostenido en el consumo.

Datos de las protecciones de la subestación Salinas por alimentador

A continuación, se presenta los datos de las protecciones de la subestación Salinas por alimentador:

Tabla 28

Datos de protecciones alimentador Rubira

BAHIA	RCT	51			
ALIM. RUBIRA (52F11)	600/5	PICKUP	TIPO CURVA	TIME DIAL	CORRIENTES
		2,08	IEC Very Inverse	0,3	249,6
		PICKUP	TIPO CURVA	50 Operate Delay [s]	CORRIENTES
		55,83	Definite Time	0	6.699,6
PICKUP	TIPO CURVA	51N TIME DIAL	CORRIENTES		
1,33	IEC Very Inverse	0,7	159,6		
PICKUP	TIPO CURVA	50N Operate Delay [s]	CORRIENTES		
60,83	Definite Time	0	7.299,6		

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Tabla 29

Datos de protecciones alimentador Dobronsky

BAHIA	RCT	51			
ALIM. DOBRONSKY (52F12)	600/5	PICKUP	TIPO CURVA	TIME DIAL	CORRIENTES
		2,08	IEC Very Inverse	0,3	249,6
		PICKUP	TIPO CURVA	50 Operate Delay [s]	CORRIENTES
		55,83	Definite Time	0	6.699,6
PICKUP	TIPO CURVA	51N TIME DIAL	CORRIENTES		
1,33	IEC Very Inverse	0,7	159,6		
PICKUP	TIPO CURVA	50N Operate Delay [s]	CORRIENTES		
60,83	Definite Time	0	7.299,6		

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Tabla 30

Datos de protecciones alimentador Bases Militares

BAHIA	RCT	51			
		PICKUP	TIPO CURVA	TIME DIAL	CORRIENTES
ALIM. BASES MILITARES (52F13)	600/5	2,08	IEC Very Inverse	0,3	249,6
		50			
		PICKUP	TIPO CURVA	Operate Delay [s]	CORRIENTES
		55,83	Definite Time	0	6.699,6
51N					
PICKUP	TIPO CURVA	TIME DIAL	CORRIENTES		
1,33	IEC Very Inverse	0,7	159,6		
50N					
PICKUP	TIPO CURVA	Operate Delay [s]	CORRIENTES		
60,83	Definite Time	0	7.299,6		

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Tabla 31

Datos de protecciones alimentador Interconexión

BAHIA	RCT	51			
		PICKUP	TIPO CURVA	TIME DIAL	CORRIENTES
ALIM. INTERCONEXION (52F14)	600/5	2,08	IEC Very Inverse	0,3	249,6
		50			
		PICKUP	TIPO CURVA	Operate Delay [s]	CORRIENTES
		55,83	Definite Time	0	6.699,6
51N					
PICKUP	TIPO CURVA	TIME DIAL	CORRIENTES		
1,33	IEC Very Inverse	0,7	159,6		
50N					
PICKUP	TIPO CURVA	Operate Delay [s]	CORRIENTES		
60,83	Definite Time	0	7.299,6		

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Tabla 32

Datos de protecciones alimentador Dunas

BAHIA	RCT	51			
		PICKUP	TIPO CURVA	TIME DIAL	CORRIENTES
ALIM. DUNAS (52F15)	600/5	2,08	IEC Very Inverse	0,3	249,6
		50			
		PICKUP	TIPO CURVA	Operate Delay [s]	CORRIENTES
		55,83	Definite Time	0	6.699,6
51N					
PICKUP	TIPO CURVA	TIME DIAL	CORRIENTES		
1,33	IEC Very Inverse	0,7	159,6		
50N					
PICKUP	TIPO CURVA	Operate Delay [s]	CORRIENTES		
60,83	Definite Time	0	7.299,6		

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

Tabla 33

Datos de protecciones Breaker Principal 13.8Kv (5281)

BAHIA	RCT	51			
BREAKER PRINCIPAL 13.8KV (52B1)	1200/5	PICKUP	TIPO CURVA	TIME DIAL	CORRIENTES
		3,41	IEC Very Inverse	0,24	818,4
		PICKUP	TIPO CURVA	50 Operate Delay [s]	CORRIENTES
		2	IEC Very Inverse	off	480
		51N	TIME DIAL	CORRIENTES	
		PICKUP	TIPO CURVA	50N Operate Delay [s]	CORRIENTES
		2	IEC Very Inverse	off	480

Fuente: CNEL EP. Unidad Santa Elena – Subestación Salinas

3.6.3 Planificación

Para una adecuada planificación la norma ISO 50001 es que el alcance de un Sistema de Gestión Energética debe incluir todas las actividades y decisiones de la organización que estén cubiertas por el SGE esto puede abarcar varios límites y debe ser definido por la organización misma.

Alcance: Aplicar la norma dos 50001 en las actividades y designadas con la gestión de la energía en los diferentes alimentadores de la subestación Salinas.

Límite: Abarca todas las instalaciones, transformadores y estructuras eléctricas de la subestación Salinas.

Tabla 34

Objetivos y metas año 2025

Objetivo	Meta
Reducir el consumo energético	10%
Disminuir pérdidas técnicas	Del 10% al 5 %
Aumentar la eficiencia de equipos	≥ 90% en transformadores nuevos

Elaborado por: Enrique Barberán Ruiz y Carlos Muñoz García

Línea base energética

Tabla 35

Línea base energética

Año	Consumo total (kWh)	Costo energético (USD)	Emisiones de CO2 (Tco2e)
2023	2.650.000	360.000	1800
2024	2.650.000	410.000	1850

Elaborado por: Enrique Barberán Ruiz y Carlos Muñoz García

3.6.4 Ejecución

Inversiones en modernización tecnológica (2025)

Tabla 36

Inversiones en modernización

Iniciativa	Costo estimado (USD)	Ahorro energético anual (kWh)	ROI (años)
Sustitución de transformadores	150.000	300.000	3
Medidores inteligentes	80.000	120.000	2
HVAC eficientes	50.000	40.000	4

Elaborado por: Enrique Barberán Ruiz y Carlos Muñoz García

Capacitación al personal

Tabla 37

Capacitación al personal sobre NORMA ISO 50001

Descripción	Cantidad	Indicador
Talleres	5	100% de empleados

Encuestas iniciales	1	30%	tenía conocimiento de la norma ISO 50001
Encuestas post-taller	1	85%	mostró mejora en la comprensión de conceptos claves

Elaborado por: Enrique Barberán Ruiz y Carlos Muñoz García

3.6.5 Verificación y Monitoreo

Indicadores de desempeño energético (KPI)

Tabla 38

Indicadores de desempeño energético (KPI)

Indicador	2024 (Base)	2025 (Meta)	2025 (Proyectado)
Consumo por cliente (kWh/cliente)	350	320	315
Pérdidas técnicas (%)	6	4	3.8
Eficiencia de distribución	85	90	91

Elaborado por: Enrique Barberán Ruiz y Carlos Muñoz García

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

- Se efectuó la evaluación de la eficiencia del sistema de protección de las fases de la subestación eléctrica Salinas mediante la aplicación de la normativa ISO 50001 para el mejoramiento continuo, asegurando la sostenibilidad energética, operativa y ambiental,
- Se realizó el diagnóstico del sistema de protección actual en la subestación, se observa las pérdidas técnicas y no técnicas, en los diferentes alimentadores que tiene la Subestación Salinas.
- Se identificaron características técnicas actuales del sistema de protección de la subestación eléctrica, tales como los sistemas de protección, relés y otros que son digitales, hallando la coordinación de protección para evitar fallas inestabilidad del sistema.
- La eficiencia energética mediante la norma ISO 50001 en el Breaker Principal 13,8KV como en los alimentadores de la subestación Salinas es mediante un correcto estudio de coordinación de protecciones ya que estos ajustes de protección puestos en los relés ayudan a minimizar los daños en los equipos y abren el interruptor de la forma más rápida y eficaz ante una falla.
- El estudio de la coordinación de protecciones en los relés de los equipos de fuerza de la subestación Salinas deben tener correlación entre si ya que las fallas en los alimentadores no deben afectar a las protecciones del Breaker Principal 13,8KV y provocar pérdidas de cargas innecesaria afectando los índices de calidad de servicio.

Recomendaciones:

- La aplicación ISO 50001 solo mejorará la eficiencia del sistema de protección de las subestaciones de Salinas, pero preparará los estándares creados en otras subestaciones.
- La Corporación CNEL debe considerar los indicadores claves de desempeño energético alineados con ISO 50001, para una Certificación cumpliendo los requisitos de esta norma internacional.
- Se propone la optimización del sistema de protección para garantizar su eficiencia y sostenibilidad de todos los alimentadores que prestan servicio de energía eléctrica en la Subestación Salinas.
- Recomendar a la Administración de CNEL EP Unidad de Negocio Santa Elena, iniciar la gestión de Certificación NORMA ISO 50001 debido a que se cumplen los requisitos de esta norma internacional.
- Se recomienda capacitar al personal técnico y administrativo sobre la importancia de la eficiencia energética.

Referencias:

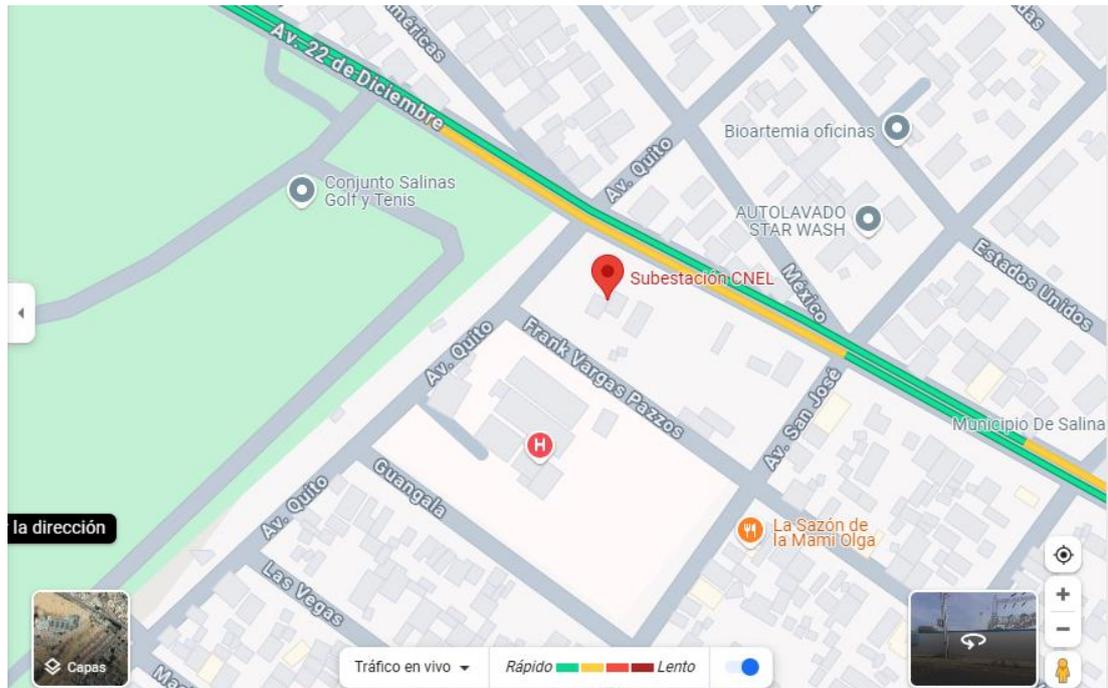
- Acoltzi, Higinio. 2020. *Artículo técnico ISO 50001, Gestión de Energía*. México D.F. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33872879/Articulo_tecnico_ISO_50001-libre.pdf?1401912688=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DArticulo_tecnico_ISO_50001_Gestion_de_En.pdf (December 19, 2024).
- Amaya Vásquez, Luis, and Miguel Ángel Campaña Molina. 2022. "Diseño Óptimo de Redes Eléctricas de Distribución Mediante Modelos de Optimización." *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD* 25(1): 18. doi:10.25100/iyc.v25i1.11572.
- Andrade, Erick I. 2021. "Las PYMES y la eficiencia energética con la ISO 50001 SMES and energy efficiency with ISO 50001 PMEs e eficiência energética com ISO 50001." *Polo del Conocimiento* 6(6): 674–94. doi:10.23857/pc.v6i6.2777.
- Arcila, Orlando. 2016. *Eficiencia Energética en Sistemas Eléctricos*. Bogotá. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56653/71596176.2016.pdf?sequence=1> (December 2, 2024).
- Barba, R, and C Erazo. 2016. *Caracterización del Ángulo de Voltaje en el Sistema Eléctrico Ecuatoriano Utilizando Mediciones del PMU, un Factor Importante en la Seguridad del Sistema*. Guayaquil. file:///C:/Users/Ryzen%207/Downloads/admin,+9-Art3.pdf (January 22, 2025).
- Campos, Armando Mora, Jöns Sánchez Aguilar, Hernando Chagolla Gaona, and Carlos Colín Hernández. 2022. "Medición Distribuida de La Calidad de La Energía Eléctrica." *South Florida Journal of Development* 3(1). doi:10.46932/sfjdv3n1-079.
- CNEL. 2021. *Plan Estratégico*. Quito. <https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/PLAN-ESTRATEGICO-CNEL-EP-2021-2025.pdf> (June 17, 2024).
- Espinoza, Jaime, Guerrero Pablo, and Estupiñán Segura. 2010. *Guía de selección de Sistema de protección en Subestaciones de relés basados en Microprocesadores aplicado en subestaciones de transmisión*. Guayaquil. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2093/13/UPS-GT000155.pdf> (December 28, 2024).
- Fernández, José. 2023. "Importancia de los elementos de protección en un circuito eléctrico_ prevención de cortocircuitos y sobrecargas." *ENIK*. <https://enik.es/importancia-de-los-elementos-de-proteccion-en-un-circuito-electrico-prevencion-de-cortocircuitos-y-sobrecargas/> (January 22, 2025).
- Fernández, Robinson. 2020. *Coordinación de las protecciones de la Subestación de Distribución en la Península de Santa Elena*. Guayaquil. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29724/1/Resumen%20de%20tesis%20RFernandez,%20JEspinel%20y%20YAguilar,%20director%20de%20tesis%20M.Sc.%20Juan%20Saavedra%202022%20mayo%202014.pdf> (January 22, 2025).

- Gómez, Roberto, Diego Cabrera, and Pablo Robles. 2023. "Estudio Para La Localización de Fallas En Sistemas de Distribución Eléctrica." *Ingenius* 2023(30): 64–78. doi:10.17163/ings.n30.2023.06.
- Grainger, Stevenson. 2020. "Análisis de Sistemas de Potencia - Grainger Stevenson." *McGraw Hill*. https://drive.google.com/file/d/17jmw6XQ717q-GrQMTSHKMRbk1_aJ8LWD/view (June 19, 2024).
- Hernández, Roberto. 2018. McGRAW-HILL Interamericana Editores S.A. de C.V. *Metodología de La Investigación. Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta Las Rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta*.
- ISO (Organización Internacional de Normalización). 2018. "ISO 50001_2018(es), Sistemas de gestión de la energía — Requisitos con orientación para su uso." *ISO*. <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:50001:ed-2:v1:es:term:3.3.1> (December 25, 2024).
- Juárez, Dolores. 2021. *Sistemas de distribución de energía eléctrica / José Dolores Juárez Cervantes*. México D, F., <https://zaloamati.azc.uam.mx/server/api/core/bitstreams/d881fe5c-90a3-40d1-b266-2d72bec4cd99/content> (December 19, 2024).
- Méndez, Carlos. 2017. "Metodología de La Investigación." *Limusa*.
- Monteza, Luis. 2020. *Implementar un plan de auditoría y eficiencia energética del Hospital Regional Lambayeque, basado en la norma ISO 50001 para reducir los consumos energéticos*. Chiclayo. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2929/1/TL_MontezaRojasLuis.pdf (December 11, 2024).
- Mujal, Ramón M. 2020. *Cálculo de Líneas y Redes Eléctricas*. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36744/9788498800340.pdf> (June 24, 2024).
- Otero, Alfredo. 2018. "Enfoques de Investigación." *Universidad del Atlántico*. <https://www.researchgate.net/publication/326905435>.
- Páez, Frank. 2021. "Programa de Gestión Para Los Tableros y Gabinetes de Distribución Eléctrica Orientado a La Eficiencia Energética Basado En La Norma ISO 50001." <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/xmlui/handle/20.500.14167/1530> (December 11, 2024).
- Ramírez, Margil. 2005. *Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia*. Nuevo León. https://ingenieros.es/files/proyectos/Proteccion_Sistemas_Electricos_Potencia.pdf (December 2, 2024).
- Rojas, Jorge. 2017. *Óptima Compensación de La Potencia Reactiva En Redes de Distribución Eléctrica Basada En Simulated Annealing*. Quito. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14229/6/UPS-KT01373.pdf> (August 4, 2024).
- Rosario-Berenguer Ungaro, Mónica, Norma Rafaela-Hernández Rodríguez, Rebeca Esther-Conde García, Ramón-Arias Gilart, and Douglas-Deás Yero. 2018. "Gestión de La Calidad de La Energía Eléctrica Management of Quality Electrical Energy." (1). <http://scielo.sld.cu/pdf/rie/v39n1/rie09118.pdf> (July 13, 2024).
- Santos, Fernando. 2023. *Factor de emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado SNI Informe 2022*. Quito. <https://www.cenace.gob.ec/wp->

- content/uploads/downloads/2023/09/Informe-Factor-de-CO2-2022.pdf
(January 19, 2025).
- Saona, Muñoz, Esteban Paúl, Vergara Reyes, and Aníbal Efraín. 2020. *Desarrollo y aplicación de una guía para realizar auditorías energéticas en el sector industrial*. Quito. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4075/1/CD-3826.pdf> (December 11, 2024).
- Tamasco, Renzo. 2007. *Protecciones Eléctricas*. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41349900/archivo3-libre.pdf?1453301158=> (December 2, 2024).
- Tolosa, Nino. 2023. "Desarrollo de la etapa de planificación de un sistema de Gestión Energética en el Centro Administrativo Municipal de la Alcaldía de Bucaramanga por medio de la NTC ISO 50001." *Universidad Autónoma de Bucaramanga*. https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/20796/2023_Tesis_.pdf?sequence=3&isAllowed=y (December 25, 2024).
- Torres, Yadira. 2020. "Eficiencia Energética y Ahorro de Energía Residencial." *South Sustainability*: 1–4. doi:10.21142/ss-0101-2020-011.
- Villacres, Fabricio, and Esteban Inga. 2019. "Planeación y Dimensionamiento de Redes Eléctricas de Distribución Soterrada Mediante Un Método Metaheurístico." *Ingeniería y Ciencia* 15(30): 141–66. doi:10.17230/ingciencia.15.30.7.
- Vizcaíno, Paulina Iveth, Ricardo Cedeño, and Israel Maldonado. 2023. "Metodología de La Investigación Científica: Guía Práctica." *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 7(4). doi:10.37811/cl_rcm.v7i4.7658.

Anexos

Ubicación de la subestación



Formato de cargabilidad mensual: Mes de diciembre 2024



CNEL EP

DEMANDAS DE ALIMENTADORES MES DICIEMBRE 2024 Y CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA

No.	UNIDAD DE NEGOCIO	SUBESTACION	INFORMACION DEL ALIMENTADOR						INFORMACION DEL TRANSFORMADOR						INFORMACION DEL SISTEMA	
			CODIGO DEL ALIMENTADOR (BD SIG)	NOMBRE DEL ALIMENTADOR	Demanda Mínima [MW]	Demanda Media [MW]	Demanda Máxima [MW]	FACTOR DE POTENCIA	Transformador	[MVA] OA	[MVA] FOA	DEMANDA MAX REGISTRADA MES (MW)	FACTOR DE POTENCIA	CARGABILIDAD OA %	CARGABILIDAD FOA %	Fecha y hora de la Dmax del sistema
																31/12/2024 20:00
															DEMANDA COINCIDENTE DEL SISTEMA (MW)	
1	SANTA ELENA	LIBERTAD	18LI030T16	LIBERTAD	1,411	2,166	2,791	0,98	T2	10,00	12,50	3,58	0,99	36,18%	28,95%	3,05
2			18LI030T17	PETROPENINSULA	0,029	0,284	0,961	0,99								
3			18LI030T18	PUERTO NUEVO	0,000	0,000	0,000	0,00								
4			18LI030T12	ACACIAS	0,615	1,495	2,607	0,99								
5			18LI030T14	ZONA INDUSTRIAL	1,119	1,991	2,817	0,93								
6			18LI030T15	GENERAL ENRIQUEZ	1,220	2,393	3,556	0,93								
7			18LI030T13	PROPICIA	0,804	1,550	2,197	0,93								
8	SANTA ELENA	CAROLINA	18CA040T11	PASEO	0,101	1,014	3,424	0,95	T1	10,00	12,50	8,16	0,98	83,27%	66,61%	6,40
9			18CA040T12	CAROLINA	0,208	0,621	3,607	0,99								
10			18CA040T13	PUNTA GARNERO	0,162	1,599	2,576	0,96								
11			18CA040T14	MUNICIPIO	0,415	1,031	2,990	0,99								
12	SANTA ELENA	SANTA ROSA	18SR060T12	MUEY	1,008	2,558	4,252	0,96	T1	10,00	12,50	9,67	0,97	99,66%	79,73%	9,47
13			18SR060T14	SANTA ROSA	0,117	1,181	1,848	0,97								
14			18SR060T13	SAN LORENZO	0,031	0,581	0,874	0,97								
15			18SR060T11	PUERTO LUCIA	0,460	1,267	3,226	0,98								
16			18SR060T12	PETROPOLIS	0,001	0,589	2,684	0,99								
17			18SR060T13	BAHIA DE SANTA ROSA	0,003	0,664	0,988	0,96								
18	18SR060T11	ITALIANA	0,224	0,787	4,086	0,99										
19	SANTA ELENA	SAN VICENTE	18SV070T11	MAR BRAVO	1,143	1,958	3,941	0,99	T1	10,00	12,50	6,15	0,96	64,01%	51,21%	4,84
20			18SV070T12	SUBURBIO	0,573	1,767	2,708	0,93								
21			18SV070T13	VIRGEN DEL CARMEN	0,786	1,354	2,001	0,94								
22			18SV070T14	ANCONCITO	0,593	2,956	3,919	0,91								
23			18SA080T11	RUBRA	1,142	3,171	4,553	0,96								
24			18SA080T12	DOBRONSKY	0,273	0,471	2,291	0,96								
25	18SA080T13	BASES MILITARES	0,179	2,674	3,677	0,97										
26	18SA080T14	INTERCONEXION SALINAS	0,454	0,761	2,100	0,99										
27	18SA080T15	DUNAS	1,008	2,558	4,252	0,96										
28	SANTA ELENA	CHIPIPE	18CP090T11	BASE NAVAL	0,149	0,411	1,046	0,98	T1	10,00	12,50	6,09	0,98	62,17%	49,74%	6,09
29			18CP090T12	SALINAS CENTRAL	0,170	0,291	0,870	0,98								
30			18CP090T13	FAE	0,000	0,000	0,000	0,00								
31			18CP090T14	CHIPIPE	0,303	0,625	2,094	0,99								
32			18CP090T15	AEROPUERTO	0,107	1,211	2,658	0,98								
33			18CB100T12	BALLENITA	0,068	2,390	3,578	0,96								
34	18CB100T13	SANTA ELENA	0,370	0,803	3,021	0,96										
35	18CB100T14	PUNTA BLANCA	0,360	0,832	2,107	0,93										
36	18CB100T11	TABLAZO	0,691	1,953	2,824	0,95										
37	SANTA ELENA	PUNTA BLANCA	18PB110T11	MARENOSTRO	0,330	0,805	2,430	0,99	T1	10,00	12,50	8,73	0,98	89,11%	71,29%	8,73
38			18PB110T12	SAN PABLO 2	1,142	3,172	4,553	0,92								
39			18PB110T14	PUNTA CENTINELA	0,230	0,481	3,401	0,97								
40			18CO130T21	AYANQUE	0,530	1,664	2,850	0,92								
41	18CO130T22	GUANGALA	0,860	1,899	3,230	0,92										
42	18CO130T23	SAN PEDRO	0,060	2,391	4,590	0,93										
43	18CO130T14	SAN PABLO	0,460	2,557	3,124	0,93										
44	18CO130T12	BIOGEMAR	0,007	0,739	0,965	0,96										
45	18CO130T11	MONTEVERDE	0,002	0,003	0,005	0,95										
46	SANTA ELENA	MANGLARALTO	18MA140T11	MONTANITA	0,342	0,639	1,373	0,98	T1	10,00	12,50	8,79	0,97	90,64%	72,51%	8,69
47			18MA140T12	OLON	0,462	0,800	1,927	0,99								
48			18MA140T13	MANGLARALTO	0,205	1,099	3,145	0,94								
49			18MA140T14	CURRA	0,990	1,604	3,629	0,97								
50	SANTA ELENA	CHANDUY	18CH010T12	SAN VICENTE	0,615	1,131	3,014	0,90	T1	10,00	12,50	9,36	0,94	99,57%	79,66%	5,50
51			18CH010T13	ATAHUALPA	0,014	1,682	3,572	0,92								
52			18CH010T11	ZAPOTAL	0,002	1,185	1,825	0,93								
53			18CH010T14	AZUCAR	0,008	2,570	4,664	0,93								
54	SANTA ELENA	PECHICHE	18PE020T21	PUERTO DE CHANDUY	0,072	0,143	0,338	0,86	T2	10,00	12,50	0,34	0,86	3,93%	3,14%	0,15
55			18PE020T13	TUGADU AJAJA	0,136	1,587	2,272	0,99								
56			18PE020T14	OSTRAS	0,220	1,234	2,492	0,90								
57	SANTA ELENA	LEONCITO	18LE190T11	LIMONCITO	0,006	0,470	0,861	0,87	T1	10,00	12,50	1,45	0,87	16,68%	13,34%	0,77
58			18LE190T12	SACACHUN	0,004	0,322	0,589	0,87								
TOTAL GENERAL CNEL EP										188,00	235,00	123,21	0,95	68,90%	76,09%	108,77

Registro mensual de la subestación Salinas; Mes de diciembre

2024		VOLTAJES						BREAKER PRINCIPAL									
DICIEMBRE		69 KV			13,8 KV			CORRIENTES			DESBALANCE	POTENCIA			FACTOR	FACTOR	CONST
		A - B	B - C	C - A	A - B	B - C	C - A	A	B	C	%	KW	KVAR	FP	PERDIDAS	CARGA	K
ESTADISTICA	PROMEDIO	68,13	68,66	68,24	13,63	13,73	13,65	419,33	383,00	400,60	5,36%	8832,11	3290,98	0,980	0,46	0,638	0,221
	MINIMO	65,5	66	66	13,1	13,2	13,2	121	87	119		2442	842				
	MAXIMO	71,0	71,5	71,0	14,2	14,3	14,2	656,0	592,0	612,0		13852,0	5413,0				

Anexo

Formulario de entrevista

Preguntas sugeridas para la entrevista a profesionales en el área eléctrica.

Preguntas generales sobre la subestación eléctrica y su protección

1. ¿Qué importancia tienen los sistemas de protección en una subestación eléctrica y cómo contribuyen a la confiabilidad del suministro de energía?
2. ¿Qué criterios técnicos considera esenciales al seleccionar dispositivos de protección para transformadores de potencia en subestaciones eléctricas?
3. Explique cómo los relés numéricos ayudan a detectar y mitigar fallas en una subestación eléctrica.

Preguntas sobre la normativa ISO 50001

1. ¿Cómo contribuye la implementación de la norma ISO 50001 a mejorar la eficiencia energética en las subestaciones eléctricas?
2. ¿Qué elementos clave de un Sistema de Gestión de Energía (SGEn) deben aplicarse en el diseño y operación de una subestación eléctrica?
3. ¿Cuáles son los beneficios técnicos y económicos de certificar una subestación eléctrica bajo la norma ISO 50001?

Preguntas sobre la protección del transformador y la eficiencia energética

1. ¿Qué tipos de fallas internas y externas pueden comprometer el rendimiento de un transformador de potencia, y cómo deben abordarse según las mejores prácticas de protección?
2. ¿De qué manera la protección diferencial mejora la eficiencia y confiabilidad del transformador de potencia en una subestación eléctrica?
3. ¿Cómo podría un enfoque basado en la norma ISO 50001 optimizar los sistemas de protección en transformadores y otros equipos críticos de la subestación?

Preguntas sobre la evaluación y mejora continua

1. ¿Qué indicadores de desempeño serían relevantes para evaluar la eficiencia del sistema de protección en una subestación eléctrica?
2. Explique cómo la integración de sistemas de gestión, como los de calidad (ISO 9001) y gestión ambiental (ISO 14001), puede complementar la aplicación de la ISO 50001 en subestaciones eléctricas.
3. ¿Qué metodologías recomendaría para realizar auditorías energéticas periódicas en subestaciones eléctricas y cómo podrían estas mejorar el cumplimiento con la norma ISO 50001?

Entrevistadores

Enrique Barberán Ruiz

Carlos Muñoz García

Resultados de las Entrevistas a profesionales del sector eléctrico

Recursos y Cronograma

Recursos Humanos:

- Investigador principal:
- Consultores en sistemas eléctricos y gestión energética.

Recursos materiales:

- Instrumentos de medición.
- Acceso a la subestación para recopilación de datos.

Cronograma

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES													
N°	ACTIVIDAD	Diciembre				Enero				Febrero			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Convocatoria del proceso de titulación	X											
2	Elaboración del Anteproyecto		X										
3	Asesoría a la Estructura de investigación			X									
4	Recopilación de datos				X								
5	Rastreo Bibliográfico					X							
6	Elaboración de la metodología						X						
7	Aplicación de herramienta metodológica							X					
8	Análisis de la información								X	X			
9	Elaboración del trabajo final									X	X	X	
10	Sustentación												X

Elaborado por: Enrique Barberán Ruiz y Carlos Muñoz García

Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INSTRUMENTO
Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la subestación eléctrica salinas mediante la normativa ISO 50001	¿Cómo puede la aplicación de la normativa ISO 50001 contribuir a mejorar la eficiencia del sistema de protección de la subestación eléctrica Salinas?	Evaluar la eficiencia del sistema de protección de la subestación eléctrica Salinas mediante la aplicación de la normativa ISO 50001	Sistemas de protección eléctrica	Funcionamiento de los equipos de protección	Entrevistas
				Coordinación de protecciones	
				Mantenimiento preventivo y correctivo	
				Cumplimiento normativo	
				Monitoreo y respuesta ante contingencias	
			Eficiencia energética	Consumo energético total	Ficha de observación
				Factor de potencia	
				Pérdidas técnicas y no técnicas	
				Indicadores de desempeño energético (IDE) y optimización de carga	
				Cumplimiento de la normativa ISO 50001	
				Simuladores de aplicación ISO 50001	

Elaborado Horacio Barberán Ruiz y Carlos Muñoz García



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



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

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo Barberán Ruíz Horacio Enrique con C.C: # 0909797342 autor del Trabajo de Integración Curricular: **“Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la Subestación Eléctrica Salinas mediante la normativa ISO 50001”**, 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, 19 de febrero del 2025.

Barberán Ruíz Horacio Enrique
C.I. 0909797342



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Muñoz García Carlos Andrés** con C.C: # 0914251277 autor del Trabajo de Integración Curricular: “Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la Subestación Eléctrica Salinas mediante la normativa ISO 50001”, 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, 19 de febrero del 2025.



Muñoz García Carlos Andrés
C.I. 0914251277

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Evaluación de eficiencia del sistema de protección de la Subestación Eléctrica Salinas mediante la normativa ISO 50001		
AUTOR(ES)	Barberán Ruíz Horacio Enrique Muñoz García Carlos Andrés		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Alexander Mero, Msc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Electricidad		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de febrero del 2025	No. DE PÁGINAS:	107
ÁREAS TEMÁTICAS:	Eficiencia energética.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Evaluación – Eficiencia Energética- Norma ISO 50001		
RESUMEN:	<p>La norma ISO 50001 es un estándar internacional que permite a organizaciones optimizar su gestión energética, mejorando la eficiencia, reduciendo costos y minimizando el impacto ambiental. Su implementación en la Subestación Eléctrica Salinas, ubicada en Santa Elena, garantizaría un uso eficiente de la energía y alineación con estándares internacionales de sostenibilidad. La Subestación Salinas, con una capacidad de 16/20 MVA y una tensión de 13.8 kV, gestiona la distribución de energía mediante cinco alimentadores estratégicos que garantizan la flexibilidad operativa. Su capacidad se utiliza en un 29.4% en temporada baja, 88.34% en temporada alta sin ventilación y 70.67% con ventilación forzada, permitiendo absorber incrementos en la demanda sin penalizaciones de entidades reguladoras como ARCERNNR y ARCONEL. La investigación busca evaluar la eficiencia del sistema de protección de la subestación bajo la ISO 50001, promoviendo la sostenibilidad y la confiabilidad del suministro eléctrico. Se identifican oportunidades de mejora mediante el monitoreo de indicadores energéticos, la reducción de pérdidas y la optimización de recursos. Estudios previos han demostrado que aplicar esta norma reduce costos, mejora la competitividad y minimiza las emisiones contaminantes. La investigación emplea un enfoque cuantitativo y cualitativo, descriptivo y analítico, recopilando datos numéricos sobre consumo y eficiencia, y explorando interpretaciones sobre la aplicación de la norma. Esto permitirá fortalecer la sostenibilidad energética y garantizar un suministro confiable en la región.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0961194345 0982567342	Email: horacio.barberan01@cu.ucsg.edu.ec carlos.munoz05@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UCSG	Nombre: Ubilla González Ricardo Xavier		
	Teléfono: +593999528515		
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
No. DE REGISTRO (en base a datos):			
No. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			