

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Propuesta de mejoras en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A., 2026

Tesis presentada por:

Caro Coavoy, Carmen Nicolle

ORCID: 0009-0008-3131-3823

para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Asesor (a):

Mgter. Pilco Chambilla, Freddy Wilber

ORCID: 0000-0002-9322-7612

Arequipa - Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA INDUSTRIAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 14 de Septiembre del 2026

Dictamen: 015248-C-EPII-2026

Visto el borrador del expediente 015248, presentado por:

2017100242 - CARO COAVOY CARMEN NICOLLE

Titulado:

PROPUESTA DE MEJORAS EN EL PROCESO DE SUPERVISIÓN DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO EN CENTRALES, SUBESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE LA EMPRESA ELECTRO SUR ESTE S.A.A., 2026

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO INDUSTRIAL

29267647 - VALENCIA BECERRA ROLARDI MARIO
DICTAMINADOR



29711324 - RIVERA CHAVEZ MARIA EUGENIA
DICTAMINADOR



29653773 - CARRASCO BOCANGEL JULIO CESAR
DICTAMINADOR



PROPUESTA DE MEJORAS EN EL PROCESO DE SUPERVISIÓN DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO EN CENTRALES, SUBESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE LA EMPRESA ELECTRO SUR ESTE S.A.A., 2026

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	10%	3%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	bibliotecadigital.udea.edu.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
10	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	1%

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Apagado		

DEDICATORIA

A mis papás, Dario y Fabiola, quienes con su esfuerzo, sacrificio y amor incondicional me han brindado la oportunidad de alcanzar uno de mis más grandes sueños: convertirme en profesional. Gracias por su confianza, apoyo constante y por ser el pilar fundamental que me impulsó a seguir adelante en cada etapa de este camino. Este logro no solo me pertenece a mí, sino también a ustedes, porque es el reflejo de todo lo que han hecho por mí.

A mi ángel, Everly, por haber sido el impulso que necesitaba para culminar este importante compromiso. Gracias por enseñarme, aun en la distancia, el verdadero significado de la fuerza y la valentía. Gracias por darme ese último empujón para no rendirme y seguir adelante hasta concluir este trabajo. Hoy, con el corazón lleno de amor y gratitud, puedo decir que por fin he cumplido la promesa que te hice. Este logro también es para ti.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen del Carmen, por acompañarme a lo largo de este camino y por no permitir que mi fe se viera quebrantada en los momentos de dificultad. Gracias por brindarme la fortaleza, la serenidad y la confianza necesarias para seguir adelante.

A mis padres, Darío y Fabiola, por acompañarme incondicionalmente durante todo este proceso y motivarme siempre a ser una mejor persona y profesional. Gracias por su amor, comprensión y apoyo constante. Son mi mayor ejemplo de esfuerzo, perseverancia y trabajo, y gran parte de este logro se lo debo a ustedes.

A mi hermana, Valeria, por estar siempre a mi lado y convertirse en mi mayor apoyo durante este camino. Gracias por impulsarme a seguir adelante en los momentos más difíciles, por creer en mí incluso cuando yo dudaba y por no permitirme rendirme. Tu compañía y aliento fueron fundamentales para alcanzar esta meta.

A mi familia, amigos y a todas las personas que me acompañaron a lo largo de estos años de crecimiento personal y profesional. Gracias por creer en mí, por sus palabras de aliento, por motivarme a seguir adelante y por caminar a mi lado en cada etapa de este camino.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo elaborar una propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen para optimizar el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A. La importancia de este estudio radica en la necesidad de fortalecer los mecanismos de control, seguimiento y supervisión de las actividades de mantenimiento, con el fin de contribuir a una gestión más eficiente de los activos eléctricos y a la mejora continua de los procesos operativos.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel descriptivo-propositivo y diseño no experimental. La población estuvo conformada por el personal involucrado en las actividades de supervisión de operaciones y mantenimiento, así como por la documentación técnica y registros operativos relacionados con dichas actividades. Para la recopilación de información se utilizaron entrevistas semiestructuradas y revisión documental, permitiendo identificar la situación actual del proceso y las principales oportunidades de mejora.

Los resultados obtenidos evidenciaron deficiencias relacionadas con la falta de estandarización de actividades, dificultades en el seguimiento de órdenes de trabajo, limitada visibilidad de la información para la toma de decisiones y ausencia de mecanismos formales orientados a la mejora continua. Asimismo, mediante el uso de herramientas de análisis de procesos se identificaron actividades susceptibles de optimización y oportunidades para fortalecer el control operativo.

En función de los hallazgos obtenidos, se diseñó una propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen, la cual contempla la estandarización de procedimientos, la propuesta de

mejora de listas de verificación (checklists), un sistema de seguimiento de órdenes de trabajo, un tablero de control visual para la gestión de indicadores y la aplicación del ciclo PHVA como mecanismo de mejora continua. Estas herramientas buscan fortalecer el monitoreo de las actividades, mejorar la trazabilidad de la información y facilitar la identificación oportuna de oportunidades de mejora.

Se concluye que la propuesta desarrollada presenta viabilidad técnica, operativa, económica y organizacional para su futura propuesta de mejora, constituyendo una alternativa que contribuiría al fortalecimiento de la supervisión de operaciones y mantenimiento, así como a la optimización de los procesos y al desarrollo de una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

Palabras clave: Kaizen, mejora continua, mantenimiento.

ABSTRACT

This research aimed to develop an improvement proposal based on the Kaizen methodology to optimize the process of supervising operations and maintenance of power plants, transformer substations, and transmission lines at Electro Sur Este S.A.A. The importance of this study lies in the need to strengthen control, monitoring, and supervision mechanisms for maintenance activities in order to contribute to more efficient management of electrical assets and the continuous improvement of operational processes.

The research was conducted using a quantitative approach, with an applied type, descriptive-propositional level, and non-experimental design. The population consisted of personnel involved in operations and maintenance supervision activities, as well as technical documentation and operational records related to these activities. Data collection was carried out through semi-structured interviews and document review, enabling the identification of the current state of the process and the main opportunities for improvement.

The results revealed deficiencies related to the lack of activity standardization, difficulties in tracking work orders, limited visibility of information for decision-making, and the absence of formal mechanisms aimed at continuous improvement. Furthermore, using process analysis tools, activities susceptible to optimization and opportunities to strengthen operational control were identified.

Based on the findings, an improvement proposal grounded in the Kaizen methodology was designed. The proposal includes the standardization of procedures, the implementation of checklists, a work order tracking system, a visual management dashboard for performance indicators, and the application of the PDCA (Plan–Do–Check–Act) cycle as a continuous

improvement mechanism. These tools are intended to strengthen activity monitoring, improve information traceability, and facilitate the timely identification of improvement opportunities.

It is concluded that the proposed improvement presents technical, operational, economic, and organizational feasibility for future implementation, constituting an alternative that would contribute to strengthening operations and maintenance supervision, optimizing processes, and fostering an organizational culture focused on continuous improvement.

Keywords: Kaizen, continuous improvement, maintenance.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL 3

1.1 Planteamiento operacional 3

1.1.1 Descripción del problema 3

1.1.2 Formulación del problema 5

1.1.3 Sistematización del problema 6

1.2 Objetivo de la Investigación 6

1.2.1 Objetivo General 6

1.2.2 Objetivos Específicos 6

1.3 Justificación del estudio 6

1.3.1 Justificación Teórica 6

1.3.2 Justificación Práctica 7

1.3.3 Profesional, Académica y/o Personal. 7

1.4 Delimitaciones 8

1.4.1 Delimitación temática 8

1.4.2 Delimitación espacial 8

1.4.3 Delimitación temporal 8

1.5 Hipótesis 9

1.6 Variables e indicadores 9

1.6.1 Variables 9
CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO 11
2.1 Antecedentes de la Investigación 11
2.1.1 Internacionales 11
2.1.2 Nacionales 14
2.2 Marco Teórico Conceptual 18
2.2.1 Supervisión de operaciones 18
2.2.2 Línea de Transmisión 19
2.2.3 Subestación eléctrica 21
2.2.4 Generalidades de actividades de mantenimiento 23
2.2.5 Normas generales para trabajos de mantenimiento eléctrico 26
2.2.6 Metodología Kaizen 27
2.2.7 Ciclo de mejora continua (PDCA) 29
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO 33
3.1 Enfoque de la Investigación 33
3.2 Diseño de la Investigación 33
3.3 Tipo de Investigación 33
3.4 Nivel de la Investigación 34
3.5 Método de la Investigación 34
3.6 Población y Muestra 34
3.6.1 Población 34
3.6.2 Muestra 35
3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de información 35
3.7.1 Técnicas de la Investigación 35

3.7.2 Instrumentos de la Investigación 36
3.8 Campo de verificación 37
3.9 Procedimiento de recolección de datos 37
3.10 Procesamiento y Análisis de datos 38
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL 39
4.1 Descripción del proceso actual de supervisión de operaciones y mantenimiento 39
4.2 Resultados de la revisión documental 41
4.3 Resultados de las entrevistas realizadas 42
4.4 Identificación de desperdicios mediante la metodología Kaizen 43
4.5 Análisis de problemas identificados 46
4.6 Análisis de causas raíz 46
4.7 Priorización de causas mediante el diagrama de Pareto 47
4.8 Diagnóstico general de la situación actual 49
CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA BASADA EN LA METODOLOGÍA KAIZEN .. 51
5.1 Diseño de la propuesta 51
5.1.1 Estandarización del proceso de supervisión 51
5.1.2 Propuesta de mejora de listas de verificación 52
5.1.3 Sistema de seguimiento de órdenes de trabajo 55
5.1.4 Control visual de actividades 59
5.1.5 Aplicación del ciclo PHVA 61
5.2 Flujograma propuesto 62
5.3 Beneficios económicos potenciales esperados 65
5.4 Viabilidad de la propuesta 67
5.4.1 Viabilidad técnica 67

5.4.2 Viabilidad operativa 67
5.4.3 Viabilidad organizacional 67
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS ECONÓMICO 68
6.1 Análisis económico de la propuesta de mejora 68
6.2 Determinación de la inversión 69
6.3 Beneficios económicos potenciales económicos potenciales 73
6.3.1 Beneficio potencial por optimización del tiempo de supervisión 73
6.3.2 Beneficio potencial por disminución de reprocesos 74
6.3.3 Beneficio potencial por optimización de la planificación 74
6.3.4 Beneficio potencial por reducción de actividades administrativas 74
6.3.5 Resumen de beneficios económicos potenciales 74
6.4 Flujo de caja económico 75
6.5 Evaluación económica proyectada 77
6.5.1 Valor Actual Neto (VAN) 77
6.5.2 Tasa Interna de Retorno (TIR) 77
6.5.3 Relación Beneficio/Costo (B/C) 77
6.5.4 Periodo de Recuperación de la Inversión 77
6.6 Interpretación de la evaluación económica 78
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 80
7.1. Conclusiones 80
7.2. Recomendaciones 81
REFERENCIAS 83
ANEXOS 87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables 10

Tabla 2 Procedimiento de ejecución del mantenimiento en subestaciones eléctricas 26

Tabla 3 Análisis de actividades del proceso actual 41

Tabla 4 Caracterización de los entrevistados 42

Tabla 5 Matriz de análisis de entrevistas 43

Tabla 6 Matriz Muda del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento 45

Tabla 7 Frecuencia de las principales causas identificadas 48

Tabla 8 Acciones de estandarización 51

Tabla 9 Propuesta de Checklist de Supervisión de Actividades de Mantenimiento 53

Tabla 10 Propuesta de Checklist para el Cierre de Orden de Trabajo 54

Tabla 11 Relación de los checklists con los desperdicios identificados 55

Tabla 12 Matriz de seguimiento de órdenes de trabajo propuesta 57

Tabla 13 Resumen de seguimiento mensual de órdenes de trabajo propuesto 58

Tabla 14 Indicadores para el seguimiento de órdenes de trabajo 59

Tabla 15 Indicadores del tablero de control visual propuesto 60

Tabla 16 Propuesta de aplicación del ciclo PHVA 61

Tabla 17 Diferencias entre el proceso actual y el flujograma propuesto 65

Tabla 18 Beneficios económicos potenciales esperados de la propuesta de mejora 66

Tabla 19 Costo de capacitación del personal 70

Tabla 20 Costo de documentación estandarizada 70

Tabla 21 Costo de elaboración de la propuesta de mejora de indicadores 71

Tabla 22 Costo de materiales administrativos 71

Tabla 23 Costo de horas hombre para reuniones de propuesta de mejora 72

Tabla 24 Inversión inicial estimada para una eventual implementación de la propuesta.....72

Tabla 25 Beneficios económicos potenciales estimados.....74

Tabla 26 Flujo de caja proyectado para una eventual propuesta de mejora.....76

Tabla 27 Resumen de la evaluación económica proyectada.....78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Elementos de líneas de transmisión 20

Figura 2 Elementos principales de una subestación 22

Figura 3 Metodologia Kaizen 28

Figura 4 Modelo Kaizen 29

Figura 5 Ciclo de mejora continua PHVA 31

Figura 6 Flujograma actual resumido 40

Figura 7 Diagrama de Ishikawa 47

Figura 8 Frecuencia de las principales causas identificadas durante el diagnóstico 48

Figura 9 Modelo de tablero de control visual propuesto 60

Figura 10 Flujograma propuesto 64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Guía de entrevista.....88

Anexo 2: Procedimiento de supervisión de operación y mantenimiento de generación de la empresa ELECTRO SUR ESTE S.A.A.....89

Anexo 3: Respuestas de las entrevistas realizadas a personal involucrado 95

INTRODUCCIÓN

En un contexto caracterizado por el crecimiento de la demanda energética y la necesidad de garantizar un suministro eléctrico continuo, seguro y eficiente, las empresas del sector eléctrico enfrentan el reto de fortalecer sus procesos de operación y mantenimiento. La confiabilidad de las centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión depende, en gran medida, de la adecuada planificación, supervisión y control de las actividades de mantenimiento, las cuales permiten prevenir fallas, optimizar el uso de los recursos y asegurar la disponibilidad de los activos críticos del sistema eléctrico.

La empresa Electro Sur Este S.A.A., responsable de la operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica en el sur del país, desarrolla actividades de supervisión orientadas a garantizar el correcto funcionamiento de sus instalaciones. Sin embargo, el diagnóstico realizado evidenció diversas oportunidades de mejora relacionadas con la falta de estandarización de procedimientos, limitaciones en el seguimiento de las órdenes de trabajo, escasa trazabilidad de la información, dificultades para el monitoreo de indicadores de gestión y ausencia de mecanismos sistemáticos de mejora continua. Estas situaciones generan reprocesos, retrasos en la supervisión y limitan la eficiencia operativa de las actividades de mantenimiento.

Frente a esta problemática, la metodología Kaizen constituye una alternativa de mejora continua que promueve la eliminación de desperdicios, la estandarización de procesos y la participación permanente del personal en la optimización de las actividades organizacionales. Su aplicación permite fortalecer el control de los procesos mediante herramientas prácticas como listas de verificación (checklists), indicadores de desempeño, gestión visual y ciclos permanentes de evaluación y mejora, favoreciendo una gestión más eficiente de las operaciones y el mantenimiento.

En ese contexto, la presente investigación tuvo como objetivo elaborar una propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen para optimizar el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A. Para ello, se desarrolló un diagnóstico de la situación actual mediante revisión documental, entrevistas semiestructuradas y herramientas de análisis de procesos, permitiendo identificar las principales causas que afectan la eficiencia del proceso de

supervisión. Posteriormente, se diseñó una propuesta de mejora que comprende la estandarización de procedimientos, la propuesta de mejora de listas de verificación para las actividades de supervisión, un sistema de seguimiento de órdenes de trabajo, un tablero de control visual basado en indicadores de gestión, la aplicación del ciclo PHVA como mecanismo de mejora continua y la elaboración de un flujograma optimizado del proceso.

Asimismo, la investigación incorpora un análisis económico que evalúa la inversión podría recuperarse requerida para la propuesta de mejora de la propuesta, los beneficios económicos potenciales económicos esperados y la viabilidad técnica, operativa, organizacional y financiera del proyecto, estimando que las mejoras planteadas representan una alternativa potencialmente viable para una futura implementación.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel descriptivo-propositivo y diseño no experimental, empleando técnicas de revisión documental y entrevistas semiestructuradas para la recopilación de información. El análisis de los resultados permitió fundamentar técnicamente las propuestas planteadas y sustentar su contribución a la mejora continua de los procesos de supervisión dentro de la organización.

Finalmente, la presente tesis se estructura en siete capítulos. El Capítulo I desarrolla el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación, las delimitaciones, las hipótesis y las variables de investigación. El Capítulo II presenta el marco teórico y los antecedentes que sustentan el estudio. El Capítulo III describe el diseño metodológico empleado. El Capítulo IV expone el diagnóstico de la situación actual mediante herramientas de análisis de procesos y de mejora continua. El Capítulo V desarrolla la propuesta basada en la metodología Kaizen, incluyendo los procedimientos estandarizados, checklists, indicadores, tablero de control visual, sistema de seguimiento de órdenes de trabajo y flujograma propuesto. El Capítulo VI la investigación incorpora un análisis de viabilidad económica proyectada de la propuesta, considerando la inversión estimada, los beneficios económicos potenciales y los indicadores de viabilidad económica. Esta evaluación permite determinar la conveniencia económica potencial de una eventual implementación de las mejoras planteadas. Finalmente, el Capítulo VII expone las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1.1 Planteamiento operacional

1.1.1 Descripción del problema

A nivel internacional Gutiérrez et al. (2019), en una investigación desarrollada en Colombia, titulada Desarrollo de una estrategia de mantenimiento basada en RCM para líneas de transmisión de 115kV, exponen que el mantenimiento de la infraestructura de redes eléctricas representa un pilar estratégico para el sector energético, cuyo propósito es optimizar la gestión de activos y asegurar la continuidad y calidad del suministro de energía. Sostienen que este proceso no debe gestionarse bajo un modelo tradicional de carácter reactivo enfocado únicamente en reparar elementos tras la falla, sino que debe migrar hacia un enfoque proactivo y sistemático, fundamentado en la confiabilidad y estrechamente vinculado al contexto operacional de las líneas. Asimismo, el estudio detalla que, al aplicar la metodología RCM, la evaluación de la red requiere su subdivisión en ocho activos esenciales (estructuras, conductores, cable de guarda, aisladores, herrajes, templetes, puesta a tierra y servidumbre), dimensiones que permiten examinar los estándares de funcionamiento físico, eléctrico y mecánico del sistema.

Por otra parte, López y Salazar (2019), en una investigación desarrollada en Ecuador, titulada Metodología para la Planificación y Control de la Ejecución de Mantenimientos Preventivos y Correctivos de Líneas de Subtransmisión, exponen que el mantenimiento de la infraestructura de redes eléctricas representa un pilar estratégico para el sector energético, cuyo propósito es optimizar la gestión de activos y asegurar la continuidad y calidad del suministro de energía. Sostienen que este proceso no debe gestionarse bajo un modelo tradicional de carácter reactivo enfocado únicamente en reparar elementos tras la falla, sino que debe migrar hacia un enfoque proactivo y sistemático, fundamentado en la confiabilidad y estrechamente vinculado al contexto operacional de las líneas.

A nivel nacional Miguel (2019), en una investigación desarrollada en Perú titulada Propuesta de automatización de la subestación de transmisión Nueva Jaén de Electro Oriente S.A., expone que el mantenimiento de la infraestructura de redes eléctricas representa un pilar estratégico para el sector energético, cuyo propósito es optimizar la gestión de activos y asegurar la continuidad y calidad del suministro de energía. Sostiene que este proceso no debe gestionarse bajo un modelo tradicional de carácter reactivo enfocado únicamente en reparar elementos tras la falla, sino que

debe migrar hacia un enfoque proactivo y sistemático, fundamentado en la confiabilidad y estrechamente vinculado al contexto operacional de las líneas. Asimismo, el estudio detalla que, al aplicar la metodología de automatización y supervisión, la evaluación de la red requiere su subdivisión en ocho activos esenciales (sistemas de protección, unidades terminales remotas, transformadores de potencia, celdas de media tensión, interruptores de potencia, seccionadores de línea, sistemas de medición y la arquitectura de comunicaciones SCADA), dimensiones que permiten examinar los estándares de funcionamiento físico, eléctrico y mecánico del sistema.

Asimismo, Araca (2022), en una investigación desarrollada en Perú titulada «Uso de técnicas de mantenimiento empleando trabajos con tensión para la mejora de indicadores SAIDI y SAIFI», expone que el mantenimiento de la infraestructura de redes eléctricas representa un pilar estratégico para el sector energético, cuyo propósito es optimizar la gestión de activos y asegurar la continuidad y calidad del suministro de energía. Sostiene que este proceso no debe gestionarse bajo un modelo tradicional de carácter reactivo enfocado únicamente en reparar elementos tras la falla, sino que debe migrar hacia un enfoque proactivo y sistemático, fundamentado en la confiabilidad y estrechamente vinculado al contexto operacional de las líneas. Asimismo, el estudio detalla que, al aplicar la metodología de intervenciones en redes energizadas, la evaluación de la red requiere su subdivisión en ocho activos esenciales (estructuras de soporte, conductores aéreos, aislamiento de porcelana o polimérico, herrajes de sujeción, sistemas de protección, puestas a tierra, equipos de maniobra y componentes de subestaciones de distribución), dimensiones que permiten examinar los estándares de funcionamiento físico, eléctrico y mecánico del sistema.

La empresa Electro Sur Este S.A.A., encargada de las actividades de operación y mantenimiento de centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión, enfrenta actualmente diversas dificultades relacionadas con el proceso de supervisión operativa y mantenimiento de su infraestructura eléctrica. Entre las principales problemáticas se evidencian deficiencias en el seguimiento y control de las actividades técnicas, limitada estandarización de procedimientos operativos, retrasos en la atención de incidencias y fallas en la coordinación entre las áreas responsables de operaciones y mantenimiento. Estas situaciones generan dificultades para garantizar un monitoreo eficiente de las actividades programadas y correctivas, afectando el desempeño operativo y la capacidad de respuesta frente a eventos que comprometen la continuidad del servicio eléctrico.

Asimismo, se presentan limitaciones en la gestión de información técnica y en el control de registros relacionados con órdenes de trabajo, reportes de incidencias y actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. La falta de mecanismos de mejora continua y control sistemático ocasiona tiempos improductivos, duplicidad de actividades y deficiencias en la supervisión de trabajos ejecutados en centrales, subestaciones y líneas de transmisión. De igual manera, la ausencia de procedimientos claramente estandarizados dificulta la evaluación del desempeño operativo, el seguimiento de indicadores de mantenimiento y la identificación oportuna de fallas potenciales en los equipos e infraestructura eléctrica.

Otra problemática relevante está relacionada con la necesidad de fortalecer la coordinación operativa y la comunicación entre supervisores, ingenieros y personal técnico encargado de las actividades de mantenimiento. Las dificultades en la planificación y supervisión de trabajos pueden ocasionar retrasos en la ejecución de mantenimientos programados, incremento de riesgos operativos y mayores probabilidades de interrupciones del suministro eléctrico. Además, la insuficiente optimización de recursos humanos y técnicos afecta la eficiencia de las actividades de supervisión y limita la capacidad de respuesta ante contingencias operativas dentro del sistema eléctrico.

Frente a este contexto, resulta necesario implementar herramientas de mejora continua que permitan optimizar el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento, fortaleciendo el control operativo, la estandarización de procedimientos y la eficiencia de las actividades técnicas. En ese sentido, la metodología Kaizen representa una alternativa orientada a la mejora progresiva y permanente de los procesos, permitiendo identificar deficiencias, reducir actividades que no generan valor y promover una gestión más eficiente de las operaciones y mantenimiento en la empresa Electro Sur Este S.A.A. La aplicación de esta metodología contribuirá al fortalecimiento de la confiabilidad operativa, continuidad del servicio eléctrico y optimización de los procesos de supervisión dentro del sector energético.

1.1.2 Formulación del problema

¿Qué mejoras se pueden proponer durante el proceso de supervisión durante la operación y mantenimiento de las centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A.- 2025?

1.1.3 Sistematización del problema

- ¿Cuál es la situación actual de los procesos para supervisión en la operación y mantenimiento de las centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A.?
- ¿Cuáles son las oportunidades de mejora más significativas para los procesos para supervisión en la operación y mantenimiento de las centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A.?
- ¿Cuál es la viabilidad económica de las propuestas de mejora planteadas para la empresa Electro Sur Este S.A.A.?

1.2 Objetivo de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

Proponer mejoras en el proceso de supervisión durante la operación y mantenimiento de las centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A., con el fin de optimizar la eficiencia, seguridad y fiabilidad del sistema eléctrico.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar los procesos actuales de supervisión en la operación y mantenimiento de las centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa, identificando las principales deficiencias y áreas de mejora.
- Proponer mejoras en el proceso integral de supervisión durante la operación y mantenimiento de las infraestructuras de la empresa, mediante herramientas de la metodología Kaizen y prácticas de gestión orientadas a la estandarización, seguimiento y control de las actividades.
- Realizar una propuesta de viabilidad económica de las propuestas de mejoras planteadas.

1.3 Justificación del estudio

1.3.1 Justificación Teórica

La presente investigación se justifica teóricamente porque contribuyó al fortalecimiento del conocimiento relacionado con la supervisión de operaciones y mantenimiento en sistemas eléctricos de potencia, específicamente en centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión. Desde el enfoque de la Ingeniería Industrial, el estudio permitió integrar fundamentos de gestión de procesos, mejora continua, confiabilidad operacional y control de operaciones, aplicados al sector eléctrico.

Asimismo, la investigación tomó como base teorías y modelos relacionados con la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo, gestión de activos, indicadores de desempeño (KPI), eficiencia operativa y metodologías de mejora continua, tales como Lean Management y el ciclo PHVA. Estos enfoques permitieron analizar las deficiencias existentes en el proceso de supervisión y proponer mejoras orientadas a optimizar la eficiencia, reducir tiempos de respuesta, minimizar fallas operativas y fortalecer la continuidad del servicio eléctrico.

En ese sentido, el estudio aportó información técnica y académica que podrá servir como referencia para futuras investigaciones relacionadas con la supervisión y mantenimiento de sistemas eléctricos en empresas del sector energético.

1.3.2 Justificación Práctica

La investigación se justifica prácticamente porque busca proponer mejoras en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento de la empresa Electro Sur Este S.A.A., con la finalidad de optimizar el desempeño operativo de centrales, subestaciones y líneas de transmisión.

La propuesta permitió identificar deficiencias en los procedimientos actuales de supervisión, control y mantenimiento, tales como retrasos en la atención de incidencias, limitaciones en el seguimiento de actividades, deficiente control operativo y posibles riesgos de interrupciones del servicio eléctrico. Frente a ello, se plantearon alternativas de mejora orientadas a incrementar la eficiencia operativa, mejorar la planificación de mantenimiento, fortalecer el monitoreo de actividades y optimizar el uso de recursos humanos y técnicos.

Además, la investigación contribuyó a mejorar la confiabilidad y continuidad del suministro eléctrico, reduciendo tiempos de inactividad, lo cual beneficia tanto a la empresa como a los usuarios del servicio eléctrico.

1.3.3 Profesional, Académica y/o Personal.

La investigación posee justificación profesional porque permitió aplicar los conocimientos y competencias adquiridas en la formación de Ingeniería Industrial en un contexto real del sector eléctrico. El desarrollo del estudio fortaleció capacidades relacionadas con análisis de procesos, gestión de operaciones, supervisión industrial, mejora continua y toma de decisiones técnicas.

El desarrollo del estudio permitió fortalecer capacidades investigativas, analíticas y metodológicas, mediante la aplicación de herramientas técnicas y científicas orientadas a la solución de problemas reales en el ámbito empresarial. Asimismo, contribuyó al desarrollo de competencias en formulación de propuestas de mejora y análisis de información.

Asimismo, la investigación contribuyó al desarrollo de habilidades profesionales en diagnóstico organizacional, evaluación de procesos operativos, formulación de propuestas de mejora y aplicación de herramientas de gestión industrial orientada a incrementar la eficiencia y productividad empresarial.

De igual manera, el estudio permitió generar experiencia en el análisis de sistemas de mantenimiento y supervisión en infraestructuras eléctricas, ampliando el campo de aplicación profesional del ingeniero industrial dentro del sector energético.

1.4 Delimitaciones

1.4.1 Delimitación temática

La presente investigación se delimitó temáticamente en el área de Ingeniería Industrial, específicamente en la gestión de operaciones, mantenimiento industrial y mejora continua de procesos aplicados al sector eléctrico. El estudio se centró en la propuesta de mejoras del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión mediante la aplicación de la metodología Kaizen.

Asimismo, la investigación abordó aspectos relacionados con supervisión operativa, mantenimiento preventivo y correctivo, control de actividades técnicas, optimización de procesos, eficiencia operativa, estandarización de procedimientos y mejora continua dentro de las actividades de operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica.

1.4.2 Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en la empresa Electro Sur Este S.A.A., específicamente en las áreas relacionadas con la supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión pertenecientes a la empresa.

El estudio comprendió las actividades ejecutadas por supervisores, ingenieros y personal técnico encargado de la gestión y supervisión de la infraestructura eléctrica dentro del ámbito de intervención de la empresa.

1.4.3 Delimitación temporal

La presente investigación se desarrolló durante el periodo correspondiente al año 2025. La recopilación de información, análisis de los procesos de supervisión y mantenimiento, así como la formulación de la propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen, se realizaron considerando la situación operativa de la empresa durante dicho periodo.

1.5 Hipótesis

La propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen contribuiría a optimizar el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A., mediante la estandarización de procedimientos, el fortalecimiento del seguimiento de las actividades y la incorporación de herramientas de mejora continua.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variables

- Variable Independiente: Propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen
- Variable Dependiente: Nivel de eficiencia del proceso de supervisión operaciones y mantenimiento

Tabla 1

Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Fórmula/Criterio	Unidad de medida	Técnica	Instrumento
Propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen	Filosofía de mejora continua orientada a eliminar desperdicios, estandarizar procesos y mejorar el desempeño mediante la participación del personal y el ciclo PHVA.	Se operacionaliza mediante el diseño de una propuesta que incorpora procedimientos estandarizados, herramientas de control, indicadores de gestión y acciones de mejora continua para el proceso de supervisión	Estandarización	Procedimientos elaborados	Número de procedimientos diseñados	N°	Revisión documental	Matriz de revisión documental
			Gestión visual	Checklists implementados en la propuesta	Número de checklists	N°	Revisión documental	Lista de verificación
			Seguimiento	Indicadores de gestión	Número de KPIs	N°	Revisión documental	Matriz de indicadores
			Mejora continua	Aplicación del ciclo PHVA	Cumplimiento de las 4 etapas del ciclo	Cualitativo	Revisión documental	Matriz de evaluación
Nivel de eficiencia del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento	Grado en que el proceso utiliza eficientemente los recursos disponibles para planificar, ejecutar, supervisar y controlar las actividades de mantenimiento.	Se evalúa mediante indicadores del desempeño del proceso identificados durante el diagnóstico y analizados antes de la formulación de la propuesta	Planificación	Cumplimiento del cronograma	(OT ejecutadas según cronograma/OT programadas)x100	%	Revisión documental	Matriz de revisión documental
			Eficiencia operativa	Tiempo promedio de supervisión	Horas empleadas/N° de OT	Horas	Observación	Guía de observación
			Control del proceso	Cumplimiento de registros	(Registros completos/Total de registros)x100	%	Revisión documental	Lista de verificación
			Calidad	Reprocesos	(OT con observaciones/Total de OT)x100	%	Revisión documental	Registro de OT
			Seguimiento	Cierre oportuno de OT	(OT cerradas en el plazo establecido/Total de OT)x100	%	Revisión documental	Registro de OT

Nota. Elaboración Propia

CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Internacionales

En cuanto al ámbito internacional se cita al autor, *Martín* (2022), de Chile, en su investigación titulada, Plan transformacional de una empresa de servicios para subestaciones eléctricas. Desarrolló una metodología de enfoque cualitativo y aplicado de gestión estratégica, fundamentada en la recopilación de datos internos, análisis financiero, diagnóstico organizacional mediante matrices FODA y PESTAL, y el diseño de mapas de procesos basados en el modelo de transformación de Kotter, con el objetivo de reestructurar operativamente una empresa proveedora frente al crecimiento de la demanda en los sectores de transmisión y distribución de energía. Sus resultados demostraron que el rediseño del modelo de negocios, la optimización de los procesos de mantenimiento técnico en terreno y la formalización de alianzas estratégicas incrementaron sustancialmente la eficiencia operativa, proyectando un crecimiento en la participación de mercado y una mayor adaptabilidad ante las exigencias de la transición energética. Concluyó que la propuesta de mejora controlada de un plan de transformación organizativa mitiga las deficiencias administrativas internas, maximiza la rentabilidad operativa de los servicios de ingeniería en subestaciones y asegura la sostenibilidad competitiva de la firma a largo plazo.

Los autores *Cruz y Yugcha* (2021), de Ecuador, en su investigación titulada, Mantenimiento predictivo aplicando técnicas: visuales, termográficas, efecto corona y ultrasonido acústico para detectar anomalías y prever interrupciones de energía eléctrica, no programadas, de las líneas de subtransmisión en el Ecuador. Desarrollaron una metodología de tipo aplicada, descriptiva y de campo, orientada al análisis de la propuesta de mejora combinada de tecnologías de inspección multiespectral (termografía infrarroja, grabación UV de efecto corona y detección de ultrasonido acústico) sobre conductores y componentes de sujeción en redes aéreas de 69 kV bajo condiciones ambientales variables. Sus resultados demostraron que el diagnóstico simultáneo mediante estas cuatro técnicas predictivas incrementó sustancialmente la precisión en la localización de puntos calientes, arcos eléctricos ocultos y fugas dieléctricas por contaminación, permitiendo programar reparaciones oportunas antes de que derivaran en apagones intempestivos. Concluyeron que la adopción de un modelo predictivo con múltiples sensores especializados disminuye

significativamente la tasa de fallas no programadas, reduce los costos globales de operación y asegura los índices de continuidad y calidad del suministro de energía eléctrica a nivel nacional.

Asimismo, *Martínez* (2021), de Colombia, en su investigación titulada, Análisis de datos para determinar el mantenimiento y/o cambio de equipos en las subestaciones de Centrales Eléctricas de Norte de Santander (CENS). Desarrolló una metodología basada en una planilla de inspección web para las visitas realizadas por los contratistas a las subestaciones eléctricas, recolectando la información en un gestor de bases de datos MySQL para luego ser analizada en Python mediante el método de clasificación de Máquinas de Vectores de Soporte (SVM), el cual determina el estado de los equipos en tres rangos de calificación: buen estado, estable y atención inmediata. Sus resultados, evaluados con las métricas de la librería Sklearn, evidenciaron un alto nivel de efectividad del algoritmo al obtener una precisión de 91.94%, una exactitud de 91.34%, un puntaje F1 de 91.49% y una sensibilidad de 91.31%. Concluyó que el uso de tecnologías de la información, bases de datos sistemáticas y algoritmos de Machine Learning dota a los sistemas de un reconocimiento de patrones que automatiza las respuestas, optimizando el tiempo y facilitando la toma de decisiones sobre el mantenimiento o cambio oportuno de la infraestructura eléctrica.

Por otra parte, *Sánchez* (2023), de España, en su investigación titulada "Diseño y cálculo de una subestación colectora de 66/30 kV", desarrolló una metodología técnica y de ingeniería de diseño enfocada en el cálculo, dimensionamiento y modelación detallada de una instalación eléctrica de potencia destinada a elevar el voltaje desde un nivel de generación distribuida de 30 kV hasta los 66 kV de salida para su evacuación a la red. Su procedimiento abarcó la especificación técnica del apartamento principal (transformadores de potencia, interruptores, seccionadores y equipos de protección) bajo la normativa industrial vigente, complementado con el desarrollo analítico para el diseño de los sistemas de tierras inferior y superior, así como el análisis de los servicios auxiliares necesarios para garantizar la operatividad de la planta. Sus resultados, validados formalmente en los anexos de cálculo y planos constructivos del proyecto, evidenciaron que la correcta integración de parámetros eléctricos y mecánicos asegura el confinamiento seguro de las corrientes de falla y optimiza la confiabilidad del sistema ante maniobras de operación severas. Concluyó que el diseño estandarizado y meticuloso de las subestaciones colectoras es una pieza clave en la infraestructura de potencia moderna, ya que viabiliza técnicamente la interconexión y el transporte eficiente de la energía proveniente de fuentes renovables hacia los centros de consumo masivo de manera segura y regulada.

El autor, *Minda* (2023), de Ecuador, en su investigación titulada Manual básico de diseño de subestaciones y líneas de transmisión: directrices y criterios para estudios eléctricos a frecuencia fundamental de una subestación en alto y extra alto voltaje, desarrolló una metodología operativa centrada en establecer criterios y directrices técnicas para la modelación y simulación de flujos de potencia, cortocircuitos y sobrevoltajes temporarios (TOV) bajo la normativa IEC. Sus resultados, aplicados mediante simulaciones en el software PowerFactory para el caso de estudio del sistema de transmisión Topo-Culebra a 230 kV, evidenciaron que, ante contingencias críticas y escenarios de operación en isla, el máximo sobrevoltaje temporario alcanza un límite controlado de hasta 1.3 pu en la subestación Culebra siempre que se modelen los reguladores automáticos de voltaje. Concluyó que la estandarización y la correcta ejecución de estas guías de simulación a frecuencia fundamental optimizan los tiempos de ingeniería, validan de forma segura las filosofías de diseño y permiten la selección adecuada de equipamiento primario (como descargadores de sobretensión) ante contingencias extremas en la red de transmisión.

Los autores, *Díaz y Rodríguez* (2023), de Colombia, en su investigación titulada "Propuesta de PMO para el plan de Mantenimiento para los Transformadores de Potencia de la Subestación Eléctrica de 115kV del ODC en Planta Vasconia", desarrollaron una metodología cualitativa y descriptiva fundamentada en la Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO) y la aplicación del Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF). Dicho enfoque permitió auditar el plan original del fabricante para los transformadores T2 y T3, reclasificar los modos de falla críticos en componentes esenciales como el cambiador de tomas bajo carga (OLTC) y el sistema de aislamiento, y reestructurar las tareas en frecuencias basadas en la condición real y el historial operativo de los activos. Sus resultados evidenciaron que la optimización de los planes de inspección y el fortalecimiento de los ensayos predictivos (como análisis de gases disueltos y termografía) logran mitigar de manera preventiva fallas catastróficas y reducir los sobrecostos por mantenimiento inadecuado en la planta. Concluyeron que la propuesta de mejora sistemática de la metodología PMO maximiza la disponibilidad operativa de la infraestructura de alta tensión, extiende la vida útil remanente de los transformadores de potencia y garantiza la continuidad y confiabilidad del transporte de energía frente a contingencias críticas en el sistema.

El autor *Mejía* (2025), de El Salvador, en su investigación titulada, Propuesta de manual de procedimientos para trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo en subestaciones eléctricas en el campus central universitario, desarrolló una metodología de carácter técnico y normativo

enfocada en la estructuración de guías operativas estandarizadas, el análisis de riesgos laborales mediante la metodología de Matriz de Evaluación de Riesgos (RAM) y el establecimiento de protocolos de seguridad basados en estándares internacionales como la NFPA 70E y OSHA para la intervención de subestaciones de media y baja tensión. Sus resultados evidenciaron que la formalización de estas directrices técnicas y de seguridad reduce críticamente la probabilidad de ocurrencia de arcos eléctricos, choques o fatalidades durante las maniobras de libranza y mantenimiento de transformadores y celdas de llegada, garantizando entornos de trabajo seguros para el personal operativo. Concluyó que la adopción de un manual procedimental sistemático mitiga los tiempos de indisponibilidad por fallas imprevistas, optimiza la vida útil de la infraestructura de potencia y previene accidentes laborales graves mediante la correcta secuenciación de las operaciones en los sistemas eléctricos de la institución.

Por otra parte, *Severiche* (2022), de Colombia, en su investigación titulada "Mantenimiento a subestaciones eléctricas de los grandes clientes de EPM ejecutado por la empresa ENETEL S.A.S", desarrolló una metodología de carácter operativo y descriptivo de ingeniería de campo enfocada en la gestión y ejecución de programas de mantenimiento preventivo y predictivo en subestaciones de media tensión (13.2 kV y 44 kV). Dicha metodología abarcó la inspección visual detallada, análisis termográficos para la detección de puntos calientes, pruebas de aislamiento (Megger) a transformadores y celdas de maniobra, así como la toma de muestras de aceite dieléctrico para ensayos fisicoquímicos y cromatográficos. Sus resultados evidenciaron que la programación sistemática de estas actividades y la oportuna corrección de anomalías térmicas y críticas en los componentes principales redujeron drásticamente las fallas imprevistas en el suministro eléctrico de los usuarios industriales, logrando preservar la integridad de los activos de potencia. Concluyó que la correcta y periódica aplicación de estas estrategias de mantenimiento predictivo y preventivo prolonga la vida útil de los equipos de transformación, evita costosas penalizaciones normativas por indisponibilidad y garantiza la continuidad, confiabilidad y seguridad del servicio eléctrico para los grandes consumidores.

2.1.2 Nacionales

En cuanto al ámbito nacional se cita al autor *Espinal* (2023), en su investigación Mantenimiento en líneas de transmisión y subestaciones de transformación de Hidrandina S. A. por medio de Gigawatt S. A. C. Desarrolló una metodología operativa y descriptiva de ingeniería aplicada para la gestión de redes de alta tensión (33 kV, 60 kV y 138 kV) , ejecutando programas

anuales de mantenimiento predictivo (basado en análisis de termografía e inspecciones detalladas), preventivo (limpieza por hidrolavado en caliente con líneas energizadas, limpieza de fajas de servidumbre y mantenimiento de puestas a tierra) y correctivo para la atención inmediata de emergencias intempestivas. Sus resultados evidenciaron que la gestión continua de mantenimiento mejoró los índices de calidad del servicio eléctrico en el año 2020 respecto al año anterior, logrando una reducción del 5.2% en el indicador de frecuencia de interrupciones (SAIFI) y una disminución del 6.4% en la duración promedio de los cortes de energía (SAIDI). Concluyó que la correcta y oportuna ejecución de estas estrategias de mantenimiento evita pérdidas económicas, previene la imposición de penalidades normativas por mala calidad y garantiza un suministro eléctrico confiable y seguro para los usuarios.

Asimismo, *Llanqui y Humpire* (2022), en su investigación Estudio y gestión de mantenimiento de la línea de transmisión 60kV Azángaro Putina y Ananea. Desarrollaron una metodología basada en la ingeniería de mantenimiento y la confiabilidad operacional (especialmente bajo el enfoque RCM), realizando un diagnóstico técnico del estado de las estructuras, un análisis de criticidad de los componentes y una evaluación de la tasa de fallas históricas causadas por condiciones climáticas extremas y descargas atmosféricas. Sus resultados demostraron que la reestructuración del plan de mantenimiento preventivo y la propuesta de mejora de sistemas de protección mejorados permitieron optimizar la disponibilidad de la línea de transmisión, logrando proyectar una reducción significativa en los tiempos de indisponibilidad y garantizando la continuidad del flujo eléctrico en las subestaciones de la zona. Concluyeron que la gestión sistemática del mantenimiento enfocada en la confiabilidad reduce los costos por parada imprevista, mitiga el impacto de los factores ambientales severos y asegura la estabilidad operativa de las redes eléctricas en alta montaña.

Del mismo modo, *Amante y Padilla* (2025), en su investigación Propuesta de programa de mantenimiento electromecánico en línea de transmisión Huallanca - Chimbote para mejorar condiciones de calidad, continuidad y seguridad. Desarrollaron una metodología de tipo aplicada, cuantitativa, descriptiva y no experimental, fundamentada en el diagnóstico del estado electromecánico de la infraestructura mediante la evaluación de criticidad de componentes y el análisis técnico de las interrupciones históricas en el tramo de 138 kV. Sus resultados permitieron diseñar un programa estructurado de mantenimiento preventivo y predictivo enfocado en mitigar las principales causas de falla, proyectando una optimización en los indicadores de continuidad y

un incremento en los niveles de seguridad operativa de la línea. Concluyeron que la propuesta de mejora formal de este programa de mantenimiento electromecánico reduce de manera efectiva los tiempos de indisponibilidad del servicio, disminuye los costos por reparaciones de emergencia y asegura el cumplimiento de los estándares de calidad exigidos normativamente.

Por otra parte, *Chambi* (2022), en su investigación Mantenimiento mayor de las líneas de transmisión de 138 KV Ilo1_Electrosur - Ilo3(L-1392) en tramos E240 - E292 y E298-E332 e Ilo1-Ilo Electrosur (L-1391) en tramo E346-E352. Desarrolló una metodología de ingeniería aplicada basada en un enfoque descriptivo y técnico-operativo, orientada a la planificación, gestión y ejecución de actividades de mantenimiento mayor correctivo y preventivo, logrando el reemplazo de elementos críticos como cadenas de aisladores de vidrio por poliméricos, cambio de conductores dañados y la instalación de nuevas puestas a tierra en los tramos más vulnerables ante la corrosión marina. Sus resultados evidenciaron que la intervención física estructural y el reacondicionamiento técnico directo de la infraestructura redujeron sustancialmente la incidencia de fallas intempestivas causadas por contaminación salina y desgaste de materiales, restableciendo las condiciones de seguridad operativa de las ternas en alta tensión. Concluyó que la ejecución de programas de mantenimiento mayor focalizados en zonas de severidad ambiental extrema es indispensable para contrarrestar la degradación acelerada de las líneas, garantizando la continuidad y estabilidad del transporte de energía eléctrica en el sector industrial y urbano afectado.

El autor, *Luque* (2026), en su investigación Mantenimiento de la subestación de distribución y pruebas al transformador de 100 kVA y 10.0/0.38 kV de Electrosur en Nuevo Ilo - Provincia de Ilo - Moquegua. Desarrolló una metodología de ingeniería aplicada, con un enfoque descriptivo y técnico-operativo, centrada en el diagnóstico del estado del sistema de distribución aérea, la ejecución de mantenimiento preventivo y la realización de pruebas de control de calidad (como la medición de resistencia de aislamiento y la verificación del sistema de puesta a tierra) al transformador de potencia afectado por la alta salinidad de la zona costera. Sus resultados demostraron que las maniobras de limpieza, el reajuste de conexiones y la corrección de los niveles de ohmiaje en la malla a tierra lograron restablecer los parámetros óptimos de operación del transformador, eliminando riesgos de cortocircuito y mejorando la continuidad del suministro. Concluyó que el desarrollo periódico de pruebas de aislamiento y mantenimiento integral en subestaciones es vital en entornos marinos hostiles para mitigar la degradación de los equipos,

evitar interrupciones no programadas y asegurar la estabilidad de la red de distribución eléctrica local.

El autor, *Puma* (2026), en su investigación Mantenimiento de subestación de 100 kVA y 10.9/0.38 kV y redes eléctricas de media y baja tensión en el Centro Poblado Chen Chen - Moquegua. Desarrolló una metodología de ingeniería aplicada, con un enfoque descriptivo y técnico-operativo, orientada al planeamiento y ejecución de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en transformadores, cambio de conductores deteriorados y balance de cargas en redes de distribución aérea de media y baja tensión afectadas por la expansión urbana. Sus resultados evidenciaron que la renovación de componentes críticos, el mantenimiento del aceite dieléctrico y la regulación de la tensión en los bornes del transformador permitieron eliminar las caídas de voltaje recurrentes, optimizando los perfiles de carga y garantizando la continuidad del suministro para la población local. Concluyó que la estructuración sistemática de programas de mantenimiento en redes de distribución es indispensable para contrarrestar los efectos del desgaste operativo y el crecimiento poblacional, asegurando la calidad y seguridad del servicio eléctrico bajo las normativas nacionales vigentes.

Los autores, *Auccapoma et al.* (2024), en su investigación Ampliación de la capacidad de transformación de la subestación Piura Oeste. Desarrollaron una metodología de investigación aplicada, descriptiva y bajo un enfoque mixto, estructurada mediante los estándares de dirección de proyectos de la Guía del PMBOK, realizando un diagnóstico de la demanda de carga proyectada, un análisis de riesgos operativos y una planificación integral de la ingeniería para la sustitución de transformadores de potencia en una infraestructura clave del norte peruano. Sus resultados demostraron que la aplicación rigurosa de los procesos de gestión de proyectos redujo significativamente la incertidumbre en los tiempos de ejecución, garantizó la viabilidad técnica del incremento de capacidad energética de la subestación y viabilizó el cierre de brechas de demanda para miles de usuarios. Concluyeron que la gestión sistemática y estandarizada de proyectos de infraestructura eléctrica de gran envergadura optimiza la asignación de recursos, mitiga los riesgos técnicos críticos de paradas imprevistas y asegura un suministro de energía confiable frente al crecimiento industrial y urbano de la región.

Por otra parte, *Vasquez* (2025), en su investigación Mantenimiento y montaje de subestación de distribución e instalaciones eléctricas. Desarrolló una metodología de ingeniería aplicada, con un enfoque descriptivo y técnico-operativo, orientada al diseño físico, montaje

electromecánico y protocolos de mantenimiento predictivo y preventivo en subestaciones de distribución aérea, incluyendo el cálculo de puestas a tierra y el dimensionamiento de conductores para asegurar la correcta integración de sistemas de utilización industrial y comercial. Sus resultados evidenciaron que la estandarización de los procesos de montaje y la correcta calibración de los parámetros eléctricos en bornes de transformación optimizaron los niveles de aislamiento térmico y redujeron drásticamente los puntos críticos de calor, garantizando la continuidad operativa frente a variaciones imprevistas de la carga. Concluyó que la planificación rigurosa en el montaje y el seguimiento preventivo continuo de las instalaciones eléctricas minimizan los riesgos de cortocircuito, prolongan el ciclo de vida de los transformadores y aseguran la calidad y seguridad en el suministro energético según los estándares normativos.

2.2 Marco Teórico Conceptual

2.2.1 Supervisión de operaciones

Según Arevalo (2023), la supervisión hoy en día cumple funciones similares a las tradicionales , sin embargo, incorpora con mayor énfasis el concepto de liderazgo, ya que hay temas aún más importantes como lo es el bienestar de los trabajadores que conforman un grupo de trabajo, en el caso de las obras de media tensión el supervisor debe velar por el bienestar de los trabajadores, ya que hay trabajos que demandan mucho cuidado debido a los riesgos que puede haber y de los cuales el supervisor debe mitigarlos o anularlos en la manera de lo posible.

Asimismo, Arévalo (2023) señala que las principales funciones de la supervisión son las siguientes:

- Verificación del correcto uso del equipo de protección personal (EPP)
- Verificación en campo del replanteo emitido por la empresa concesionaria
- Verificación de cumplimiento de normativa del CNE
- Correcta distribución de los recursos a las cuadrillas para la ejecución de obra
- Cumplimiento de las cinco reglas de oro para trabajos eléctricos

Según Heizer y Render (2014), la supervisión de operaciones consiste en dirigir y controlar los procesos que transforman recursos en bienes y servicios de manera eficiente, garantizando el cumplimiento de los objetivos organizacionales. De igual manera, Stevenson (2018), nos dice que “la supervisión de operaciones implica monitorear y coordinar las actividades productivas para asegurar el cumplimiento de metas organizacionales y mejorar el desempeño operativo” (p.87). Por otro lado, Adam y Ebert (1991), indican que la supervisión operativa busca garantizar que los

procesos de producción funcionen de acuerdo con los planes establecidos, optimizando tiempo, costos y calidad.

Importancia de supervisión de operaciones

Según Robbins y Coulter (2018), la importancia de la supervisión de operaciones radica en que permite controlar y coordinar eficientemente las actividades organizacionales, asegurando el cumplimiento de objetivos, la calidad de los procesos y el uso adecuado de los recursos. Asimismo, Chiavenato (2020), señala "la supervisión de operaciones es importante porque permite asegurar el control, la eficiencia y la correcta ejecución de los procesos organizacionales, garantizando que los recursos sean utilizados de manera óptima y que se cumplan los objetivos establecidos" (p. 24).

2.2.2 Línea de Transmisión

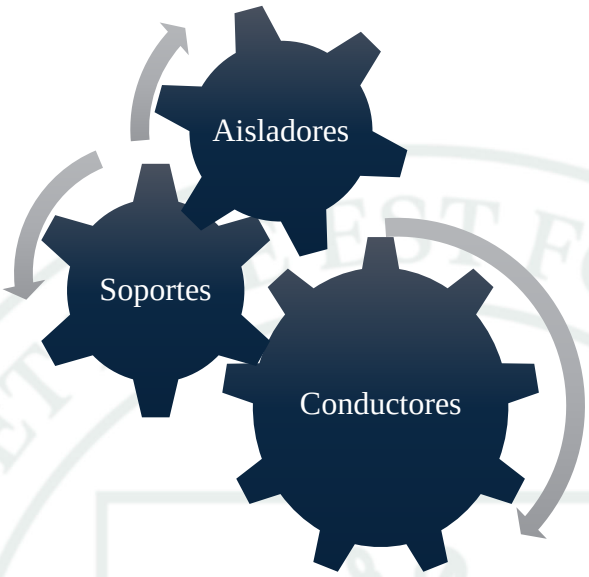
Según Honores y Rios (2018), las líneas de transmisión como su nombre lo indican son aquellas complejas estructuras que transportan grandes bloques de energía eléctrica dentro de los diferentes puntos de la red que constituye el sistema eléctrico de potencia, son físicamente los elementos más simples pero los más extensos. La clasificación de los sistemas de transmisión puede ser realizada desde muy variados puntos de vista, según el medio: en aéreas y subterráneas.

Una línea de transmisión está constituida básicamente por tres (3) elementos:

- Conductores: Consiste en un cuerpo o un medio adecuado, utilizado como portador de corriente eléctrica. El material que forma un conductor eléctrico es cualquier sustancia que puede conducir una corriente eléctrica cuando este conductor se ve sujeto a una diferencia de potencial entre sus extremos.
- Aisladores: Los aisladores en las líneas de transmisión de alta tensión sirven fundamentalmente para sujetar a los conductores, de manera que estos no se muevan en sentido longitudinal o transversal. Como su nombre lo indica, deben evitar la derivación de la corriente de la línea hacia tierra, ya que un aislamiento defectuoso acarrea pérdidas de energía y en consecuencia un aumento del gasto de explotación comercial del sistema.
- Soportes: La función de los soportes es mantener los conductores alejados entre sí y con el suelo, para evitar arcos entre conductores o problemas debajo y al lado de estos. La naturaleza de los soportes es muy variada, en los sistemas de transmisión suelen ser metálicos, concreto o madera, y su selección depende de un análisis económico.

Figura 1

Elementos de líneas de transmisión



Nota. Según Honores y Rios (2018)

Diseño de Líneas de Transmisión

Según Gonzalez (2007) el diseño de un sistema de transmisión consiste en la selección de los equipos necesarios para manejar el valor requerido de potencia con la calidad de servicio demandada y al menor costo global posible durante el período de operación o vida útil del equipo. Asimismo, el sistema debe tener capacidad de expansión con mínimos cambios en los recursos existentes. El diseño de una línea de transmisión considera fundamentalmente cuatro aspectos:

- Diseño eléctrico: Comprende cálculos relacionados con la selección del voltaje, tamaño del conductor, regulación de la línea, pérdidas, efecto corona, control de voltaje, estabilidad del sistema y sistemas de protección. Además, incluye aspectos como capacidad y arreglo de interruptores, relés, coordinación de aislamiento, pararrayos y sistemas de aterramiento.
- Diseño mecánico: Involucra el cálculo de esfuerzos, composición del conductor, espaciamiento entre conductores, clase y tipo de aislamiento, así como la selección de equipos para el conductor.
- Diseño estructural: Considera la selección del tipo de estructuras a utilizar, cálculos de esfuerzos y diseño de fundaciones.

- Especificaciones misceláneas: Incluyen aspectos como la localización de la línea, adquisición del derecho de paso, ubicación de estructuras, coordinación inductiva con otras líneas, medios de comunicación, voltaje de radio influencia (RIV) y ruido audible.

2.2.3 Subestación eléctrica

Según Mafla (2024), una subestación eléctrica es un conjunto de máquinas aparatos y circuitos, cuya finalidad es llevar a cabo una o varias de las siguientes funciones: transformación de la tensión, ajuste de la frecuencia, modificación del número de fases, rectificación, compensación del factor de potencia y conexión de dos o más circuitos

Subestaciones eléctricas de transformación

Según Espinal (2023), "se define como el conjunto de equipos eléctricos utilizados para dirigir y distribuir el flujo de energía eléctrica en un sistema de potencia, con el objeto de garantizar su seguridad por medio de la utilización de adecuados equipos de maniobra, transformación, medición, control y protección" (p.45). Las subestaciones eléctricas intervienen en la generación, transformación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. Una subestación eléctrica está compuesta por dispositivos capaces de modificar los parámetros de la potencia eléctrica (tensión, corriente, frecuencia, etc.) y son un medio de interconexión y despacho entre las diferentes líneas de un sistema eléctrico.

Los elementos principales de una subestación son:

- Transformador: Es una máquina eléctrica estática que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro conservando la frecuencia constante, opera bajo el principio de inducción electromagnética y tiene circuitos eléctricos que están enlazados magnéticamente y aislados eléctricamente. El transformador requiere menor cuidado comparado con otros equipos eléctricos.
- Interruptor de potencia: Dispositivo eléctrico que tiene la capacidad de interrumpir o establecer la circulación de la corriente eléctrica de un circuito, en condiciones normales de operación (máxima carga o en vacío) o condiciones de falla (cortocircuitos).
- Transformadores de medida: Son dispositivos utilizados para reducir los valores de corriente o tensión del sistema a niveles adecuados para los equipos de medición, protección y control, manteniendo una relación proporcional con la magnitud eléctrica original.

- Pararrayos: Los pararrayos o puntas de descarga son dispositivos de protección para la subestación y de toda la instalación en general contra descargas atmosféricas. Consisten en una varilla de material conductor con terminación en punta. Estas varillas se conectan a la red de tierras. El método de los pararrayos es que, al existir descargas en la atmósfera, proporcionarles un camino de muy baja impedancia a fin de que se garantice que, en caso de ocurrir una descarga, ésta se vaya a tierra a través de las puntas y no a través de otros elementos en donde pudieran ocurrir desgracias que lamentar.
- Equipos de maniobra: Son aquellas que presentan los cambios de situación operativa de abierta a cerrada y viceversa, para este caso es el interruptor de potencia, seccionador de barra y seccionador de línea.

Figura 2

Elementos principales de una subestación



Nota. Según Espinal (2023)

Sistemas de comunicación de las subestaciones

Según Gaona (2025), "los sistemas actuales de comunicación corresponden a la necesidad básica de operación de un sistema eléctrico de potencia" (p.122). Una comunicación efectiva entre los diferentes elementos dentro de una subestación como la comunicación entre subestaciones cumple varios protocolos, en especial, el estipulado por la IEC 61850. Las arquitecturas responden a la comunicación a través de una red LAN (Red Aérea Local), la cual es la encargada de soportar los datos obtenidos a partir del sistema de comunicación y crear una interfaz de comunicación. La

red requiere de componentes físicos conectados mediante tecnología Ethernet, entre los cuales destacan los siguientes:

- Los IED tanto de nivel local como bahía
- Switches: permite la comunicación entre IEDs y otros dispositivos con puerto Ethernet
- Fibra óptica/cableado de cobre: permite la conexión entre los dispositivos de manera segura bajo condiciones técnicas como es el gran ancho de banda, inmunidad a interferencias electromagnéticas.
- Equipos de cómputo tales como servidores, computadores de gestión e interfaces hombre máquina (HMI)

Configuraciones de diseño en subestaciones eléctricas

Según Mafla (2024), existen criterios de diseño al momento de realizar una configuración en una subestación, entre los cuales destacan los siguientes:

- Garantizar la continuidad y confiabilidad del servicio eléctrico.
- Proporcionar flexibilidad en la operación de la subestación.
- Facilitar el mantenimiento de los equipos eléctricos para asegurar su buen funcionamiento.
- Maximizar la eficiencia, considerando tanto la cantidad como el costo del equipamiento eléctrico.

Jerarquía dentro de una subestación para comunicación y ubicación de dispositivos

La existencia de una jerarquía es importante para el análisis de eventos dentro de una subestación eléctrica; esta jerarquización está relacionada por factores propios de la subestación, tales como los dispositivos de control, protección, monitoreo y registro. También es necesario conocer tamaño y configuración de la subestación y la arquitectura de las comunicaciones. Asimismo, es necesario considerar el tamaño y la configuración de la subestación, así como la arquitectura de las comunicaciones implementadas, debido a que estos aspectos influyen directamente en la eficiencia de los procesos de supervisión, operación y mantenimiento del sistema eléctrico (Gaona, 2025).

2.2.4 Generalidades de actividades de mantenimiento

Según Ramírez (2022), “el mantenimiento se conoce como el conjunto de actividades que se realiza para mejorar aspectos operativos de un sistema o equipo estableciendo parámetros de funcionalidad, seguridad, productividad, entre otros” (p.43). Los mantenimientos a nivel industrial

se realizan en tres modalidades que son predictivo, preventivo y correctivo. En el ámbito eléctrico los mantenimientos más comunes son los preventivos y correctivos, debido a la necesidad de garantizar la continuidad del servicio, la confiabilidad de los equipos y la seguridad operativa de los sistemas eléctricos.

Para la ejecución de las obligaciones suscritas en con la CAR se consideran mantenimientos preventivos y correctivos:

- Mantenimiento preventivo: Actividades que incluyen la inspección, control, conservación de un equipo con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, se realizan con el propósito de reducir las probabilidades de fallo, mantener condiciones seguras de operación, prolongar la vida útil y evitar accidentes, en general las actividades de mantenimiento preventivo siguen lineamientos específicos por cada elemento y un proceso definido por la compañía.
- Mantenimiento correctivo: Esta actividad se realizó cuando los equipos presentan fallas en su funcionamiento, reparando alguna avería producida, está condicionada a la avería presentada, por lo cual el procedimiento es más específico, de acuerdo con el equipo, el problema y la posible solución.

Es importante resaltar que la gestión del mantenimiento de las instalaciones eléctricos tiene su base en la realización de requerimientos técnicos enfocados a la observación e inspección como primer punto, luego siguen la ejecución de mediciones de los diferentes componentes y equipos que conforman la instalación eléctrica, para luego detectar los problemas que puedan incidir en la disminución de la eficiencia energética, aumentar las perturbaciones y disminuir la vida útil de los diferentes elementos. Sin embargo, estas actividades deben estar reunidas en un registro de información, registros físicos, en hojas de datos y/o registros en electrónico para sistemas en línea, y deben ser la base fundamental para que tanto la parte técnica como la administrativa de la empresa sean conscientes de las necesidades de una planificación, programación, seguimiento y control para preservar y optimizar el tiempo de vida útil de los activos, con el mínimo costo de inversión podría recuperarse (Lugo, 2023).

Tipos de mantenimiento

Según Lugo (2023), el mantenimiento industrial es importante porque permite que las máquinas, equipos e instalaciones funcionen de manera continua y eficiente, evitando fallas que

puedan afectar la producción y generar pérdidas económicas. Los tipos de mantenimiento pueden clasificarse según su objetivo y según su aplicación:

1. Tipos de mantenimiento según su objetivo
    - Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo consiste en realizar inspecciones y revisiones programadas con el fin de prevenir fallas en los equipos. Este tipo de mantenimiento ayuda a mantener las instalaciones en buen estado, prolongar la vida útil de los equipos y evitar paradas inesperadas.
    - Mantenimiento preventivo activo: Este mantenimiento comprende actividades de limpieza de los equipos y componentes del sistema. Su frecuencia depende del ambiente y de las condiciones de operación.
    - Mantenimiento preventivo pasivo: Consiste en el cuidado de las instalaciones considerando factores externos, como las condiciones físicas del ambiente y la protección eléctrica del sistema.
    - Mantenimiento predictivo: El mantenimiento predictivo se basa en inspecciones y monitoreos constantes para detectar posibles fallas antes de que ocurran. Para ello se utilizan equipos de medición como cámaras termográficas y analizadores de redes, los cuales permiten identificar problemas como sobrecalentamientos, malos contactos eléctricos y fallas en los equipos.
    - Mantenimiento correctivo: El mantenimiento correctivo se realizó cuando un equipo presenta una falla y deja de funcionar correctamente. Su objetivo es reparar la avería y restablecer el funcionamiento normal del sistema.
    - Mantenimiento modificativo: Este tipo de mantenimiento consiste en realizar cambios o mejoras en los equipos e instalaciones para adaptarlos a nuevas necesidades, mejorar su funcionamiento o actualizar la tecnología utilizada.
2. Tipos de mantenimiento según su aplicación
    - Mantenimiento cero horas (Overhaul): Consiste en realizar una revisión completa de la maquinaria para dejarla en condiciones similares a las iniciales de funcionamiento.
    - Mantenimiento en uso: Es el mantenimiento básico realizado por los propios usuarios del equipo, como limpieza, lubricación e inspecciones visuales.

- Mantenimiento de oportunidad: Se realizó cuando las máquinas se encuentran detenidas o fuera de servicio, aprovechando esos momentos para efectuar trabajos de mantenimiento sin afectar la producción.

2.2.5 Normas generales para trabajos de mantenimiento eléctrico

Guardar la distancia preventiva recomendada para evitar descargas eléctricas al realizar trabajos en andamios o grúas cerca de redes eléctricas. Si en la zona de trabajo se encuentran elementos energizados o redes eléctricas con un voltaje nominal de hasta 15Kv se recomienda mantener una distancia mínima de 60cm. Cuando se realice transporte de tubería, escaleras, tablas u otros materiales de estas dimensiones se debe realizar el cargue de manera horizontal. Una vez terminada la actividad des energizar la maquinaria o herramientas usadas durante los trabajos, verificar la que las redes estén des energizadas cuando se realicen actividades de limpieza o ajustes generales que no requieran que los equipos estén energizados (Ramírez, 2022).

Procedimiento de ejecución del mantenimiento

Según Puma (2026), "el procedimiento de ejecución del mantenimiento en subestaciones eléctricas comprende una serie de actividades ordenadas y secuenciales para garantizar el adecuado funcionamiento de los equipos y redes eléctricas" (p.123). A continuación, se detalla un procedimiento ordenado paso a paso para la intervención de la subestación y redes:

Tabla 2

Procedimiento de ejecución del mantenimiento en subestaciones eléctricas

Paso	Actividad	Descripción
1	Inspección general	• Comprobación del estado físico del transformador. • Verificación de la existencia de fugas de aceite. • Revisión del nivel de aceite en el indicador, en transformadores con conservador. • Evaluación de la integridad de pararrayos, seccionadores y cortacircuitos. • Identificación de condiciones de corrosión en estructuras metálicas.
2	Limpieza	• Limpieza de la carcasa del transformador mediante paños secos o húmedos. • Limpieza interna del tablero de baja tensión.

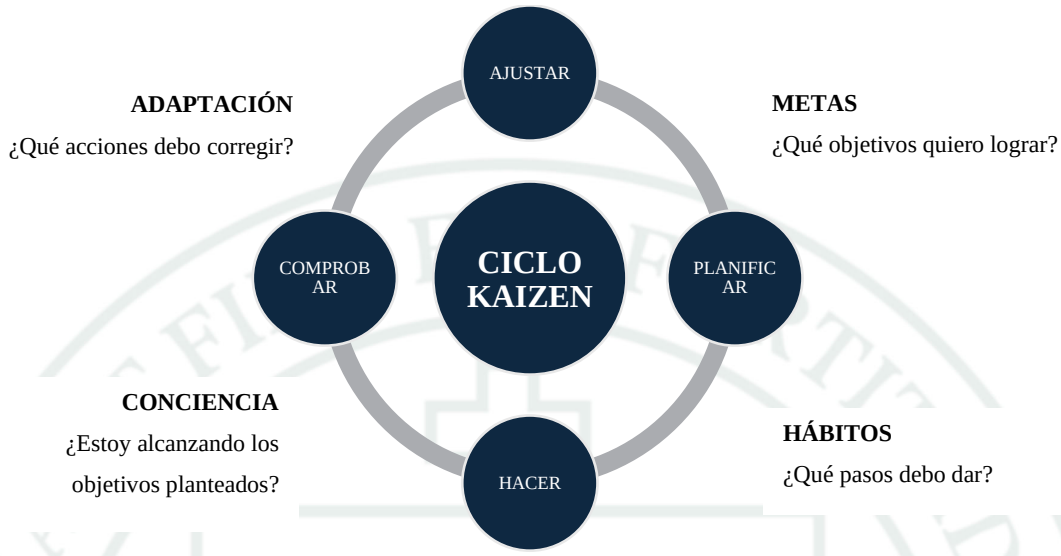
		• Eliminación de polvo, hollín, insectos o nidos.
3	Mantenimiento eléctrico	• Torqueado general en bornes de alta y baja tensión. • Ajuste de conexiones en cuchillas, fusibles y pararrayos. • Reemplazo de componentes dañados. • Verificación del estado de boquillas y aisladores.
4	Pruebas eléctricas	• Prueba de resistencia óhmica de aislamiento mediante Megger. • Prueba TTR para garantizar la correcta relación de voltajes. • Comprobación del estado del neutro y del sistema de puesta a tierra.
5	Rehabilitación de estructura	• Retiro de óxido y aplicación de pintura anticorrosiva. • Sustitución de pernos corroídos. • Verificación de anclajes y soporte del transformador.

2.2.6 Metodología Kaizen

Según Maurer (2014), el método Kaizen es una filosofía de gestión originada en Japón orientada a la mejora continua de los procesos organizacionales, operativos y productivos, basada en la propuesta de mejora de cambios pequeños, progresivos y sostenibles en el tiempo; desde el enfoque de la gestión de calidad, se entiende como un sistema que promueve la optimización constante de actividades y procesos mediante la participación de todos los niveles de la organización, con el objetivo de incrementar la eficiencia, reducir desperdicios y mejorar la calidad del servicio o producto; a diferencia de los enfoques de mejora radical o reingeniería, el Kaizen propone un modelo evolutivo de mejoras incrementales que permiten alcanzar resultados sostenibles, minimizando riesgos operativos y costos asociados, integrándose así dentro de los sistemas modernos de gestión de la calidad total (TQM).

Figura 3

Metodología Kaizen



Nota. Según Maurer (2014)

Herramientas del Método Kaizen

De acuerdo con los planteamientos de Maurer (2014), para la canalización práctica de esta filosofía, el método se instrumenta operativamente mediante cinco herramientas fundamentales basadas en la potencia analítica de lo pequeño:

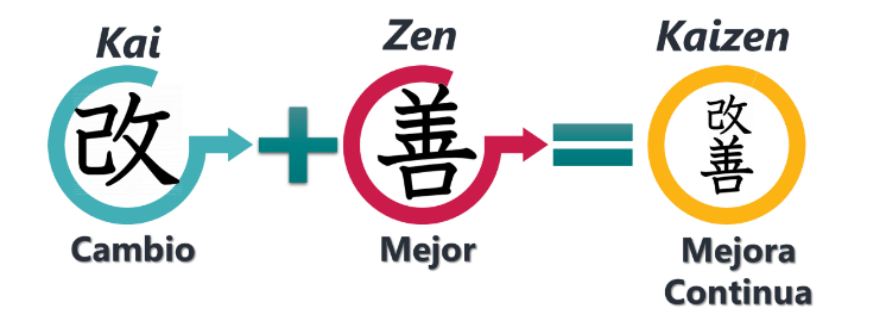
- Hacer preguntas pequeñas: Esta herramienta se utiliza con el propósito específico de desactivar la resistencia psicológica y los temores neurobiológicos naturales del cerebro ante los grandes desafíos. Al fragmentar las interrogantes, se logra estimular la creatividad del personal en un entorno relajado y receptivo.
- Tener pensamientos pequeños: Consiste en un proceso de visualización interna y modelación cognitiva. Permite ensayar, moldear y madurar nuevas competencias, habilidades técnicas o hábitos a nivel mental antes de su ejecución física, preparando al individuo para la acción sin necesidad de mover un solo músculo.
- Realizar acciones pequeñas: Se basa en desplegar directrices y tareas físicas tan cortas, simplificadas y accesibles que el éxito operativo se encuentra completamente garantizado. Al eliminar la complejidad de la tarea, se mitigan de raíz los índices de procrastinación o el rechazo mental al cambio.
- Resolver problemas pequeños: Es una directriz analítica que promueve la identificación temprana, el aislamiento y la corrección inmediata de las desviaciones y fallos menores

en las líneas de operaciones. Su objetivo es impedir de forma activa que estas anomalías escalen y se conviertan en crisis macroeconómicas o cuellos de botella abrumadores.

- Reconocer los pequeños momentos: Implica desarrollar una alta sensibilidad corporativa para capturar, valorar y documentar gestos, microdatos o detalles cruciales que comúnmente son ignorados por los sistemas de control tradicionales. Estas variables resultan ser significativamente más predictivas para el éxito y la sostenibilidad de los procesos a largo plazo que las grandes acciones aisladas.

Figura 4

Modelo Kaizen



Nota. *Adaptado de "Kaizen o la mejora continua"* (Yenque, García, & Ráez, 2002)

Beneficios económicos potenciales del Kaizen

Según Almería (2018), los beneficios económicos potenciales más representativos de la utilización de un método como el Kaizen son los siguientes:

- Se aumenta notablemente la productividad.
- Se reduce el espacio que es utilizado.
- Hay una mejoría en la calidad de los productos.
- Se reduce notablemente el inventario durante el proceso.
- Se reducen los tiempos de fabricación.
- Hay un control de la producción.
- Se eleva la rentabilidad.
- Existe un concepto de responsabilidad entre todos los trabajadores.

2.2.7 Ciclo de mejora continua (PDCA)

Bajo la perspectiva de Brandl (2024), quien enfatiza que la mejora continua consiste en "detectar problemas, comprender qué es lo que no funciona bien y solucionarlo paso a paso"(p.157), se justifica la optimización del proceso de supervisión en los sistemas de

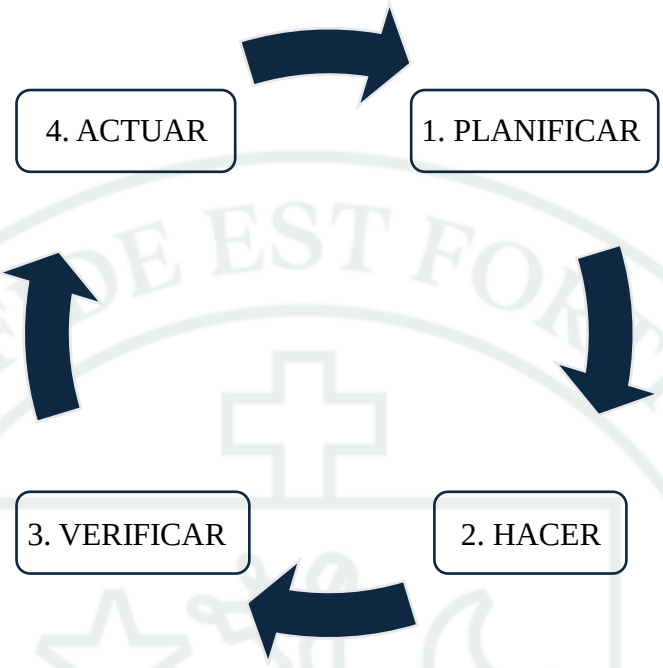
potencia. En lugar de plantear una renovación tecnológica masiva y de alto costo, el enfoque de esta investigación se centra en la identificación diaria de mudas (desperdicios) en los flujos de mantenimiento y en el diseño de herramientas visuales y estandarizadas. Con ello, se busca mitigar los tiempos de respuesta ante fallas críticas en subestaciones y líneas de transmisión mediante la acumulación de mejoras operativas incrementales.

Asimismo, el ciclo PHVA propuesto por Brandl (2024), se adopta en esta investigación como el eje conductor para optimizar la supervisión de operaciones y mantenimiento en la infraestructura eléctrica de potencia. La aplicación práctica de este modelo se desglosa de la siguiente manera:

- Planificar: Consiste en la identificación de un problema o una oportunidad de mejora mediante la recopilación previa de información y el análisis situacional de un proceso, con el objetivo de crear un plan de acción claro que siente las bases para el éxito del proyecto.
- Hacer: Implica la propuesta de mejora de las acciones planificadas a pequeña escala, funcionando como una prueba piloto controlada que permite testear las ideas y documentar detalladamente cada paso para evaluar qué funciona y qué requiere ajustes, minimizando riesgos innecesarios.
- Verificar: Se centra en la revisión y auditoría de los resultados obtenidos tras las acciones ejecutadas, comparándolos directamente con los objetivos planteados originalmente para constatar si efectivamente se resolvió el problema o se aportaron mejoras tangibles.
- Actuar: Consiste en la estandarización y despliegue a mayor escala de los cambios implementados cuando los resultados son positivos, garantizando que la mejora se mantenga en el tiempo. En caso contrario, implica regresar a la fase de planificación para realizar los ajustes necesarios.

Figura 5

Ciclo de mejora continua PHVA



Nota. Según Brandl (2024)

Principios de la Mejora Continua

De acuerdo con Brandl ((2024), la filosofía de mejora continua se rige por cuatro principios fundamentales que transforman la cultura y la eficiencia de los procesos dentro de una organización:

- **Compromiso con la excelencia**: Establece que la optimización no se conforma con resultados aceptables, sino que exige la búsqueda diaria de la máxima calidad. Implica que tanto los individuos como los equipos asuman la responsabilidad directa por sus resultados, fomentando una disciplina interna y una cultura donde siempre se reconoce un espacio para el crecimiento y el éxito a largo plazo.
- **Centrarse en la creación de valor**: Define la generación de valor como el núcleo del método Kaizen. Consiste en priorizar las actividades que impactan positivamente a los clientes (con mayor rapidez o calidad) y a los empleados (con entornos más seguros o mejores herramientas). Su objetivo operativo es

identificar y eliminar sistemáticamente el desperdicio (muda) y las ineficiencias para optimizar el uso de recursos.

- **Énfasis en la colaboración y el trabajo en equipo**: Plantea que la resolución de problemas complejos requiere un enfoque participativo y multidisciplinario, ya que ningún individuo posee todas las soluciones de forma aislada. Se sustenta en una comunicación abierta y el respeto mutuo, permitiendo unificar fortalezas individuales para generar soluciones robustas basadas en una responsabilidad compartida.
- **Aprendizaje continuo y adaptación**: Determina que la sostenibilidad de las mejoras depende de la flexibilidad ante el cambio y la apertura a nuevas ideas. Este principio utiliza la formación, la retroalimentación y la evaluación de los errores como oportunidades de aprendizaje, permitiendo que los equipos se adapten con rapidez frente a imprevistos y mantengan el progreso a lo largo del tiempo.

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la Investigación

La investigación presenta un enfoque cuantitativo, debido a que el diagnóstico del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento se desarrolla mediante la recopilación y análisis de información objetiva, permitiendo identificar las principales deficiencias del proceso y sustentar el diseño de una propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen.

3.2 Diseño de la Investigación

La presente investigación corresponde a un diseño no experimental de corte transversal, debido a que no se manipularon deliberadamente las variables de estudio, sino que se observan y analizan en su contexto natural. En este caso, se evalúa la situación actual del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A., con la finalidad de identificar deficiencias y plantear una propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen.

El diseño no experimental permite recopilar información sobre las actividades de supervisión, procedimientos operativos, tiempos de respuesta, control de mantenimiento y desempeño operativo, sin alterar las condiciones reales en las que se desarrollaron dichos procesos. Asimismo, la investigación tiene un enfoque transversal, ya que la información es recolectada en un periodo determinado correspondiente al año 2025.

Según Creswell (2014), “un diseño no experimental se refiere a estudios en los que el investigador no tiene control sobre las variables y se limita a observar y analizar las relaciones existentes” (p. 41).

3.3 Tipo de Investigación

La investigación es de tipo aplicada, porque buscó resolver un problema específico identificado en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento de la empresa Electro Sur Este S.A.A. Mediante la propuesta basada en la aplicación de la metodología Kaizen, se proponen mejoras orientadas a optimizar las actividades operativas y de mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión.

Este tipo de investigación se caracteriza por utilizar conocimientos teóricos y herramientas de la Ingeniería Industrial para generar soluciones prácticas orientadas al incremento de la

eficiencia operativa, reducción de deficiencias en la supervisión y fortalecimiento de la gestión del mantenimiento dentro del sector eléctrico.

3.4 Nivel de la Investigación

Es propositivo debido a que, a partir del diagnóstico realizado, se formuló una propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen, orientada a optimizar el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento, mejorar la eficiencia operativa, fortalecer el control de actividades y contribuir a la continuidad y confiabilidad del servicio eléctrico.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2018), las investigaciones propositivas tienen como finalidad especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier fenómeno que sea sometido a análisis, permitiendo detallar cómo se manifiestan las variables en un contexto determinado.

3.5 Método de la Investigación

La presente investigación utilizó el método deductivo, porque partirá de fundamentos teóricos y principios generales relacionados con la metodología Kaizen, gestión de operaciones, mantenimiento industrial y mejora continua, para posteriormente analizar su aplicación en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A.

3.6 Población y Muestra

3.6.1 Población

La población de estudio está conformada por el personal involucrado en las actividades de supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A., durante el periodo 2025.

La población incluye a supervisores, ingenieros, técnicos y trabajadores del área de operaciones y mantenimiento que participan directamente en las actividades de supervisión, control operativo, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y monitoreo de los sistemas eléctricos de la empresa.

Asimismo, forman parte de la población los documentos técnicos y registros operativos relacionados con las actividades de supervisión y mantenimiento, tales como reportes de incidencias, órdenes de trabajo, planes de mantenimiento, procedimientos operativos, informes

técnicos e indicadores de gestión, los cuales sirven como fuente de información para el diagnóstico y análisis del proceso actual.

3.6.2 Muestra

La muestra está conformada por los trabajadores de la empresa Electro Sur Este S.A.A. que participan directamente en las actividades de supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión durante el periodo 2025. Se incluyen supervisores, ingenieros y técnicos seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando su experiencia y participación directa en los procesos objeto de estudio.

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.7.1 Técnicas de la Investigación

Para el estudio en cuestión se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

- **Revisión documental**

La técnica de revisión documental permite recopilar y analizar información relacionada con los procesos de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A. A través de esta técnica se revisan documentos internos, reportes operativos, registros de mantenimiento, procedimientos técnicos, manuales, indicadores de gestión, informes de incidencias y demás documentación vinculada con las actividades de supervisión y mantenimiento.

La aplicación de esta técnica facilita la identificación de deficiencias operativas, tiempos de respuesta, cumplimiento de procedimientos y aspectos relacionados con la gestión actual de las operaciones y mantenimiento.

- **Entrevistas semiestructuradas**

La técnica de entrevistas semiestructuradas se aplicó al personal involucrado en las actividades de supervisión, operaciones y mantenimiento, tales como supervisores, ingenieros y técnicos de la empresa. Esta técnica permite obtener información detallada sobre las condiciones actuales de los procesos, dificultades operativas, procedimientos aplicados, niveles de coordinación y oportunidades de mejora existentes dentro de las actividades de supervisión y mantenimiento.

Las entrevistas se desarrollaron mediante una guía de preguntas previamente estructurada, permitiendo además profundizar en aspectos relevantes que surjan durante el desarrollo de la investigación (Fowler, 2014).

- **Observación directa**

La técnica de observación directa permite analizar de manera presencial las actividades relacionadas con la supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión. Mediante esta técnica se identificaron procedimientos operativos, tiempos de ejecución, condiciones de trabajo, cumplimiento de protocolos, flujo de actividades y posibles deficiencias dentro de los procesos supervisados.

La observación directa contribuye a obtener información objetiva sobre el funcionamiento real de las operaciones y permite complementar los datos obtenidos mediante la revisión documental y las entrevistas semiestructuradas (McLeod, 2018).

3.7.2 Instrumentos de la Investigación

Para la presente investigación se emplea los siguientes instrumentos de recolección de datos, en función de las técnicas seleccionadas:

- **Ficha de revisión documental**

Este instrumento es utilizado para recopilar y organizar información proveniente de documentos técnicos y administrativos relacionados con las actividades de supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A.

La ficha permite registrar información relevante contenida en reportes operativos, órdenes de trabajo, planes de mantenimiento, procedimientos técnicos, informes de incidencias, indicadores de gestión y demás documentación relacionada con el proceso de supervisión y mantenimiento (Hernández, Fernández, & Baptista, 2018).

- **Guía de entrevista semiestructurada**

La guía de entrevista semiestructurada está conformada por un conjunto de preguntas orientadas a obtener información del personal involucrado en las actividades de supervisión, operaciones y mantenimiento (Hernández, Fernández, & Baptista, 2018).

Este instrumento permitió conocer la percepción de supervisores, ingenieros y técnicos respecto a las deficiencias existentes en el proceso de supervisión, tiempos de respuesta,

coordinación operativa, cumplimiento de procedimientos y oportunidades de mejora mediante la aplicación de la metodología Kaizen.

Asimismo, la guía facilita la profundización de temas relevantes durante el desarrollo de las entrevistas.

- **Ficha de observación directa**

La ficha de observación directa permitió registrar de manera sistemática las actividades desarrolladas durante el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones y líneas de transmisión (Hernández, Fernández, & Baptista, 2018).

A través de este instrumento se evaluaron aspectos relacionados con procedimientos operativos, tiempos de ejecución, cumplimiento de protocolos, condiciones de trabajo, coordinación de actividades, uso de recursos y posibles deficiencias operativas observadas durante el desarrollo de las actividades de supervisión y mantenimiento.

3.8 Campo de verificación

La presente investigación se desarrolló en la empresa Electro Sur Este S.A.A., específicamente en las áreas relacionadas con la supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión durante el periodo 2025.

El campo de verificación corresponde al área de Ingeniería Industrial, orientado a la gestión de operaciones, mantenimiento industrial y mejora continua de procesos. La investigación se enfoca en analizar las actividades de supervisión operativa y mantenimiento, identificando deficiencias, tiempos improductivos, problemas de coordinación y oportunidades de mejora mediante la aplicación de la metodología Kaizen.

Asimismo, el estudio comprende la evaluación de procedimientos operativos, registros técnicos, actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, así como el desempeño del personal involucrado en las actividades de supervisión y mantenimiento de infraestructura eléctrica.

3.9 Procedimiento de recolección de datos

Para la recolección de datos se siguieron las siguientes etapas:

En primer lugar, se realizó la coordinación con la empresa Electro Sur Este S.A.A. para obtener la autorización correspondiente y acceder a la información necesaria para el desarrollo de la investigación.

Posteriormente, se aplicó la técnica de revisión documental mediante el análisis de reportes operativos, órdenes de trabajo, registros de mantenimiento, procedimientos técnicos, informes de incidencias e indicadores de gestión relacionados con las actividades de supervisión y mantenimiento.

Seguidamente, se desarrollaron entrevistas semiestructuradas al personal involucrado en las actividades de operaciones y mantenimiento, tales como supervisores, ingenieros y técnicos, con el propósito de obtener información sobre la situación actual del proceso, dificultades operativas y oportunidades de mejora.

Asimismo, se realizó la observación directa de las actividades de supervisión y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión, registrando información relacionada con procedimientos operativos, tiempos de ejecución, coordinación de actividades y cumplimiento de protocolos.

Finalmente, toda la información recopilada es organizada y clasificada para su posterior procesamiento y análisis.

3.10 Procesamiento y Análisis de datos

La información recopilada mediante la revisión documental, entrevistas semiestructuradas y observación directa es organizada, clasificada y sistematizada de acuerdo con los objetivos de la investigación.

Los datos obtenidos son procesados utilizando tablas de registro, matrices de análisis y herramientas de la Ingeniería Industrial orientadas a la mejora continua y optimización de procesos. Asimismo, se emplea diagramas de procesos, análisis de causas, identificación de deficiencias operativas y evaluación de indicadores relacionados con las actividades de supervisión y mantenimiento.

Para el análisis de la información se aplicó un enfoque descriptivo, permitiendo identificar las principales deficiencias del proceso actual de supervisión de operaciones y mantenimiento. Posteriormente, se desarrolla un análisis propositivo basado en la metodología Kaizen, orientado a plantear mejoras relacionadas con la estandarización de procedimientos, optimización de actividades, reducción de tiempos improductivos y fortalecimiento de la eficiencia operativa.

Finalmente, los resultados son presentados mediante cuadros, tablas y esquemas de análisis que facilitan la interpretación de la información y la formulación de la propuesta de mejora para la empresa Electro Sur Este S.A.A.

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo se desarrolla el diagnóstico de la situación actual del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de Electro Sur Este S.A.A. Para ello, se analiza la información obtenida mediante la revisión documental, las entrevistas realizadas al personal involucrado y la observación de los procedimientos vigentes.

Asimismo, se emplean herramientas de la metodología Kaizen para identificar las principales deficiencias, desperdicios y causas que afectan la eficiencia del proceso. Los resultados obtenidos permiten establecer una línea base que sirve de sustento para el planteamiento de la propuesta de mejora presentada en el capítulo siguiente.

4.1 Descripción del proceso actual de supervisión de operaciones y mantenimiento

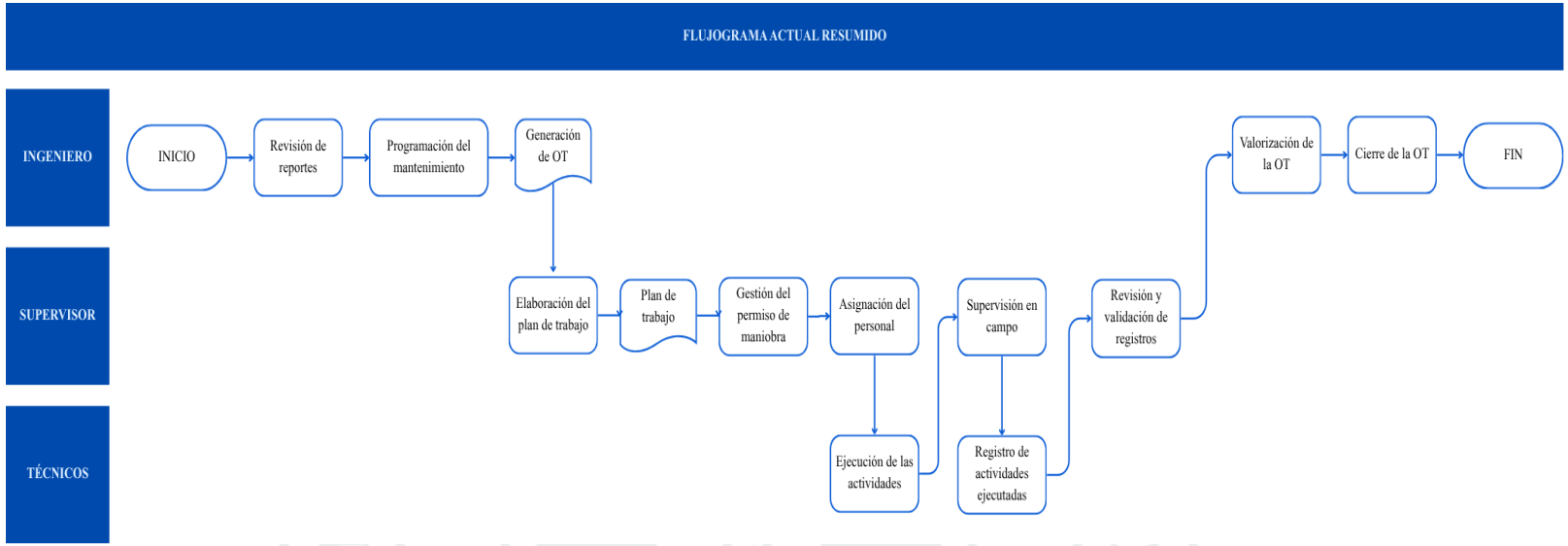
Electro Sur Este S.A.A. cuenta con un procedimiento establecido para la supervisión de las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones de generación eléctrica. El proceso comprende una serie de actividades orientadas a garantizar la continuidad operativa, confiabilidad y calidad del servicio eléctrico.

El procedimiento inicia con la revisión de los reportes de operación y mantenimiento programados. Posteriormente, se organiza el programa de mantenimiento correspondiente y se generan las órdenes de trabajo necesarias para la ejecución de las actividades programadas. Una vez emitidas las órdenes de trabajo, la empresa contratista elabora el plan de trabajo y solicita el permiso de maniobra correspondiente para intervenir las instalaciones eléctricas.

Durante la ejecución de las actividades, el supervisor realizó el seguimiento y control de los trabajos desarrollados por la contratista, pudiendo efectuar supervisiones presenciales o virtuales mediante herramientas tecnológicas disponibles. Finalizada la ejecución de las actividades, se realizó el registro de la operación y mantenimiento efectuado, se verifica la conformidad del servicio prestado y se procede con la valorización de los trabajos ejecutados. Finalmente, se aprueba la valorización, se cierra la orden de trabajo y se autoriza el pago correspondiente.

Figura 6

Flujograma actual resumido



Nota. *Elaboración propia*

Con la finalidad de comprender la secuencia de actividades que conforman el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento, se realizó un análisis de las principales etapas identificadas en el procedimiento vigente de Electro Sur Este S.A.A. Este análisis permite identificar los responsables involucrados, los insumos requeridos y los resultados generados en cada actividad, constituyendo una base para la posterior identificación de desperdicios y oportunidades de mejora mediante la metodología Kaizen. En la Tabla 3 se presenta el análisis de las actividades que conforman el proceso actual.

Tabla 3

Análisis de actividades del proceso actual

Actividad	Responsable	Entrada	Salida
Revisar reportes	Supervisor	Reportes de operación y mantenimiento	Programa actualizado
Generar OT	Supervisor	Programa de mantenimiento	Orden de trabajo
Elaborar plan de trabajo	Contratista	Orden de trabajo	Plan de trabajo
Ejecutar actividades	Contratista	Plan aprobado	Actividades ejecutadas
Supervisar trabajos	Supervisor	Actividades ejecutadas	Informe de supervisión
Registrar actividades	Supervisor	Información de campo	Registro actualizado
Valorizar actividades	Contratista	Actividades ejecutadas	Valorización
Cerrar OT	Supervisor	Valorización aprobada	Orden de trabajo cerrada

Análisis: Como se observa en la Tabla 3, el proceso involucra la participación de supervisores y contratistas en distintas etapas operativas y administrativas. Asimismo, se evidencia la existencia de actividades de control y validación que, si bien contribuyen al aseguramiento de la calidad del servicio, podrían generar tiempos adicionales dentro del flujo del proceso. Estas actividades son analizadas posteriormente desde la perspectiva de la metodología Kaizen para identificar posibles desperdicios y oportunidades de mejora.

4.2 Resultados de la revisión documental

La revisión documental permitió analizar el procedimiento vigente de supervisión de operación y mantenimiento, identificando las actividades, responsables y controles establecidos para la ejecución de los trabajos de mantenimiento en las instalaciones eléctricas.

Del análisis realizado se observó que el proceso incorpora diversos puntos de control y validación orientados a garantizar la correcta ejecución de las actividades. Sin embargo, también se identificó la existencia de múltiples etapas de revisión y aprobación que podrían generar tiempos adicionales dentro del flujo operativo.

Asimismo, se evidenció que gran parte de la gestión documental asociada a las órdenes de trabajo, valorizaciones y expedientes de liquidación requiere procesos de revisión y validación sucesivos, incrementando la carga administrativa del proceso.

4.3 Resultados de las entrevistas realizadas

Las entrevistas realizadas al personal involucrado en las actividades de supervisión de operaciones y mantenimiento permitieron identificar diversos factores que afectan el desempeño del proceso actual. Entre los principales hallazgos destacan las dificultades de acceso a determinadas instalaciones, la ausencia de tiempos estándar para algunas actividades, la necesidad de fortalecer la automatización de los procesos y oportunidades de mejora en la coordinación entre áreas.

Asimismo, los entrevistados señalaron la importancia de optimizar el seguimiento de las órdenes de trabajo y fortalecer la gestión de recursos necesarios para la ejecución de actividades de mantenimiento. Estos resultados evidencian la existencia de oportunidades de mejora relacionadas con la eficiencia operativa, la gestión de la información y la estandarización de actividades.

Los hallazgos identificados constituyen la base para el análisis de desperdicios y causas raíz desarrollado en los siguientes apartados, permitiendo sustentar la formulación de una propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen.

Tabla 4

Caracterización de los entrevistados

Cargo	Cantidad
Jefe de área	1
Supervisor	3
Practicante	1
Total	**5**

Análisis: Como se observa en la Tabla 4, las entrevistas fueron realizadas a personal directamente relacionado con las actividades de supervisión, operación y mantenimiento, permitiendo obtener información relevante sobre el funcionamiento actual del proceso. Teniendo un total de 5 personas entrevistadas, de las cuales 1 es Jefe de Sistemas de Transmisión y

Generación, 3 son Supervisores de Mantenimiento de Centrales, Mantenimiento de Subestaciones y Mantenimiento de Centrales Hidroeléctricas, y finalmente 1 persona que se encuentra realizando sus prácticas profesionales en la empresa.

Tabla 5

Matriz de análisis de entrevistas

Hallazgo identificado	Evidencia observada en entrevistas	Impacto
Dificultades de acceso a las instalaciones	Mencionado por los supervisores	Retrasos en la atención
Falta de tiempos estándar	Actividades sujetas a condiciones operativas	Variabilidad en tiempos
Necesidad de automatización	Solicitud de herramientas tecnológicas	Mayor control operativo
Mejora en la comunicación entre las áreas	Coordinación entre áreas	Demoras en la información
Disponibilidad de repuestos	Necesidad de incrementar el stock	Riesgo de retrasos
Seguimiento de actividades	Control principalmente de forma manual	Menor trazabilidad

Análisis: La información recopilada mediante las entrevistas permitió identificar diversas oportunidades de mejora en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento. Los principales hallazgos están relacionados con dificultades de acceso a instalaciones, ausencia de tiempos estándar para algunas actividades, necesidad de fortalecer la automatización de procesos y mejoras en la coordinación entre áreas. Estos aspectos evidencian situaciones que afectan la eficiencia operativa y constituyen una base para la identificación de desperdicios y el planteamiento de acciones de mejora bajo el enfoque Kaizen.

4.4 Identificación de desperdicios mediante la metodología Kaizen

La metodología Kaizen establece la necesidad de identificar actividades que no generan valor agregado dentro de los procesos organizacionales. En ese sentido, se realizó un análisis orientado a detectar la presencia de desperdicios operativos (Muda) dentro del proceso de supervisión de operación y mantenimiento.

Los resultados obtenidos permitieron identificar la existencia de desperdicios asociados principalmente a tiempos de espera, movimientos innecesarios, sobreprocesamiento y retrabajos.

Los tiempos de espera se presentan principalmente durante la gestión de autorizaciones, permisos de maniobra, revisiones documentales y aprobación de valorizaciones. Por otro lado, los movimientos innecesarios se encuentran relacionados con los desplazamientos requeridos para acceder a determinadas instalaciones ubicadas en zonas alejadas o de difícil acceso.

Asimismo, se identificaron actividades de sobreprocesamiento relacionadas con la revisión reiterada de expedientes, validaciones sucesivas y corrección de observaciones documentarias. Finalmente, se detectaron retrabajos asociados a la devolución de expedientes para levantamiento de observaciones y correcciones administrativas.

Tabla 6

Matriz Muda del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento

Actividad del proceso	Desperdicio (Muda)	Descripción del desperdicio	Impacto en el proceso
Solicitud de permisos de maniobra	Espera	Tiempo requerido para obtener actualizaciones previas a la ejecución de los trabajos	Retrasos en el inicio de actividades de mantenimiento
Acceso a subestaciones y líneas de transmisión	Movimiento	Desplazamientos prolongados debido a la ubicación geográfica y condiciones de acceso	Incremento del tiempo de supervisión y atención de incidencias
Revisión y validación de documentación	Sobreprocesamiento	Múltiples revisiones de órdenes de trabajo, informes y valorizaciones	Incremento de carga administrativa y tiempos de gestión
Corrección de observaciones documentarias	Retrabajo	Reprocesamiento de documentos debido a errores o información incompleta	Demoras en el cierre de actividades y valorizaciones
Seguimiento manual de actividades	Sobreprocesamiento	Registro y control de información mediante procesos manuales o poco integrados	Menor eficiencia en el monitoreo y control operativo
Gestión de repuestos y recursos	Espera	Demoras ocasionadas por la disponibilidad limitada de materiales o equipos de reemplazo	Afectación en los tiempos de atención y mantenimiento
Coordinación entre áreas involucradas	Espera	Retrasos en el intercambio de información y toma de decisiones	Disminución de la eficiencia operativa

Nota: *Elaboración Propia*

Análisis: La matriz Muda permitió identificar desperdicios asociados principalmente a tiempos de espera, movimientos innecesarios, sobreprocesamiento y retrabajos dentro del proceso de supervisión y mantenimiento. Los desperdicios detectados se encuentran relacionados con actividades de coordinación, gestión documental, desplazamiento a instalaciones y seguimiento de actividades operativas. Estas situaciones generan ineficiencias que afectan el desempeño del proceso y evidencian oportunidades de mejora que pueden ser abordadas mediante la aplicación de herramientas de la metodología Kaizen.

4.5 Análisis de problemas identificados

Con base en la información recopilada mediante entrevistas y revisión documental, se identificaron los principales problemas presentes dentro del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento. Entre ellos destacan:

- Ausencia de tiempos estándar para determinadas actividades de supervisión y atención de incidencias.
- Dificultades de acceso a instalaciones eléctricas ubicadas en zonas alejadas.
- Limitaciones en la disponibilidad de equipos y repuestos.
- Procesos documentarios extensos y sujetos a múltiples validaciones.
- Necesidad de fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de órdenes de trabajo.
- Oportunidades de mejora en la comunicación y flujo de información entre áreas.

Estos problemas afectan la eficiencia operativa del proceso y generan actividades que no aportan valor directo al servicio prestado.

4.6 Análisis de causas raíz

Para determinar las causas que originan las deficiencias identificadas, se aplicó el análisis de causa raíz mediante el Diagrama de Ishikawa. El análisis permitió identificar causas relacionadas con factores de método, personal, tecnología, materiales, entorno y gestión.

En la categoría método se identificó la ausencia de procedimientos estandarizados para determinadas actividades y la existencia de múltiples etapas de validación documental. En la categoría personal se observaron diferencias en los criterios utilizados para el seguimiento y control de actividades.

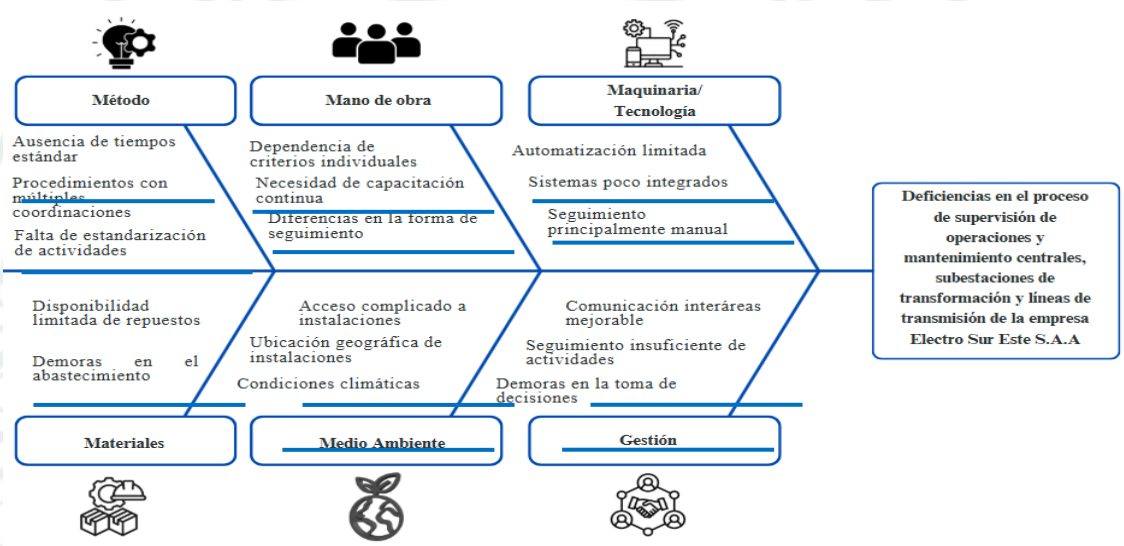
Respecto a la tecnología, se evidenciaron oportunidades para fortalecer la digitalización de procesos y la integración de herramientas de seguimiento. En la categoría materiales se identificaron limitaciones asociadas a la disponibilidad de equipos y repuestos.

Por último, en las categorías entorno y gestión se identificaron dificultades relacionadas con el acceso a instalaciones, coordinación entre áreas y seguimiento de actividades operativas.

Con la finalidad de identificar las causas que originan las deficiencias detectadas en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento, se elaboró un Diagrama de Ishikawa. Esta herramienta permitió agrupar las posibles causas en diferentes categorías relacionadas con el método de trabajo, personal, tecnología, materiales, entorno y gestión.

Figura 7

Diagrama de Ishikawa



Nota: Elaboración Propia

Análisis: El Diagrama de Ishikawa evidencia que las principales causas de las ineficiencias identificadas se encuentran relacionadas con la ausencia de tiempos estándar, limitaciones en la automatización de los procesos, dificultades de acceso a las instalaciones y oportunidades de mejora en la comunicación y seguimiento de actividades. Estas causas generan desperdicios asociados a tiempos de espera, movimientos innecesarios y sobreprocesamiento, los cuales pueden ser abordados mediante la aplicación de herramientas de mejora continúa basadas en la metodología Kaizen.

4.7 Priorización de causas mediante el diagrama de Pareto

Con base en la información recopilada durante el diagnóstico, las entrevistas realizadas al personal y el análisis de los procesos de supervisión, se determinaron las principales causas que afectan el desempeño del proceso. Posteriormente, dichas causas fueron priorizadas de acuerdo con su frecuencia de ocurrencia, permitiendo construir el diagrama de Pareto conforme al principio

80/20, el cual establece que un reducido número de causas concentra la mayor parte de los problemas.

Tabla 7

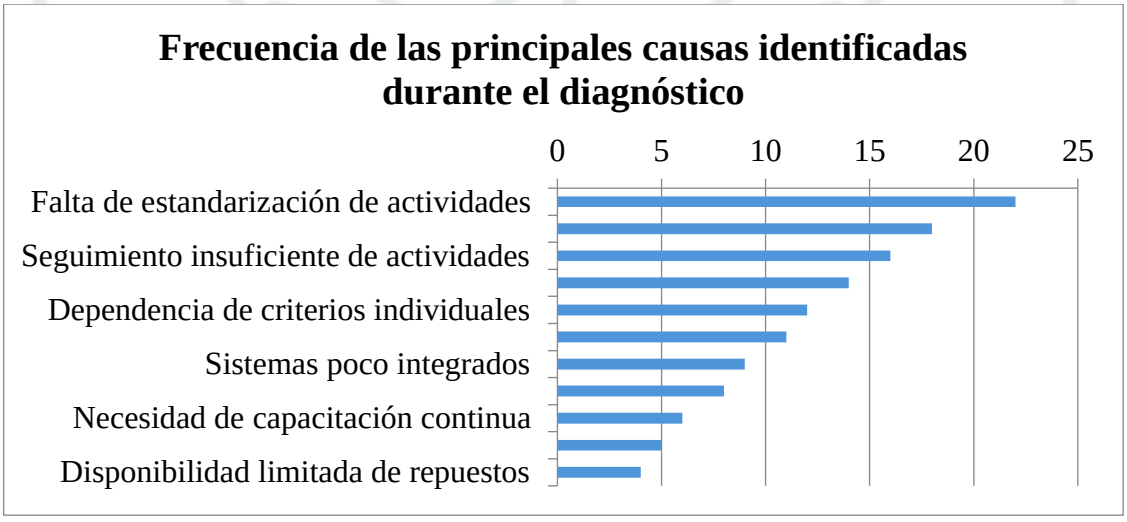
Frecuencia de las principales causas identificadas

N.°	Causa identificada	Frecuencia	%	% acumulado
1	Falta de estandarización de actividades	22	17.60%	17.60%
2	Ausencia de tiempos estándar	18	14.40%	32.00%
3	Seguimiento insuficiente de actividades	16	12.80%	44.80%
4	Procedimientos con múltiples coordinaciones	14	11.20%	56.00%
5	Dependencia de criterios individuales	12	9.60%	65.60%
6	Automatización limitada	11	8.80%	74.40%
7	Sistemas poco integrados	9	7.20%	81.60%
8	Comunicación interáreas mejorable	8	6.40%	88.00%
9	Necesidad de capacitación continua	6	4.80%	92.80%
10	Acceso complicado a instalaciones	5	4.00%	96.80%
11	Disponibilidad limitada de repuestos	4	3.20%	100.00%
	Total	**125**	**100.00%**	

A partir de la información presentada en la Tabla 7 se elaboró el diagrama de Pareto, el cual se muestra en la Figura 8.

Figura 8

Frecuencia de las principales causas identificadas durante el diagnóstico



El diagrama de Pareto evidencia que las siete primeras causas representan aproximadamente el 81.60% del total de incidencias identificadas durante el diagnóstico del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento. Entre ellas destacan la falta de estandarización de actividades (17.60%), la ausencia de criterios y tiempos referenciales estandarizados para determinadas actividades (14.40%) y el seguimiento insuficiente de actividades (12.80 %), las cuales constituyen los factores con mayor impacto en el desempeño del proceso.

De acuerdo con el principio de Pareto, atender prioritariamente estas causas permitirá obtener la mayor mejora en el desempeño organizacional. Por ello, la propuesta basada en la metodología Kaizen se orienta principalmente a la estandarización de procedimientos, la definición de tiempos estándar, el fortalecimiento del seguimiento mediante indicadores de gestión, la simplificación de los procedimientos de supervisión y la capacitación del personal. Estas acciones buscan reducir las principales deficiencias detectadas y contribuir a la mejora continua del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en Electro Sur Este S.A.A.

4.8 Diagnóstico general de la situación actual

El diagnóstico realizado permitió determinar que el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento de Electro Sur Este S.A.A. presenta oportunidades de mejora relacionadas principalmente con la gestión de la información, la estandarización de actividades y el fortalecimiento de los mecanismos de seguimiento y control.

Los principales problemas identificados se encuentran asociados a la ausencia de tiempos estándar para determinadas actividades, dificultades de acceso a instalaciones, procesos administrativos extensos y limitaciones en la coordinación operativa.

Desde la perspectiva de la metodología Kaizen, estas situaciones constituyen desperdicios que afectan la eficiencia del proceso y generan oportunidades para la propuesta de mejora de acciones orientadas a la mejora continua.

En consecuencia, se considera pertinente formular una propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen que permita optimizar el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento mediante la reducción de actividades que no generan valor agregado, la estandarización de procedimientos y el fortalecimiento de los mecanismos de control y seguimiento.

Los resultados obtenidos en el presente diagnóstico constituyen el sustento técnico para la propuesta desarrollada en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA BASADA EN LA METODOLOGÍA KAIZEN

En el presente capítulo se desarrolla la propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen para optimizar el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de Electro Sur Este S.A.A. La propuesta se fundamenta en los hallazgos obtenidos durante el diagnóstico realizado en el capítulo anterior y busca contribuir a la eliminación de desperdicios, la estandarización de actividades y el fortalecimiento de los mecanismos de seguimiento y control, promoviendo la mejora continua dentro de la organización.

5.1 Diseño de la propuesta

La propuesta ha sido diseñada considerando los problemas identificados durante el diagnóstico, los desperdicios detectados mediante la matriz Muda y las causas raíz determinadas a través del Diagrama de Ishikawa.

5.1.1 Estandarización del proceso de supervisión

- **Situación actual**

Se identificó la ausencia de tiempos estándar y diferencias en la ejecución y seguimiento de actividades.

- **Propuesta**

Implementar procedimientos estandarizados para:

- Supervisión de mantenimiento preventivo
- Supervisión de mantenimiento correctivo
- Atención de incidencias
- Registro de actividades

Tabla 8

Acciones de estandarización

Problema identificado	Acción propuesta
Falta de tiempos estándar	Definir tiempos referenciales a cumplir
Diferencias en supervisión	Elaborar procedimientos estandarizados
Variabilidad en registros	Diseñar formatos únicos

Nota: Elaboración Propia

5.1.2 Propuesta de mejora de listas de verificación

Durante el diagnóstico realizado se identificó que las actividades de supervisión de operación y mantenimiento son ejecutadas por diferentes responsables, quienes pueden aplicar criterios distintos durante la verificación de los trabajos realizados. Asimismo, las entrevistas evidenciaron oportunidades de mejora relacionadas con el seguimiento de actividades, el registro de información y el control de cumplimiento de los procedimientos establecidos.

Estas situaciones pueden generar omisiones involuntarias, diferencias en los criterios de evaluación y dificultades para garantizar la trazabilidad de las actividades ejecutadas.

5.1.2.1 Fundamentación de la propuesta

La metodología Kaizen promueve la estandarización de los procesos como mecanismo para reducir errores, minimizar variaciones y asegurar la ejecución uniforme de las actividades. Una de las herramientas más utilizadas para este fin son las listas de verificación o checklists, las cuales permiten controlar de manera sistemática el cumplimiento de tareas previamente definidas.

La propuesta de mejora de listas de verificación permite que las actividades de supervisión sean realizadas siguiendo criterios homogéneos, facilitando el control operativo y mejorando la calidad de la información registrada.

5.1.2.2 Propuesta de mejora

Se propone la elaboración y utilización de listas de verificación para las principales actividades de supervisión de operaciones y mantenimiento, incluyendo:

- Supervisión de mantenimiento preventivo.
- Supervisión de mantenimiento correctivo.
- Inspección de subestaciones.
- Inspección de líneas de transmisión.
- Verificación de condiciones de seguridad.
- Cierre de órdenes de trabajo.

Las listas de verificación deben ser completadas por el personal responsable durante la ejecución de las actividades y posteriormente archivadas como evidencia del cumplimiento de los procedimientos establecidos.

Tabla 9

Propuesta de Checklist de Supervisión de Actividades de Mantenimiento

N°	Criterio de verificación	Cumple	No cumple	Observaciones
1	La Orden de Trabajo (OT) se encuentra aprobada	☐	☐	
2	El permiso de maniobra fue emitido correctamente	☐	☐	
3	El personal cuenta con los EPP requeridos	☐	☐	
4	El personal conoce el alcance de la actividad	☐	☐	
5	Se dispone de herramientas y equipos necesarios	☐	☐	
6	Se cuenta con los materiales y repuestos requeridos	☐	☐	
7	Las actividades se ejecutan según el procedimiento establecido	☐	☐	
8	Se cumplen las condiciones de seguridad establecidas	☐	☐	
9	Se registró evidencia fotográfica de los trabajos	☐	☐	
10	Se registraron incidencias ocurridas durante la ejecución	☐	☐	
11	Se actualizó el registro de mantenimiento correspondiente	☐	☐	
12	La actividad fue concluida satisfactoriamente	☐	☐	

Análisis: La aplicación de esta lista de verificación permite estandarizar las actividades de supervisión durante la ejecución de trabajos de mantenimiento, reduciendo omisiones y garantizando el cumplimiento de los procedimientos establecidos. Asimismo, facilita la recopilación de información para el seguimiento y control de las actividades realizadas.

Tabla 10

Propuesta de Checklist para el Cierre de Orden de Trabajo

N°	Requisito de cierre	Cumple	No cumple	Observaciones
1	La actividad programada fue ejecutada	☑	☑	
2	Se elaboró el informe técnico correspondiente	☑	☑	
3	Se adjuntó evidencia fotográfica	☑	☑	
4	Se registraron los materiales utilizados	☑	☑	
5	Se registraron las horas hombre empleadas	☑	☑	
6	Se registraron incidencias presentadas	☑	☑	
7	Se actualizaron los registros de mantenimiento	☑	☑	
8	El supervisor otorgó conformidad al servicio	☑	☑	
9	La documentación se encuentra completa	☑	☑	
10	La orden de trabajo está lista para valorización	☑	☑	

Análisis: La propuesta de mejora de este checklist permite fortalecer el control documental y operativo durante el cierre de las órdenes de trabajo, reduciendo errores, retrabajos y observaciones posteriores. Además, facilita la trazabilidad de las actividades ejecutadas y mejora la calidad de la información utilizada para la gestión del mantenimiento.

Tabla 11

Relación de los checklists con los desperdicios identificados

Desperdicio identificado	Acción propuesta	Herramienta Kaizen
Retrabajo por documentación incompleta	Checklist de cierre de OT	Estandarización
Diferencias en criterios de supervisión	Checklist de supervisión	Trabajo estandarizado
Omisión de actividades	Listas de verificación	Control visual
Seguimiento manual deficiente	Registros estandarizados	Mejora continua
Demoras en validaciones	Verificación previa de requisitos	Prevención de errores

Análisis: Los checklists propuestos contribuyen directamente a la reducción de desperdicios identificados en el diagnóstico, especialmente aquellos relacionados con retrabajos, sobreprocesamiento y errores en la gestión documental. Asimismo, promueven la estandarización de las actividades de supervisión y fortalecen la cultura de mejora continúa impulsada por la metodología Kaizen.

5.1.3 Sistema de seguimiento de órdenes de trabajo

Durante el diagnóstico del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento se identificó que el seguimiento de las órdenes de trabajo se realizó mediante registros dispersos y controles que dificultan la visualización oportuna del estado de las actividades programadas. Esta situación puede generar demoras en la identificación de trabajos pendientes, dificultades para monitorear el avance de las actividades y limitaciones para la toma de decisiones.

Asimismo, las entrevistas realizadas evidenciaron la necesidad de fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las actividades de mantenimiento, con el propósito de mejorar la trazabilidad de la información y optimizar la gestión operativa.

5.1.3.1 Fundamentación de la propuesta

La metodología Kaizen promueve el control visual y el seguimiento continuo de los procesos como herramientas para facilitar la detección temprana de desviaciones y la La propuesta de propuesta de mejora de acciones correctivas. En ese sentido, se espera que la empresa pueda implementar un sistema de seguimiento de órdenes de trabajo que permita monitorear el estado de las actividades desde su generación hasta su cierre.

La propuesta espera centralizar la información relacionada con las órdenes de trabajo, facilitando el control del cumplimiento de los mantenimientos programados y mejorando la comunicación entre las áreas involucradas.

5.1.3.2 Propuesta de mejora

Se propone la creación de una matriz de seguimiento de órdenes de trabajo que se espera permita registrar y monitorear la información relevante de cada actividad de mantenimiento.

La matriz debería actualizarse periódicamente y contener información sobre la fecha de emisión de la orden de trabajo, responsable asignado, estado de ejecución, fecha de cierre y observaciones relevantes.

Tabla 12

Matriz de seguimiento de órdenes de trabajo propuesta

Orden de Trabajo	Tipo de mantenimiento	Instalación	Responsable	Fecha de emisión	Fecha programada	Fecha de ejecución	Estado	% Avance	Días de retraso	Observaciones
OT-001	Preventivo	Subestación A	Supervisor A	1/1/2025	5/1/2025	5/1/2025	Cerrada	100%	0	Conforme
OT-002	Correctivo	Línea LT-01	Supervisor B	2/1/2025	6/1/2025	-	En proceso	60%	0	Pendiente de culminación
OT-003	Preventivo	Central Eléctrica B	Supervisor C	3/1/2025	7/1/2025	-	Retrasada	30%	3	Falta de disponibilidad de recurso
OT-004	Correctivo	Subestación C	Supervisor A	4/1/2025	8/1/2025	8/1/2025	Cerrada	100%	0	Conforme

Indicadores visuales de estado:

Cerrada dentro del plazo

En proceso

Retrasada

Con la finalidad de facilitar el monitoreo continuo del proceso, se propone un tablero de seguimiento mensual que consolide los principales indicadores relacionados con la gestión de órdenes de trabajo. Este tablero permite visualizar de manera rápida el desempeño del proceso y se espera que pueda apoyar la toma de decisiones orientadas a la mejora continua.

Tabla 13

Resumen de seguimiento mensual de órdenes de trabajo propuesto

Indicador	Fórmula	Meta
Órdenes de trabajo programadas	Total de OT programadas	-
Órdenes de trabajo ejecutadas	Total de OT ejecutadas	-
Cumplimiento de mantenimiento programado (%)	(OT ejecutadas / OT programadas) × 100	≥ 95%
Órdenes de trabajo cerradas dentro del plazo (%)	(OT cerradas en plazo / Total OT cerradas) × 100	≥ 90%
Órdenes de trabajo retrasadas (%)	(OT retrasadas / Total OT programadas) × 100	≤ 10%
Tiempo promedio de cierre (días)	Σ días de cierre / Total OT cerradas	≤ 3 días
Incidencias atendidas dentro del plazo (%)	(Incidencias atendidas en plazo / Total incidencias) × 100	≥ 95%
Supervisiones ejecutadas (%)	(Supervisiones realizadas / Supervisiones programadas) × 100	≥ 95%
Observaciones detectadas en supervisión	Total mensual	≤ 5
Checklists completados (%)	(Checklists completados / Total OT ejecutadas) × 100	100%

Nota. Elaboración propia. Las metas presentadas corresponden a valores propuestos para una eventual implementación y no representan resultados obtenidos durante la investigación.

5.1.3.3 Beneficios económicos potenciales esperados

La propuesta de mejora de la matriz de seguimiento espera que permita:

- Mejorar la trazabilidad de las órdenes de trabajo.
- Facilitar el monitoreo del cumplimiento de actividades programadas.
- Identificar oportunamente retrasos o desviaciones.
- Mejorar la comunicación entre las áreas involucradas.
- Fortalecer la toma de decisiones basada en información actualizada

5.1.3.4 Relación con la metodología Kaizen

La propuesta se encuentra alineada con los principios de mejora continua de la metodología Kaizen debido a que promueve el control visual, la estandarización de registros y el seguimiento permanente de los procesos. Asimismo, contribuye a la reducción de desperdicios asociados a tiempos de espera, falta de información y actividades de seguimiento manual que no agregan valor al proceso.

Tabla 14

Indicadores para el seguimiento de órdenes de trabajo

Indicador	Fórmula	Meta
Cumplimiento de OT programadas	(OT ejecutadas / OT programadas) × 100	≥ 95%
OT cerradas dentro del plazo	(OT cerradas en plazo / Total OT cerradas) × 100	≥ 90%
OT retrasadas	(OT retrasadas / Total OT) × 100	≤ 10%
Tiempo promedio de cierre	Σ días de cierre / Total OT cerradas	Reducir progresivamente

5.1.4 Control visual de actividades

Durante el análisis del proceso actual se identificó que la información relacionada con el avance de las órdenes de trabajo y el cumplimiento de las actividades de mantenimiento no se encuentra disponible de manera visual e inmediata para los responsables del proceso. Esta situación dificulta la identificación oportuna de retrasos, el seguimiento del cumplimiento de las actividades programadas y la toma de decisiones basada en información actualizada.

5.1.4.1 Fundamentación de la propuesta

La gestión visual constituye una de las herramientas fundamentales de la metodología Kaizen, debido a que permite representar información relevante mediante elementos gráficos que

facilitan la comprensión rápida del estado de los procesos. Su aplicación contribuye a mejorar la comunicación, fortalecer el control operativo y facilitar la detección temprana de desviaciones.

En ese sentido, se propone implementar un tablero de control visual que permita monitorear los principales indicadores asociados al proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento.

5.1.4.2 Propuesta de mejora

El tablero de control visual consolida la información proveniente del sistema de seguimiento de órdenes de trabajo y permite visualizar el desempeño del proceso mediante indicadores clave de gestión.

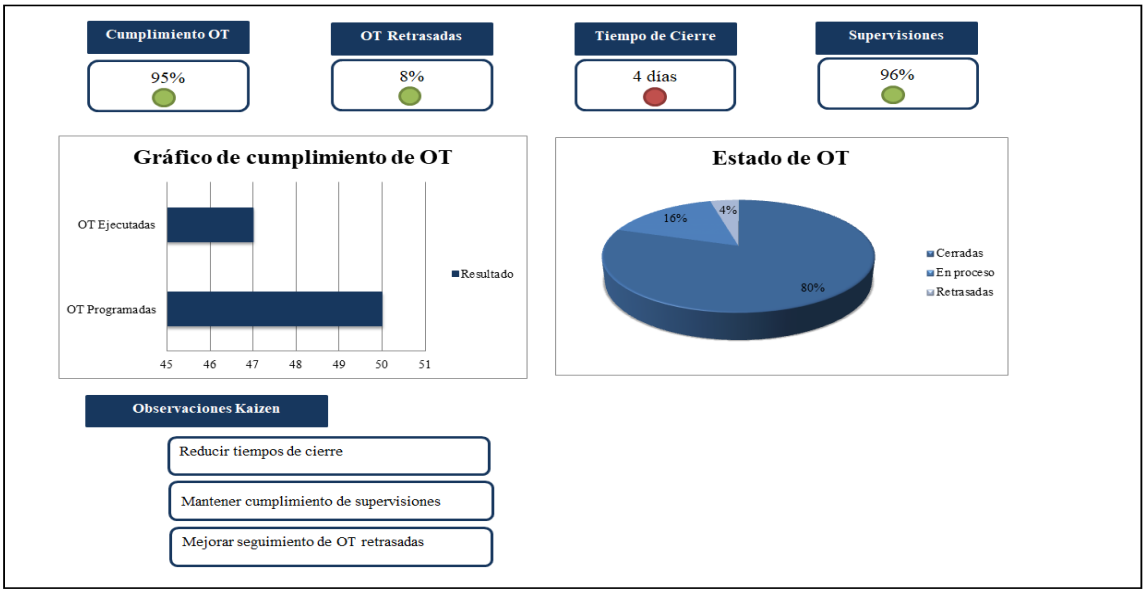
Tabla 15

Indicadores del tablero de control visual propuesto

Indicador	Objetivo	Meta
Cumplimiento de OT programadas	Medir la ejecución de actividades programadas	≥ 95%
OT cerradas dentro del plazo	Evaluar cumplimiento de plazos	≥ 90%
OT retrasadas	Controlar desviaciones	≤ 10%
Tiempo promedio de cierre	Evaluar eficiencia del proceso	≤ 3 días
Supervisiones ejecutadas	Medir cumplimiento de supervisiones	≥ 95%
Checklists completados	Verificar aplicación de controles	100%

Figura 9

Modelo de tablero de control visual propuesto



Análisis: El tablero de control visual constituye una herramienta complementaria al sistema de seguimiento de órdenes de trabajo, permitiendo transformar la información operativa en indicadores fácilmente interpretables por los responsables del proceso. Su utilización favorece el control continuo de las actividades de supervisión y mantenimiento, promoviendo una gestión más eficiente y orientada a la mejora continua.

5.1.4.3 Beneficios económicos potenciales esperados

La propuesta de propuesta de mejora del tablero de control visual espera que permita:

- Mejorar la visibilidad del estado de las órdenes de trabajo.
- Facilitar la identificación de retrasos y desviaciones.
- Fortalecer el seguimiento de las actividades de mantenimiento.
- Mejorar la comunicación entre los responsables del proceso.
- Apoyar la toma de decisiones basada en indicadores de desempeño.

5.1.4.4 Relación con la metodología Kaizen

La propuesta se encuentra alineada con los principios de gestión visual promovidos por Kaizen, ya que facilita el monitoreo permanente de los procesos mediante información clara, accesible y actualizada. Asimismo, contribuye a la mejora continua al permitir identificar oportunidades de mejora y adoptar acciones correctivas de manera oportuna.

5.1.5 Aplicación del ciclo PHVA

Con la finalidad de garantizar la sostenibilidad de las mejoras propuestas, se plantea la propuesta de aplicación del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), herramienta de mejora continua ampliamente utilizada dentro de la metodología Kaizen. La propuesta de aplicación contribuiría a establecer un proceso sistemático de planificación, ejecución, seguimiento y mejora de las actividades de supervisión y mantenimiento.

Tabla 16

Propuesta de aplicación del ciclo PHVA

Etapa	Objetivo	Actividades propuestas	Herramientas utilizadas	Resultado esperado
Planificar (P)	Definir acciones para optimizar el proceso de supervisión y mantenimiento.	Identificar problemas, establecer indicadores, diseñar formatos estandarizados	Diagnóstico, Matriz Muda, Ishikawa, indicadores de gestión.	Plan de mejora estructurado.

		y procedimientos de trabajo.		
Hacer (H)	Ejecutar las acciones de mejora propuestas.	Aplicar checklists, utilizar la matriz de seguimiento de OT y emplear formatos estandarizados para el registro de actividades.	Checklists, matriz de seguimiento de OT, procedimientos estandarizados.	Mayor control de las actividades operativas.
Verificar (V)	Evaluar el desempeño del proceso y el cumplimiento de las actividades programadas.	Monitorear indicadores, verificar cumplimiento de OT y analizar desviaciones detectadas.	Dashboard Kaizen, indicadores de gestión, reportes de supervisión.	Identificación oportuna de desviaciones y oportunidades de mejora.
Actuar (A)	Implementar acciones correctivas y fortalecer la mejora continua.	Analizar resultados obtenidos, corregir desviaciones y actualizar procedimientos cuando sea necesario.	Reuniones de seguimiento, análisis de indicadores y revisión de procedimientos.	Mejora continua del proceso y estandarización de buenas prácticas.

Análisis: La propuesta de aplicación del ciclo PHVA permitiría que las acciones propuestas no se limiten a una intervención puntual, sino que formen parte de un proceso continuo de evaluación y mejora. Asimismo, facilitaría el monitoreo permanente del desempeño del proceso mediante indicadores de gestión, fortaleciendo la capacidad de la organización para identificar desviaciones y adoptar acciones correctivas de manera oportuna.

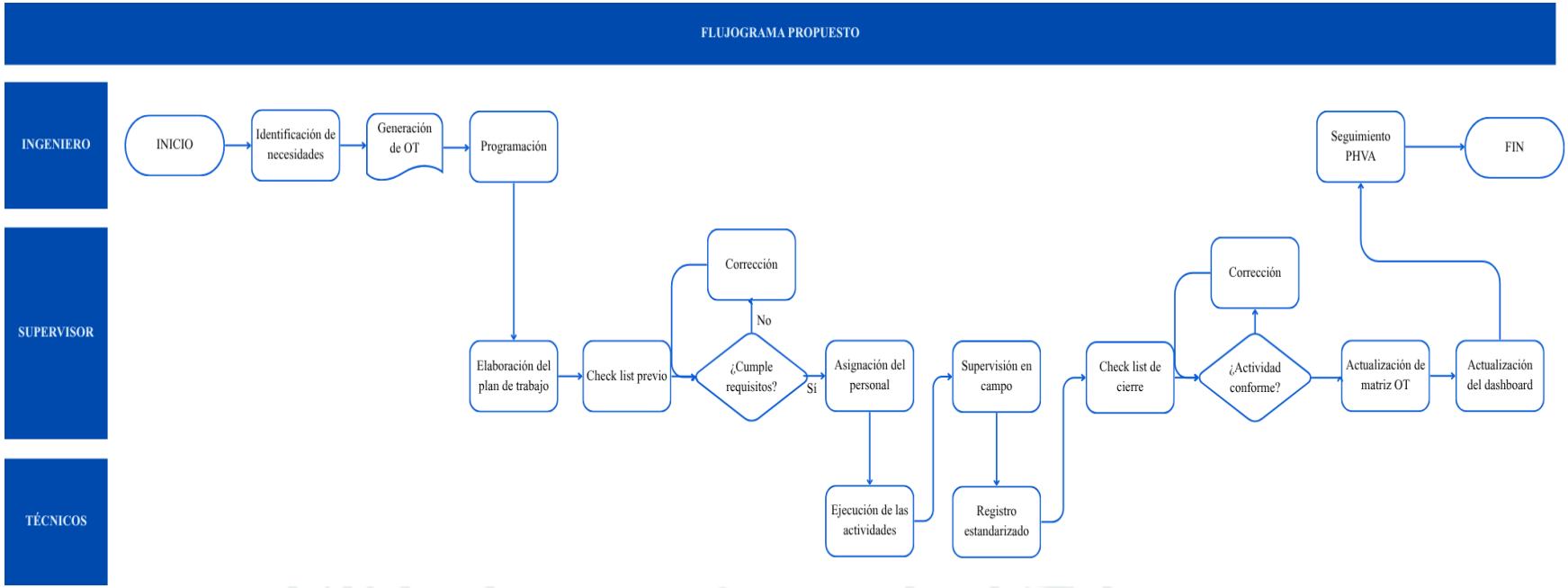
5.2 Flujograma propuesto

Considerando las oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico, se propone un nuevo flujo de trabajo que incorpora herramientas de estandarización, control y seguimiento

alineadas con la metodología Kaizen. El flujograma propuesto busca optimizar la gestión de las órdenes de trabajo y fortalecer el monitoreo de las actividades de supervisión y mantenimiento.

Figura 10

Flujograma propuesto



Nota. Elaboración propia

Con la finalidad de evidenciar las mejoras incorporadas mediante la propuesta basada en la metodología Kaizen, se presenta una comparación entre las principales características del proceso actual y el proceso propuesto. Esta comparación permite identificar los cambios orientados a fortalecer la estandarización, el seguimiento de actividades y el control de la información relacionada con las operaciones y el mantenimiento.

Tabla 17

Diferencias entre el proceso actual y el flujograma propuesto

Proceso actual	Proceso propuesto
Seguimiento manual	Matriz de seguimiento de OT
Supervisión sin formato uniforme	Checklist estandarizado
Información dispersa	Dashboard de control visual
Control reactivo	Aplicación del PHVA
Variabilidad en registros	Formatos estandarizados

Análisis: Como se observa en la Tabla 4, el proceso propuesto incorpora herramientas de gestión que permiten mejorar el control y seguimiento de las actividades de supervisión y mantenimiento. Entre los principales cambios destacan la estandarización de registros mediante listas de verificación, la propuesta de mejora de una matriz de seguimiento de órdenes de trabajo, el uso de indicadores visuales para el monitoreo del desempeño y la aplicación del ciclo PHVA como mecanismo de mejora continua. En conjunto, estas acciones contribuyen a reducir la variabilidad de los procesos, fortalecer la toma de decisiones y optimizar la gestión operativa de la empresa.

5.3 Beneficios económicos potenciales esperados

La propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen permite fortalecer la gestión del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento mediante la incorporación de herramientas de estandarización, seguimiento y control. Aunque la propuesta no es implementada dentro del alcance de la presente investigación, se espera que su futura aplicación genere beneficios económicos potenciales operativos, administrativos y organizacionales para Electro Sur Este S.A.A.

Tabla 18

Beneficios económicos potenciales esperados de la propuesta de mejora

Categoría	Beneficio esperado	Impacto en el proceso
Operativo	Estandarización de las actividades de supervisión y mantenimiento.	Mayor uniformidad en la ejecución de tareas y reducción de variabilidad en los procesos.
Operativo	Uso de listas de verificación (checklists).	Disminución de omisiones y errores durante la supervisión de actividades.
Operativo	Seguimiento sistemático de órdenes de trabajo.	Mayor control sobre el estado y avance de las actividades programadas.
Administrativo	Propuesta de mejora de registros estandarizados.	Mejora en la trazabilidad y disponibilidad de información.
Administrativo	Monitoreo mediante indicadores de gestión.	Identificación oportuna de desviaciones y soporte para la toma de decisiones.
Organizacional	Aplicación del ciclo PHVA.	Fortalecimiento de la cultura de mejora continua.
Organizacional	Gestión visual mediante dashboard.	Mayor visibilidad del desempeño del proceso y comunicación efectiva de resultados.
Estratégico	Optimización del proceso de supervisión y mantenimiento.	Contribución al cumplimiento de objetivos operativos y mejora de la eficiencia organizacional.

De acuerdo con lo presentado, la propuesta permite fortalecer los mecanismos de control y seguimiento de las actividades de mantenimiento, promoviendo una gestión más eficiente y alineada con los principios de mejora continua. Asimismo, la incorporación de herramientas Kaizen facilita la identificación permanente de oportunidades de mejora y contribuye al desarrollo de una cultura organizacional orientada a la excelencia operativa.

5.4 Viabilidad de la propuesta

La propuesta planteada presenta condiciones favorables para su futura propuesta de mejora en Electro Sur Este S.A.A., debido a que las herramientas propuestas pueden desarrollarse utilizando recursos disponibles dentro de la organización.

5.4.1 Viabilidad técnica

La propuesta utiliza herramientas de gestión ampliamente aplicadas en procesos de mejora continua, tales como listas de verificación, matrices de seguimiento, indicadores de gestión y tableros de control visual, cuya propuesta de mejora no requiere tecnologías complejas.

5.4.2 Viabilidad operativa

Las actividades propuestas pueden ser ejecutadas por el personal responsable de supervisión y mantenimiento, integrándose a los procedimientos actualmente desarrollados por la organización.

5.4.3 Viabilidad organizacional

La propuesta se encuentra alineada con los objetivos de mejora continua y optimización de procesos, contribuyendo al fortalecimiento de la gestión de operaciones y mantenimiento dentro de la organización.

En consecuencia, se considera que la propuesta es viable desde los puntos de vista técnico, operativo, económico y organizacional para su futura propuesta de mejora.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1 Análisis económico de la propuesta de mejora

El presente capítulo tiene como finalidad evaluar económicamente la propuesta de mejora planteada para el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de Electro Sur Este S.A.A.

Es importante precisar que la propuesta desarrollada en la presente investigación no fue implementada durante el periodo de estudio. Por tanto, los valores presentados en este capítulo corresponden a estimaciones económicas realizadas bajo escenarios proyectados, con la finalidad de determinar la viabilidad económica que tendría la propuesta en caso de que la empresa decidiera implementarla posteriormente.

En ese sentido, los beneficios económicos potenciales económicos calculados no representan ahorros efectivamente obtenidos por la empresa, sino beneficios económicos potenciales estimados a partir de las oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico de la situación actual y de los resultados esperados de la aplicación de las herramientas Kaizen propuestas.

De igual manera, la inversión podría recuperarse presentada corresponde a una estimación de los recursos económicos que serían necesarios para una eventual propuesta de mejora de la propuesta, y no a desembolsos realizados por la empresa durante el desarrollo de la investigación.

La evaluación económica se desarrolla considerando un horizonte proyectado de cinco años y permite establecer si, bajo los supuestos planteados, los beneficios económicos potenciales económicos potenciales justificarían la inversión podría recuperarse requerida para una futura propuesta de mejora.

Para ello, se emplean los siguientes indicadores:

- Valor Actual Neto (VAN).
- Tasa Interna de Retorno (TIR).
- Relación Beneficio/Costo (B/C).
- Periodo de Recuperación de la Inversión podría recuperarse (Payback).

Estos indicadores permiten evaluar la conveniencia económica potencial de implementar la propuesta, mas no comprobar una rentabilidad obtenida en la práctica, debido a que la propuesta no fue ejecutada durante el periodo de investigación.

Asimismo, los beneficios económicos potenciales intangibles derivados de una eventual propuesta de mejora, tales como el fortalecimiento de la cultura de mejora continua, una mejor comunicación organizacional y una mayor estandarización de las actividades, no son monetizados en el presente análisis.

6.2 Determinación de la inversión

La inversión inicial corresponde a una estimación de los recursos que serían necesarios para implementar la propuesta de mejora en una etapa posterior.

Debido a que la investigación se limita al diseño de la propuesta y no contempla su propuesta de mejora, los montos presentados en esta sección constituyen valores referenciales destinados a evaluar la viabilidad económica potencial de la alternativa planteada.

La propuesta no considera la adquisición de maquinaria ni infraestructura adicional, debido a que las mejoras planteadas están orientadas principalmente a la estandarización y optimización del proceso de supervisión. Por ello, los principales componentes de la inversión podrían estar relacionados con la capacitación del personal, elaboración de documentación estandarizada, propuesta de mejora de indicadores, materiales administrativos y horas hombre necesarias para las actividades de propuesta de mejora.

6.2.1 Desagregación de los costos de inversión

Para determinar el monto de inversión requerido para la propuesta de mejora, se realizó una desagregación de los recursos necesarios para desarrollar las actividades planteadas. Los costos se organizaron en cinco conceptos principales: capacitación del personal, documentación estandarizada, propuesta de mejora de indicadores, materiales administrativos y horas hombre destinadas a reuniones de mejora.

- **Costo de capacitación del personal**

Este costo comprende la capacitación del personal involucrado en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento, considerando los principios de la metodología Kaizen, herramientas de mejora continua y aplicación del ciclo PHVA.

Se considera como referencia la participación de 11 colaboradores: un ingeniero, tres supervisores y siete técnicos. La capacitación contempla 20 horas de formación, además del servicio del capacitador y los materiales de apoyo.

Tabla 19

Costo de capacitación del personal

Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Servicio de capacitación especializada	20 horas	S/ 200.00	S/ 4,000.00
Horas de participación del personal	220 horas	S/ 25.00	S/ 5,500.00
Material de apoyo para capacitación	11 participantes	S/ 100.00	S/ 1,100.00
Recursos logísticos y equipos	1 servicio	S/ 400.00	S/ 400.00
Total			**S/ 11,000.00**

El importe considera tanto el servicio de capacitación como el tiempo que el personal destinará a las actividades formativas. Su finalidad es asegurar que los colaboradores comprendan y puedan utilizar correctamente las herramientas propuestas.

- **Costo de documentación estandarizada**

Este concepto comprende la elaboración, revisión y formalización de los procedimientos, formatos de supervisión y listas de verificación necesarios para uniformizar las actividades del proceso.

Tabla 20

Costo de documentación estandarizada

Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Elaboración y estructuración de procedimientos por ingeniero	40 horas	S/ 50.00	S/ 2,000.00
Revisión y validación por supervisores	30 horas	S/ 50.00	S/ 1,500.00
Digitalización, diagramación y adecuación documental	15 horas	S/ 100.00	S/ 1,500.00
Total			S/ **5,000.00**

Este presupuesto permitirá disponer de documentación uniforme y accesible para el personal, facilitando la ejecución de las actividades bajo criterios previamente establecidos y reduciendo diferencias en los procedimientos de supervisión.

- **Costo de elaboración de la propuesta de mejora de indicadores**

Este concepto considera los recursos necesarios para diseñar y estructurar los indicadores de gestión que permitirán realizar el seguimiento del proceso de supervisión y mantenimiento. Se contempla la participación del personal técnico y profesional para definir los criterios de medición, fórmulas, periodicidad y mecanismos de seguimiento.

Tabla 21

Costo de elaboración de la propuesta de mejora de indicadores

Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Diseño y formulación de indicadores por ingeniero	30 horas	S/ 50.00	S/ 1,500.00
Revisión y validación por supervisores	30 horas	S/ 50.00	S/ 1,500.00
Configuración de herramientas de seguimiento y tablero de control	10 horas	S/ 100.00	S/ 1,000.00
Total			S/ **4,000.00**

La inversión permitirá establecer mecanismos de medición para evaluar el cumplimiento de las órdenes de trabajo, las actividades programadas, los tiempos de atención y los reprocesos, facilitando el análisis del desempeño del proceso.

- **Costo de materiales administrativos**

Este concepto comprende los materiales físicos necesarios para documentar, organizar y comunicar las actividades relacionadas con la propuesta de mejora.

Tabla 22

Costo de materiales administrativos

Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Archivadores para documentación	10 unidades	S/ 20.00	S/ 200.00
Papel bond para formatos y registros	20 paquetes	S/ 25.00	S/ 500.00
Impresión de formatos y procedimientos	500 hojas	S/ 0.30	S/ 150.00
Materiales de escritorio y señalización	1 lote	S/ 150.00	S/ 150.00
Total			S/ **1,000.00**

Estos materiales facilitarán el almacenamiento, distribución y consulta de los documentos, así como la aplicación de los mecanismos de control visual propuestos.

- **Costo de horas hombre para reuniones de propuesta de mejora**

Este concepto corresponde al tiempo que destinará el personal involucrado para participar en reuniones de coordinación, revisión de deficiencias, evaluación de avances y establecimiento de acciones de mejora. Para su estimación se considera la participación del ingeniero, supervisores y técnicos.

Tabla 23

Costo de horas hombre para reuniones de propuesta de mejora

Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Participación del ingeniero	20 horas	S/ 50.00	S/ 1,000.00
Participación de supervisores	30 horas	S/ 40.00	S/ 1,200.00
Participación de técnicos	35 horas	S/ 22.86	S/ 800.00
Total			S/ **3,000.00**

6.2.2 Costo de contingencias

Se considera un porcentaje del 4 % sobre los costos directos, destinado a cubrir posibles variaciones en los precios de los materiales, recursos adicionales y necesidades operativas no previstas durante una eventual implementación.

El cálculo se desarrolla de la siguiente manera:

$$Ccontingencia = 24{,}000.00\ x\ 4\%$$

$$Ccontingencia = S/960.00$$

6.2.3 Resumen de la inversión inicial

Una vez determinados los costos correspondientes a cada actividad, se obtiene el siguiente presupuesto consolidado:

Tabla 24

Inversión inicial estimada para una eventual implementación de la propuesta

Concepto	Monto (S/.)
Capacitación del personal	S/ 11,000.00
Documentación estandarizada	S/ 5,000.00
Propuesta de mejora de indicadores	S/ 4,000.00
Materiales administrativos	S/ 1,000.00

Horas hombre para reuniones de propuesta de mejora	S/ 3,000.00
Contingencias (4%)	S/ 960.00
INVERSIÓN INICIAL TOTAL	**S/ 24,960.00**

Nota. Elaboración propia. Valores estimados para efectos de la evaluación económica de la propuesta.

De acuerdo con la estimación realizada, una eventual propuesta de mejora requeriría una inversión inicial aproximada de S/ 24,960.00

Este monto no representa una inversión ejecutada por Electro Sur Este S.A.A., sino una estimación elaborada con el propósito de determinar si la propuesta presenta condiciones económicas favorables para una futura propuesta de mejora.

6.3 Beneficios económicos potenciales económicos potenciales

Los beneficios económicos potenciales económicos considerados en el presente capítulo corresponden a ahorros potenciales que podrían generarse en caso de implementarse las mejoras propuestas.

Estos beneficios económicos potenciales fueron estimados a partir de las oportunidades de mejora identificadas en el diagnóstico del proceso actual y de los efectos esperados de las herramientas Kaizen planteadas.

Entre las principales fuentes de beneficio potencial se consideran:

- Reducción de horas hombre destinadas a actividades de supervisión.
- Disminución de tiempos asociados a la elaboración y cierre de órdenes de trabajo.
- Reducción de reprocesos administrativos.
- Optimización del seguimiento de las actividades programadas.

Para efectos de la estimación se utiliza la siguiente expresión:

Beneficio económico = Cantidad de horas o actividades optimizadas x Costo unitario

Por lo tanto, los valores obtenidos deben interpretarse como proyecciones económicas, y no como ahorros efectivamente alcanzados.

6.3.1 Beneficio potencial por optimización del tiempo de supervisión

De acuerdo con las mejoras propuestas, la utilización de procedimientos estandarizados, listas de verificación y herramientas de seguimiento podría contribuir a reducir el tiempo destinado a determinadas actividades de supervisión.

Bajo los supuestos establecidos para la evaluación, se estima un beneficio económico potencial anual de S/ 22,200.00.

Este monto representa el ahorro que potencialmente podría obtenerse si las mejoras propuestas alcanzaran los niveles de optimización considerados en el análisis.

6.3.2 Beneficio potencial por disminución de reprocesos

La propuesta de mejora futura de formatos estandarizados y listas de verificación podría contribuir a reducir errores, omisiones y actividades de corrección durante el proceso de supervisión y cierre de órdenes de trabajo.

Bajo el escenario proyectado, se estima un beneficio económico potencial anual de S/ 6,340.00. Este valor representa un ahorro potencial y no un beneficio económico efectivamente obtenido durante la investigación.

6.3.3 Beneficio potencial por optimización de la planificación

La propuesta de mejora de herramientas de seguimiento permitiría, potencialmente, mejorar la visibilidad de las actividades programadas y facilitar el seguimiento de las órdenes de trabajo pendientes.

A partir de este supuesto, se estima un beneficio económico potencial anual de S/ 4,200.00. Este monto corresponde a una proyección utilizada exclusivamente para evaluar económicamente la propuesta.

6.3.4 Beneficio potencial por reducción de actividades administrativas

La estandarización de documentos y la utilización de herramientas de control podrían reducir el tiempo destinado a determinadas actividades administrativas repetitivas.

Bajo el escenario proyectado, se estima un beneficio económico potencial anual de S/ 3,800.00. Al igual que los beneficios económicos potenciales anteriores, este monto constituye una estimación y no un ahorro comprobado mediante la propuesta de mejora de la propuesta

6.3.5 Resumen de beneficios económicos potenciales

Tabla 25

Beneficios económicos potenciales estimados

Concepto	Beneficio anual estimado (S/.)
Optimización del tiempo de supervisión	S/ 22,200.00
Disminución de reprocesos	S/ 6,340.00
Optimización de la planificación	S/ 4,200.00
Reducción de actividades administrativas	S/ 3,800.00
Beneficio económico potencial anual estimado	**S/ 36,540.00**

Nota. Elaboración propia. Valores proyectados bajo los supuestos establecidos para la evaluación económica.

La suma de los beneficios económicos potenciales estimados asciende a S/ 36,540.00 anuales.

Es necesario precisar que este monto no corresponde a un ahorro obtenido por la empresa, puesto que la propuesta no fue implementada. Se trata del beneficio económico anual que potencialmente podría generarse si las mejoras planteadas fueran implementadas y alcanzaran los niveles de eficiencia considerados en la evaluación

6.4 Flujo de caja económico

Con la finalidad de evaluar la conveniencia económica de una eventual propuesta de mejora futura, se elaboró un flujo de caja económico proyectado para un horizonte de cinco años.

El flujo considera una inversión podría recuperarse inicial estimada de S/ 25,000.00 en el año 0, beneficios económicos potenciales económicos potenciales a partir del primer año y un costo anual estimado de sostenimiento de S/ 5,000.00.

Asimismo, se considera un crecimiento proyectado de los beneficios económicos potenciales del 3% anual, bajo el supuesto de que la aplicación sostenida de la metodología Kaizen permitiría fortalecer progresivamente las mejoras implementadas.

Es importante precisar que este flujo de caja no representa el comportamiento financiero real de la empresa, debido a que no existió una etapa de propuesta de mejora durante el periodo de investigación. Su finalidad es únicamente determinar la viabilidad económica proyectada de la propuesta.

Tabla 26

Flujo de caja proyectado para una eventual propuesta de mejora

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficios económicos potenciales	0	36,540.00	37,636.00	38,765.00	39,928.00	41,126.00
Costos de sostenimiento estimados	0	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
Flujo operativo proyectado	0	31,540.00	32,636.00	33,765.00	34,928.00	36,126.00
Inversión podría recuperarse inicial estimada	25,000.00	0	0	0	0	0
Flujo neto proyectado	**-25,000.00**	**31,540.00**	**32,636.00**	**33,765.00**	**34,928.00**	**36,126.00**
Flujo acumulado proyectado	**-S/ 25,000.00**	**S/ 6,540.00**	**S/ 39,176.00**	**S/ 72,941.00**	**S/ 107,869.00**	**S/ 143,995.00**

Nota. Elaboración propia. Valores proyectados; la propuesta no fue implementada durante el periodo de investigación.

Los resultados muestran que, bajo los supuestos planteados, la inversión podría recuperarse inicial estimada podría recuperarse durante el primer año de una eventual propuesta de mejora.

Sin embargo, este resultado debe interpretarse como una proyección, debido a que no fue posible comprobar en la práctica los beneficios económicos potenciales estimados.

6.5 Evaluación económica proyectada

6.5.1 Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto permite estimar el valor económico que podría generar la propuesta considerando los flujos proyectados y una tasa de descuento del 10 %.

Aplicando dicha tasa a los flujos proyectados se obtiene:

VAN = S/ 102,300.47

El VAN proyectado de S/102,300.47 es positivo, lo que indica que, bajo los supuestos establecidos, el valor actualizado de los flujos económicos potenciales superaría la inversión y los costos considerados durante el horizonte de evaluación.

Este resultado representa una estimación de viabilidad económica y no un beneficio económico efectivamente generado por la empresa, debido a que la propuesta no fue implementada durante el periodo de estudio.

6.5.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

A partir de los flujos proyectados se obtiene una Tasa Interna de Retorno de aproximadamente:

TIR = 127 %

La TIR proyectada de aproximadamente 127 % supera la tasa de descuento utilizada del 10 %, lo que indica que, bajo los supuestos considerados, la propuesta presenta una rentabilidad económica potencial superior al rendimiento mínimo utilizado como referencia.

6.5.3 Relación Beneficio/Costo (B/C)

La relación Beneficio/Costo obtenida es:

B/C = 3.33

La relación Beneficio/Costo proyectada de 3.33 indica que, por cada S/1.00 de costos actualizados considerados en la evaluación, se obtendrían aproximadamente S/3.33 de beneficios económicos actualizados.

6.5.4 Periodo de Recuperación de la Inversión

Considerando una inversión inicial estimada de S/ 25,000.00 y un flujo neto proyectado de S/ 31,540.00 para el primer año, se obtiene un periodo aproximado de recuperación de:

Payback = 0.79 años ≈ 9.5

Por tanto, bajo los supuestos planteados, la inversión inicial podría recuperarse aproximadamente a los 9.5 meses de una eventual propuesta de mejora.

Este resultado indica que, bajo los supuestos establecidos, la inversión podría recuperarse durante el primer año de una eventual implementación. Al tratarse de una proyección, este resultado no representa una recuperación efectivamente observada.

6.6 Interpretación de la evaluación económica

Los resultados obtenidos permiten señalar que la propuesta de mejora presenta una viabilidad económica potencial favorable bajo los supuestos establecidos.

El VAN proyectado de S/ 102,300.47 es positivo, mientras que la TIR proyectada de aproximadamente 127 % supera la tasa de descuento utilizada del 10 %. Asimismo, la relación Beneficio/Costo de 3.33 es superior a la unidad y el periodo de recuperación estimado es inferior a un año.

Tabla 27

Resumen de la evaluación económica proyectada

Indicador	Resultado proyectado	Interpretación
VAN	S/ 102,300.47	Generación potencial de valor económico
TIR	127%	Rentabilidad potencial superior a la tasa de descuento
B/C	3.33	Beneficios económicos potenciales superiores a los costos
Payback	9.5 meses aprox.	Recuperación potencial de la inversión podría recuperarse en el primer año

Nota. Elaboración propia. Resultados obtenidos mediante proyecciones; la propuesta no fue implementada.

En consecuencia, desde una perspectiva económica, la propuesta presenta condiciones favorables para una eventual propuesta de mejora en Electro Sur Este S.A.A. Sin embargo, estos resultados deben ser considerados como estimaciones y escenarios proyectados, debido a que la investigación se limitó al diagnóstico, diseño y evaluación de la propuesta y no contempló su ejecución.

Por ello, no es posible afirmar que la empresa haya obtenido los ahorros, beneficios económicos potenciales o rentabilidad calculados en el presente capítulo. Los resultados únicamente permiten establecer que, si las mejoras propuestas fueran implementadas y se

alcanzaran los niveles de ahorro estimados, la alternativa tendría potencial para resultar económicamente conveniente.

Asimismo, la validación de estos resultados requeriría una posterior propuesta de mejora de la propuesta y el seguimiento de los indicadores definidos, comparando los resultados reales obtenidos con las estimaciones realizadas en la presente investigación.

Finalmente, una eventual propuesta de mejora de la propuesta podría generar beneficios económicos potenciales intangibles, tales como el fortalecimiento de la cultura de mejora continua, una mayor estandarización de las actividades, una mejor disponibilidad de información y el fortalecimiento del control de las actividades de supervisión y mantenimiento. Estos beneficios económicos potenciales no han sido monetizados en la presente evaluación, debido a que la propuesta no fue implementada durante el periodo de estudio; sin embargo, constituyen efectos potenciales que podrían complementar los beneficios económicos potenciales económicos proyectados.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- **Conclusión general**

Se elaboró una propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen para el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento de centrales eléctricas, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de Electro Sur Este S.A.A., a partir del diagnóstico de las principales deficiencias y el análisis de sus causas. La propuesta contempla herramientas de estandarización, listas de verificación, matrices de seguimiento de órdenes de trabajo, indicadores de gestión, control visual y aplicación del ciclo PHVA, orientadas a fortalecer la planificación, seguimiento y control de las actividades. Asimismo, la evaluación económica proyectada evidenció condiciones favorables para una eventual implementación. Se precisa que la propuesta no fue implementada durante el periodo de investigación, por lo que los beneficios operativos y económicos constituyen resultados esperados y estimaciones bajo los supuestos establecidos.

- **Conclusiones específicas**

- El diagnóstico de la situación actual permitió identificar las principales deficiencias del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento, relacionadas con la falta de estandarización de determinadas actividades, las dificultades en el seguimiento de las órdenes de trabajo, la limitada disponibilidad y visibilidad de la información operativa y la ausencia de mecanismos estructurados de control. Estos hallazgos permitieron establecer las condiciones actuales del proceso y determinar los aspectos que requieren atención para fortalecer su gestión.
- El análisis de las causas que afectan el proceso, mediante herramientas de Ingeniería Industrial como el diagrama de Ishikawa, el análisis de Pareto y la matriz Muda, permitió identificar y priorizar los principales factores asociados a las deficiencias encontradas. Entre ellos destacan las limitaciones en la gestión de la información, la falta de procedimientos estandarizados y las dificultades en los mecanismos de seguimiento y control. Este análisis constituyó la base para orientar las acciones de mejora hacia los aspectos de mayor relevancia dentro del proceso de supervisión.
- Se desarrolló una propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen, estructurada mediante el ciclo PHVA e integrada por herramientas como listas de verificación, matrices

de seguimiento de órdenes de trabajo, indicadores de gestión, procedimientos estandarizados y mecanismos de control visual. Asimismo, la evaluación económica proyectada consideró una inversión inicial de S/ 25,000.00 y beneficios económicos potenciales anuales de S/ 36,540.00, obteniéndose un VAN de S/ 102,300.47, una TIR aproximada de 127 %, una relación beneficio/costo de 3.33 y un periodo de recuperación estimado de 9.5 meses. Estos resultados evidencian una viabilidad económica potencial bajo los supuestos considerados, constituyendo una alternativa favorable para fortalecer el proceso de supervisión y mantenimiento, cuya efectividad deberá validarse mediante una eventual implementación.

7.2. Recomendaciones

- El diagnóstico de la situación actual permitió identificar las principales deficiencias del proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento, relacionadas con la falta de estandarización de determinadas actividades, las dificultades en el seguimiento de las órdenes de trabajo, la limitada disponibilidad y visibilidad de la información operativa y la ausencia de mecanismos estructurados de control. Estos hallazgos permitieron establecer las condiciones actuales del proceso y determinar los aspectos que requieren atención para fortalecer su gestión.
- El análisis de las causas que afectan el proceso, mediante herramientas de Ingeniería Industrial como el diagrama de Ishikawa, el análisis de Pareto y la matriz Muda, permitió identificar y priorizar los principales factores asociados a las deficiencias encontradas. Entre ellos destacan las limitaciones en la gestión de la información, la falta de procedimientos estandarizados y las dificultades en los mecanismos de seguimiento y control. Este análisis constituyó la base para orientar las acciones de mejora hacia los aspectos de mayor relevancia dentro del proceso de supervisión.
- Se desarrolló una propuesta de mejora basada en la metodología Kaizen, estructurada mediante el ciclo PHVA e integrada por herramientas como listas de verificación, matrices de seguimiento de órdenes de trabajo, indicadores de gestión, procedimientos estandarizados y mecanismos de control visual. Asimismo, la evaluación económica proyectada consideró una inversión inicial de S/ 25,000.00 y beneficios económicos potenciales anuales de S/ 36,540.00, obteniéndose un VAN de S/ 102,300.47, una TIR

aproximada de 127 %, una relación beneficio/costo de 3.33 y un periodo de recuperación estimado de 9.5 meses. Estos resultados evidencian una viabilidad económica potencial bajo los supuestos considerados, constituyendo una alternativa favorable para fortalecer el proceso de supervisión y mantenimiento, cuya efectividad deberá validarse mediante una eventual implementación.

REFERENCIAS

Adam, E., & Ebert, R. (1991). *Administración de la producción y operaciones.* México: Prentice Hall Hispanoamericana.

Almería, J., Gisbert, V., & Pérez, A. (2018). *Kaizen: Mejora continua.* España: Editorial Área de Innovación y Desarrollo.

Amante, D., & Padilla, H. (2025). *Propuesta de programa de mantenimiento electromecánico en línea de transmisión Huallanca - Chimbote para mejorar condiciones de calidad, continuidad y seguridad.* Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa.

Araca, E. (2022). Uso de técnicas de mantenimiento empleando trabajos con tensión para la mejora de indicadores SAIDI y SAIFI. *Revista de Investigaciones*.

Arevalo, K. (2023). *Protocolo de supervisión y liquidación de obras de líneas eléctricas en MT dirigidas a empresas contratistas.* Tesis de pregrado, Universidad de Piura.

Auccapoma, k., Gutierrez, A., Mendoza, L., Miranda, C., & Ventocilla, I. (2024). *Ampliación de la capacidad de transformación de la subestación Piura Oeste.* Tesis de posgrado, Universidad ESAN. Obtenido de https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12517/14299

Brandl, E. (2024). *¿Qué es la mejora continua?* Español: Independently published.

Chambi, A. (2022). *Mantenimiento mayor de las líneas de transmisión de 138 KV Ilo1_Electrosur - Ilo3(L-1392) en tramos E240 - E292 y E298-E332 e Ilo1-Ilo Electrosur (L-1391) en tramo E346-E352.* Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui. Obtenido de http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/1665

Chiavenato, I. (2020). *Introducción a la teoría general de la administración.* México: McGraw-Hill Education.

Creswell, J. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches.* Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Cruz, E., & Yugcha, V. (2021). *Mantenimiento predictivo aplicóndo técnicas: visuales, termográficas, efecto corona y ultrasonido acústico para detectar anomalías y prever interrupciones de energía eléctrica, no programadas, de las líneas de subtransmisión en el Ecuador.* Tesis de posgrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de http://repositorio.utc.edu.pe/handle/27000/7751

Díaz, D., & Rodríguez, E. (2023). *Propuesta de PMO para el plan de Mantenimiento para los Transformadores de Potencia de la Subestación Eléctrica de 115kV del ODC en Planta Vasconia.* Tesis de posgrado, Universidad ECCI.

Espinal, C. (2023). *Mantenimiento en líneas de transmisión y subestaciones de transformación de Hidrandina S. A. por medio de Gigawatt S. A. C.* Tesis de pregrado, Universidad Continental. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/

Fowler, F. (2014). *Survey research methods.* Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Gaona, D. (2025). *Diseño de un sistema integrado de supervisión y verificación de actuación de protecciones eléctricas del sistema de subtransmisión de CNEL Sucumbíos, basado en registradores automáticos de perturbaciones.* Tesis de posgrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Gonzalez, F. (2007). *Impedancia Serie de Sistemas de Transmisión.* Venezuela: Editorial Universitat Politècnica de València.

Gutiérrez, L., Granada, M., & Giraldo, J. (2019). Desarrollo de una estrategia de mantenimiento basada en RCM para líneas de transmisión de 115kV. *Scientia et Technica*.

Heizer, J., & Render, B. (2014). *Administración de operaciones.* México: Pearson Educación.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2018). *Metodología de la investigación.* México: Mc Graw-Hill.

Honores, J., & Rios, J. (2018). *Determinación de la sección económica óptima del conductor de la línea de transmisión 60kV SEPI-SEPU, departamento de Ucayali.* Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa.

Llanqui, J., & Humpire, E. (2022). *Estudio y gestión de mantenimiento de la línea de transmisión 60kV Azángaro Putina y Ananea.* Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/

López, C., & Salazar, G. (2019). Metodología para la Planificación y Control de la Ejecución de Mantenimientos Preventivos y Correctivos de Líneas de Subtransmisión. *Escuela Politécnica Nacional*, Quito.

Lugo, J. (2023). *Diseño e propuesta de mejora de un plan de mantenimiento de instalaciones eléctricas industriales.* Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia.

Luque, C. (2026). *Mantenimiento de la subestación de distribución y pruebas al transformador de 100 kVA y 10.0/0.38 kV de Electrosur en Nuevo Ilo - Provincia de Ilo - Moquegua.* Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui.

Mafla, C. (2024). *Determinación de pérdidas de energía eléctrica en el sistema de subtransmisión de la Empresa Eléctrica Regional Norte.* Tesis de pregrado , Universidad Técnica del Norte.

Martín, J. S. (2022). *Plan transformacional de una empresa de servicios para subestaciones eléctricas.* Tesis de posgrado, Universidad de Chile.

Martínez, E. (2021). *Análisis de datos para determinar el mantenimiento y/o cambio de equipos en las subestaciones de Centrales Eléctricas de Norte de Santander (CENS).* Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander.

Maurer, R. (2014). *El método Kaizen: Un pequeño paso puede cambiar tu vida.* Barcelona: Editorial Grijalbo.

McLeod, S. (2018). *Questionnaire.* Simply Psychology.

Mejía, C. (2025). *Propuesta de manual de procedimientos para trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo en subestaciones eléctricas en el campus central universitario.* Tesis de pregrado , Universidad de El Salvador.

Miguel, J. (2019). Propuesta de automatización de la subestación de transmisión Nueva Jaén de Electro Oriente S.A. *EDITORIAL*.

Minda, E. (2023). *Manual básico de diseño de subestaciones y líneas de transmisión: directrices y criterios para estudios eléctricos a frecuencia fundamental de una subestación en alto y extra alto voltaje.* Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional.

Puma, N. (2026). *Mantenimiento de subestación de 100 kVA y 10.9/0.38 kV y redes eléctricas de media y baja tensión en el Centro Poblado Chen Chen - Moquegua.* Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui.

Ramírez, S. (2022). *Supervisión y gestión de obras de mantenimiento preventivo y correctivo de las redes eléctricas y equipos de la sede central de la Corporación Autónoma de Cundinamarca.* Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Robbins, S., & Coulter, M. (2018). *Administración.* México: Pearson Educación.

Rodrigo, V., Boria, V., & Soto, P. (2019). *Fundamentos de líneas de transmisión.* España: Editorial Universitat Politècnica de València.

Sánchez, M. (2023). *Diseño y cálculo de una subestación colectora de 66/30 kV.* Tesis de pregrado, Universidad de Málaga.

Severiche, A. (2022). *Mantenimiento a subestaciones eléctricas de los grandes clientes de EPM ejecutado por la empresa ENETEL S.A.S.* Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia.

Stevenson, W. (2018). *Operations Management.* New York: McGraw-Hill Education.

Vasquez, B. (2025). *Mantenimiento y montaje de subestación de distribución e instalaciones eléctricas.* Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui. Obtenido de http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/2143

Yenque, J., García, M., & Ráez, L. (2002). Kaizen o la mejora continua. *Revista científica*.

ANEXOS

Anexo 1: Guía de entrevista

La presente guía de entrevista tiene como finalidad recopilar información relevante para el desarrollo de la investigación titulada "Propuesta de mejoras en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A., 2025".

Este instrumento está dirigido a los colaboradores y responsables de las áreas de operaciones y mantenimiento, con el objetivo de conocer en detalle cómo se llevan a cabo los procesos de supervisión en centrales, subestaciones y líneas de transmisión, así como identificar las principales dificultades, limitaciones y oportunidades de mejora existentes.

La información obtenida permite analizar la eficiencia de los procesos actuales y sirve como base para la formulación de propuestas que contribuyan a optimizar la gestión operativa y el desempeño de la empresa.

Cabe resaltar que toda la información brindada es utilizada únicamente con fines académicos, garantizando la confidencialidad y el adecuado tratamiento de los datos proporcionados.

Dirigido a: Personal de operación y mantenimiento

Datos del entrevistado:

- Cargo: _____
- Área: _____
- Años de experiencia: _____

Preguntas:

1. ¿Cómo se realizó actualmente el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento?

   _____

2. ¿Qué dificultades se presentan con mayor frecuencia?

   _____

3. ¿Cómo se gestionan las fallas en el sistema?

   _____

4. ¿Existen tiempos estándar para la atención de incidencias?

   _____

5. ¿Se utilizan herramientas digitales para el seguimiento? ¿Cuáles?

   _____

6. ¿Qué aspectos considera que deberían mejorar?

   _____

7. ¿Cómo calificaría la comunicación entre áreas?

   _____

8. ¿Se realizó seguimiento a indicadores de desempeño?

   _____

Anexo 2: Procedimiento de supervisión de operación y mantenimiento de generación de la empresa ELECTRO SUR ESTE S.A.A.

Electro Sur Este S.A.A.	PROCEDIMIENTO SUPERVISIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE GENERACIÓN	Código : OG-PR-001 Versión : 04 Aprobado : CSIG Fecha : 05/09/2024 Página : 1 de 7

Dueño del proceso Nivel 0:	Gerente de Operaciones
Nombre del proceso Nivel 1:	Gestión del Mantenimiento
Nombre del proceso Nivel 2:	Supervisión de la ejecución del mantenimiento del Sistema Eléctrico

Copia No Controlada

PROCEDIMIENTO DE SUPERVISIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE GENERACIÓN

Responsable		*Fecha*
Elaborado por:	*Especialista en Sistemas de Gestión*	*19/08/2024*
Revisado por:	*Dueño del proceso nivel 2*	*20/08/2024*
	Dueño del proceso nivel 1	*21/08/2024*
	Dueño del proceso nivel 0	*22/08/2024*
Homologado por:	*Especialista en Sistemas de Gestión*	*28/08/2024*
Aprobado por:	*Comité del Sistema Integrado de Gestión*	*05/09/2024*

Prohibido reproducir sin autorización de la Alta Dirección de ELSE

1. OBJETIVO Y ALCANCE

Garantizar la confiabilidad y continuidad del funcionamiento de la CC. HH y de esta manera contribuir a la mejora de la calidad de los servicios que brinda ELECTRO SUR ESTE SAA.

Comprenderá a todas las Centrales Hidráulicas y Térmicas localizadas en Apurímac, Cusco y Puerto Maldonado

2. DEFINICIONES

2.1. **Mantenimiento:** Conjunto de acciones oportunas, continúas y permanentes dirigidas a asegurar y confiabilidad la normal operación, la eficiencia y la buena apariencia de equipos eléctricos y de infraestructura eléctrica.

2.2. **Programa Mantenimiento:** Documento que contiene las actividades de mantenimiento programado (predictivo o preventivo) a desarrollarse en un determinado periodo de tiempo.

2.3. **Permiso de Trabajo:** Documento físico mediante el cual el Centro de control permite el ingreso al supervisor y personal de mantenimiento iniciar y terminar los trabajos programados en las instalaciones eléctricas.

2.4. **Solicitud de Maniobras:** Documento físico mediante el cual se solicita a la Unidad de Centro de Control la autorización para intervenir en una instalación eléctrica, para ejecutar una actividad de mantenimiento programado, indicando actividades a realizar, personal a participar, e instalaciones a intervenir.

2.5. **Orden de Trabajo (OT):** Documento generado por el Sistema que contiene una o más actividades para su ejecución. Ver la Gestión de Orden de Trabajo para la Gerencia de Operaciones.

2.6. **Informe de Mantenimiento:** Documento que debe presentar el supervisor responsable del mantenimiento dirigido al jefe de la Unidad o al área correspondiente, después de la ejecución de los trabajos de mantenimiento, donde debe indicarse.

2.7. **Expediente de Liquidación:** Son Documentos relacionados al trabajo realizado entre ellos: Formatos correspondientes a la actividad desarrollada, fotos de antes y después, Kardex, planos de antes y después, notas de salida e ingreso al Almacén, formato de permisos de trabajo seguro, Reporte de Trabajos Efectuados de la Contratista para la validación de ELSE

2.8. **Procedimientos de trabajo:** Documento en el que se describen las actividades en campo a realizar teniendo en cuenta medidas de seguridad para evitar accidentes.

2.9. **Penalidad:** Multa aplicada a la contratista por incumplimiento de órdenes de servicio emitidas por ELSE y/o incumplimiento del contrato.

3. MARCO NORMATIVO Y/O DOCUMENTOS RELACIONADOS

3.1 Decreto Ley N° 25844 Ley de Concesiones Eléctricas y el Decreto Supremo N° 009-93-EM Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.

3.2 Decreto Supremo N° 020-97-EM Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE) y su correspondiente Base Metodológica.

3.3 R.M. Nº 161-2007-MEM/DM Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas.

3.4 Resolución Directora Nº 016-2008-EM/DGE Norma Técnica de Calidad de los servicios Eléctricos Rurales (NTCSER).

3.5 Resolución de consejo directivo organismo supervisor de la inversión en energía y minería OSINERGMIN N° 220-2010-OS/CD

Prohibido reproducir sin autorización de la Alta Dirección de ELSE

3.6 Procedimiento para supervisar la generación en sistemas Eléctricos aislados Unidad de Generación de sistemas aislados –GFE resolución OSINERGMIN N° 220-2010-OS/CD.
3.7 R.M. 0214 -2011- MEM/DM Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011).
3.8 Manuales y Catálogos de equipos electromecánicos del fabricante

4. RECURSO HUMANOS Y RESPONSABILIDADES

4.1 El Comité del Sistema Integrado de Gestión (CSIG) es responsable de la aprobación del Presente Procedimiento.
4.2 Gerente de Operaciones: Responsable de velar por el correcto desarrollo del presente procedimiento.
4.3 Jefe de Unidad de Generación y Transmisión: Responsable de elaborar, dar seguimiento y supervisar la ejecución de los programas de mantenimiento.
4.4 Supervisor: Supervisar el cumplimiento de la ejecución de las actividades de operación y mantenimiento en generación ejecutadas por terceros y encomendadas por las Jefaturas.
4.5 Personal Operativo ELSE: Responsable de realizar inspecciones y supervisión de trabajos en campos.
4.6 Personal Operativo Contratista: Personal responsable de ejecutar las actividades descritas dentro de la orden de trabajo.

5. INFRAESTRUCTURA RECURSOS Y AMBIENTE

5.1. SIELSE
5.2. Oficinas / Zona de Concesión de Electro Sur Este S.A.A.

6. DESARROLLO

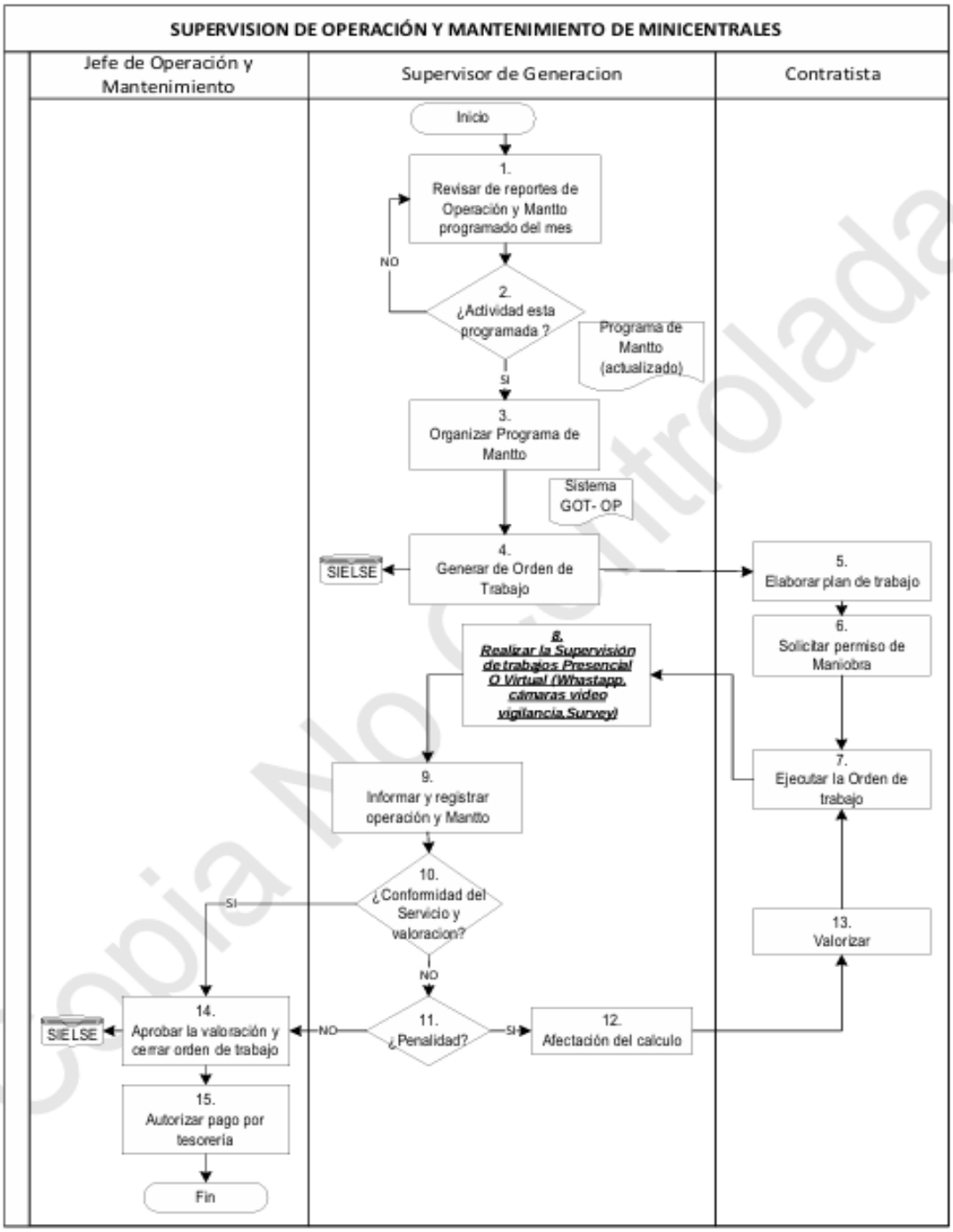
El presente procedimiento se encuentra desarrollado en flujo adjunto.

7. REGISTROS

Los registros generados son:
7.1. Solicitud de Maniobra
7.2. Cronograma de Actividades de Mantenimiento

Copia No Controlada

Prohibido reproducir sin autorización de la Alta Dirección de ELSE



Prohibido reproducir sin autorización de la Alta Dirección de ELSE

Proveedores	Entradas	N°	Descripción Actividades	Salidas	Clientes	Ejecutor de la Actividad	Sistema que soporta la Actividad	¿Es control Cable? (Si=x)
		1	**Revisar de reportes de operación y mantenimiento programados del mes**		Supervisor de Generación	Supervisor de Generación		
Supervisor de Generación		2	**¿Actividad está Programada?** **SI:** Va a la actividad 03 **NO:** Va a la actividad 01	Programa de Mantenimiento (actualizado)	Supervisor de Generación	Supervisor de Generación		
Supervisor de Generación		3	**Organizar el programa de mantenimiento** Se consideran los pendientes, reprogramaciones, emergencias que se puedan presentar durante la semana		Supervisor de Generación	Supervisor de Generación		
Supervisor de Generación		4	**Generar de Orden de trabajo** El supervisor o el que haga de sus veces genera la orden de trabajo de acuerdo a la programación (pendientes, Emergencias)	Sistema GOT	Contratista	Supervisor de Generación	***SIELSE***	
Supervisor de Generación		5	**Elaborar Plan de trabajo** El jefe de Operación aprueba el Plan de Trabajo para luego ejecutar la contratista previa Evaluación y medición del equipamiento		Contratista	Contratista		
Contratista		6	**Solicitar permiso de maniobra** Prepara y coordina la ejecución de las actividades, deberá elaborar un plan de trabajo, coordinar con la contratista y solicitar al Área de Centro de Control la Solicitud de maniobra.	Solicitud de Maniobra	Contratista	Contratista		
Contratista		7	**Ejecutar la orden de Trabajo** La contratista bajo supervisión y coordinación con la supervisión de operación y Mantto. Procede a ejecutar el trabajo de acuerdo a la orden de trabajo. **Nota:** Coordinación es vía radio, celular.		Contratista	Contratista		
Supervisor de Operación y Mantenimiento		***8***	***La Supervisión se puede realizar manera presencial o virtual; pudiendo realizarse las supervisiones virtuales mediante el WhatsApp, cámaras de video vigilancia o el Survey***		***Contratista***	***Supervisor de Generación***		

Prohibido reproducir sin autorización de la Alta Dirección de ELSE

Copia No Controlada

Proveedores	Entradas	N°	Descripción Actividades	Salidas	Clientes	Ejecutor de la Actividad	Sistema que soporta la Actividad	¿Es control Cable? (Sí=x)
Contratista		9	**Informar y registrar la operación y Mantto** El supervisor de operación y Mantto verifica la puesta en servicio de la instalación afectada vía radio y/o celular.		Supervisor de Generación	Supervisor de Generación		
Supervisor de Generación		10	**¿Conformidad del Servicio y Valoración?** **SI:** Va a la actividad 14 **NO:** Va a la actividad 11		Supervisor de Generación	Supervisor de Generación		
Supervisor de Generación		11	**¿Penalidades?** **SI:** Va a la actividad 12 **NO:** Va a la actividad 14		Supervisor de Operación y Mantto	Supervisor de Generación		
Supervisor de Generación		12	**Afectación del calculo** Se reajusta los costos de los materiales utilizados o no para desarrollar la actividad de mantenimiento u operación (La liquidación del expediente) y se devuelve a la contratista para q nuevamente valorice		Contratista	Supervisor de Operación y Mantto		
Contratista		13	**Valorizar** Concluido el trabajo, la contratista presenta el expediente de pre liquidación el cual contiene el Formato correspondiente a la actividad desarrollada, fotos, kardex, planos, notas de salida e ingreso. De encontrar alguna observación se devuelve para levantamiento correspondiente si esta no se levanta se procede a aplicar Penalidades a la misma y si es atribuible		Supervisor de Generación	Contratista		
Supervisor de Generación		14	**Aprobar de Valorizar y cerrar Orden de trabajo** El jefe de Operaciones revisa antes de aprobar dicha validación con las modificaciones u observaciones ya levantadas y concluidas de dicho expediente.		Supervisor de Operación y Mantto	Supervisor de Operación y Mantto	SIELSE	
Supervisor de Operación y Mantto		15	**Autorizar de Pago por tesorería.** El jefe de operación y mantenimiento una vez aceptado la aprobación de la valoración emite un documento autorizando el pago a la contratista		Supervisor de Operación y Mantto	Jefe de Operación y Mantenimiento		

Prohibido reproducir sin autorización de la Alta Dirección de ELSE

Copia Controlada

Anexo 3: Respuestas de las entrevistas realizadas a personal involucrado

"Universidad Católica de Santa María"

ANEXO 1: GUÍA DE ENTREVISTA

La presente guía de entrevista tiene como finalidad recopilar información relevante para el desarrollo de la investigación titulada "Propuesta de mejoras en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A., 2025".

Este instrumento está dirigido a los colaboradores y responsables de las áreas de operaciones y mantenimiento, con el objetivo de conocer en detalle cómo se llevan a cabo los procesos de supervisión en centrales, subestaciones y líneas de transmisión, así como identificar las principales dificultades, limitaciones y oportunidades de mejora existentes.

La información obtenida permitirá analizar la eficiencia de los procesos actuales y servirá como base para la formulación de propuestas que contribuyan a optimizar la gestión operativa y el desempeño de la empresa.

Cabe resaltar que toda la información brindada será utilizada únicamente con fines académicos, garantizando la confidencialidad y el adecuado tratamiento de los datos proporcionados.

Dirigido a: Personal de operación y mantenimiento

Datos del entrevistado:

- Cargo: SUPERVISOR SUBESTACIONES
- Área: TRANSMISION
- Años de experiencia: _____

Preguntas:

1. ¿Cómo se realiza actualmente el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento?

EL MANTO: CON EMPRESAS ESPECIALIZADAS, PERSONAL PROPIO DE MANERA PERMANENTE.

LA SUPERVISION: CON PERSONAL PROPIO

- AMBOS EN CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

1

2. ¿Qué dificultades se presentan con mayor frecuencia?

• Libre acceso a las subestaciones, (propietarios colindantes)
• Stock de equipos de repuesto

3. ¿Cómo se gestionan las fallas en el sistema?

A través del Centro de control - transmisión y de ahí se deriva a contratista o a personal propio.

4. ¿Existen tiempos estándar para la atención de incidencias?

No. Ya que las subestaciones cubren a las regiones de Apurímac - Cusco - Parte de Ayacucho

5. ¿Se utilizan herramientas digitales para el seguimiento? ¿Cuáles?

Si; - Sistema Scada
- Sistema Ion

6. ¿Qué aspectos considera que deberían mejorar?

- Se saben los accesos a las subestaciones (patrimonio)
- Incrementar stock de equipos de repuesto

7. ¿Cómo calificaría la comunicación entre áreas?

Regular, Debe mejorar

8. ¿Se realiza seguimiento a indicadores de desempeño?

Si, conforme al procedimiento del Osinergmin
- Osinergmin N° 073-2024-OS/CD
- Osinergmin N° 128-2015-OS/CD

"Universidad Católica de Santa María"

ANEXO 1: GUÍA DE ENTREVISTA

La presente guía de entrevista tiene como finalidad recopilar información relevante para el desarrollo de la investigación titulada "Propuesta de mejoras en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A., 2025".

Este instrumento está dirigido a los colaboradores y responsables de las áreas de operaciones y mantenimiento, con el objetivo de conocer en detalle cómo se llevan a cabo los procesos de supervisión en centrales, subestaciones y líneas de transmisión, así como identificar las principales dificultades, limitaciones y oportunidades de mejora existentes.

La información obtenida permitirá analizar la eficiencia de los procesos actuales y servirá como base para la formulación de propuestas que contribuyan a optimizar la gestión operativa y el desempeño de la empresa.

Cabe resaltar que toda la información brindada será utilizada únicamente con fines académicos, garantizando la confidencialidad y el adecuado tratamiento de los datos proporcionados.

Dirigido a: Personal de operación y mantenimiento

Datos del entrevistado:

- Cargo: PRACTICANTE
- Área: TRANSMISIÓN y CENTROS DE GENERACIÓN
- Años de experiencia: 04 meses

Preguntas:

1. ¿Cómo se realiza actualmente el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento?

   Supervisa mediante DOCUMENTOS, INFORMES y VISITAS en campo

1

2. ¿Qué dificultades se presentan con mayor frecuencia?

Almacenamiento de Información y/o Actualización del sistema (SIELSE)

3. ¿Cómo se gestionan las fallas en el sistema?

Mediante sistema de control movilización de personal en campo

4. ¿Existen tiempos estándar para la atención de incidencias?

Se realizan a la prontitud

5. ¿Se utilizan herramientas digitales para el seguimiento? ¿Cuáles?

Si, como el Survey, SIELSE, Dgsilent GIS, SCADA

6. ¿Qué aspectos considera que deberían mejorar?

La velocidad de procesamientos de SIELSE, Acceso a la información o Datos históricos

7. ¿Cómo calificaría la comunicación entre áreas?

eficiente

8. ¿Se realiza seguimiento a indicadores de desempeño?

Si

ANEXO 1: GUÍA DE ENTREVISTA

La presente guía de entrevista tiene como finalidad recopilar información relevante para el desarrollo de la investigación titulada "Propuesta de mejoras en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A., 2025".

Este instrumento está dirigido a los colaboradores y responsables de las áreas de operaciones y mantenimiento, con el objetivo de conocer en detalle cómo se llevan a cabo los procesos de supervisión en centrales, subestaciones y líneas de transmisión, así como identificar las principales dificultades, limitaciones y oportunidades de mejora existentes.

La información obtenida permitirá analizar la eficiencia de los procesos actuales y servirá como base para la formulación de propuestas que contribuyan a optimizar la gestión operativa y el desempeño de la empresa.

Cabe resaltar que toda la información brindada será utilizada únicamente con fines académicos, garantizando la confidencialidad y el adecuado tratamiento de los datos proporcionados.

Dirigido a: Personal de operación y mantenimiento

Datos del entrevistado:

- Cargo: Supervisor de Centrales hidroeléctricas.
- Área: Transmisión y Generación
- Años de experiencia: 10 años.

Preguntas:

1. ¿Cómo se realiza actualmente el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento?

   En operación se supervisa los parámetros eléctricos, y en mantenimiento, cumplimiento del programa de mantenimiento.

1

2. ¿Qué dificultades se presentan con mayor frecuencia?

Variación del caudal de agua, interrupciones eléctricas en la red de media tensión.

3. ¿Cómo se gestionan las fallas en el sistema?

Intervención con mantenimiento preventivo o correctivo con analisis del evento ocurrido.

4. ¿Existen tiempos estándar para la atención de incidencias?

Si, fallas criticas se consideran como emergencia y se atienden lo más rapido, fallas menores se programan

5. ¿Se utilizan herramientas digitales para el seguimiento? ¿Cuáles?

Si, reportes digitales, historiales de fallas y monitoreo de equipos en tiempo real.

6. ¿Qué aspectos considera que deberían mejorar?

implementación de mantenimientos predictivos, integración al sistema SCADA y digitalización de procesos

7. ¿Cómo calificaría la comunicación entre áreas?

La comunicación generalmente es buena, puede mejorar con reuniones de coordinación más frecuente

8. ¿Se realiza seguimiento a indicadores de desempeño?

Si, cumplimiento del programa de mantenimiento eficiencia operativa, mejoramiento del factor de planta.

ANEXO 1: GUÍA DE ENTREVISTA

La presente guía de entrevista tiene como finalidad recopilar información relevante para el desarrollo de la investigación titulada "Propuesta de mejoras en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A., 2025".

Este instrumento está dirigido a los colaboradores y responsables de las áreas de operaciones y mantenimiento, con el objetivo de conocer en detalle cómo se llevan a cabo los procesos de supervisión en centrales, subestaciones y líneas de transmisión, así como identificar las principales dificultades, limitaciones y oportunidades de mejora existentes.

La información obtenida permitirá analizar la eficiencia de los procesos actuales y servirá como base para la formulación de propuestas que contribuyan a optimizar la gestión operativa y el desempeño de la empresa.

Cabe resaltar que toda la información brindada será utilizada únicamente con fines académicos, garantizando la confidencialidad y el adecuado tratamiento de los datos proporcionados.

Dirigido a: Personal de operación y mantenimiento

Datos del entrevistado:

- Cargo: Supervisor de Mantenimiento de Centrales
- Área: G.O.T.
- Años de experiencia: 18

Preguntas:

1. ¿Cómo se realiza actualmente el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento?

   Con empresas terceros de operación y mantenimiento

2. ¿Qué dificultades se presentan con mayor frecuencia?

El acceso a los canales de conducción

3. ¿Cómo se gestionan las fallas en el sistema?

Depende de la falla: Si es simple por coordinación Vidallenado
Si es complicado con personal propio o empresa tercerizada.

4. ¿Existen tiempos estándar para la atención de incidencias?

No, ya que son diversas las fallas

5. ¿Se utilizan herramientas digitales para el seguimiento? ¿Cuáles?

Vidallenados

6. ¿Qué aspectos considera que deberían mejorar?

Automatizar todos los sentrales.

7. ¿Cómo calificaría la comunicación entre áreas?

Regular.

8. ¿Se realiza seguimjento a indicadores de desempeño?

Si el volumen de energía generado mensualmente por central.

ANEXO 1: GUÍA DE ENTREVISTA

La presente guía de entrevista tiene como finalidad recopilar información relevante para el desarrollo de la investigación titulada "Propuesta de mejoras en el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento en centrales, subestaciones de transformación y líneas de transmisión de la empresa Electro Sur Este S.A.A., 2025".

Este instrumento está dirigido a los colaboradores y responsables de las áreas de operaciones y mantenimiento, con el objetivo de conocer en detalle cómo se llevan a cabo los procesos de supervisión en centrales, subestaciones y líneas de transmisión, así como identificar las principales dificultades, limitaciones y oportunidades de mejora existentes.

La información obtenida permitirá analizar la eficiencia de los procesos actuales y servirá como base para la formulación de propuestas que contribuyan a optimizar la gestión operativa y el desempeño de la empresa.

Cabe resaltar que toda la información brindada será utilizada únicamente con fines académicos, garantizando la confidencialidad y el adecuado tratamiento de los datos proporcionados.

Dirigido a: Personal de operación y mantenimiento

Datos del entrevistado:

- Cargo: Jefe de Sistemas de Transmision y Generacion
- Área: Sistemas de Transmisión y Generación
- Años de experiencia: 26 años

Preguntas:

1. ¿Cómo se realiza actualmente el proceso de supervisión de operaciones y mantenimiento?

- La supervision es mediante el Scada y operadores en las subestaciones
- El mantenimiento en función del Plan de mantenimiento (programado por supervisor de mantenimiento y ejecutado por contratistas).

2. ¿Qué dificultades se presentan con mayor frecuencia?

- Ante fallos dependemos de las comunicaciones
- Fallos por corte de arboles por terceros que caen a nuestras lineas.

3. ¿Cómo se gestionan las fallas en el sistema?

El centro de control reporta / Se manda a cuadrilla a ubicar falla / inspeccionar elemento en falla / Planteamiento de solución / Atención.

4. ¿Existen tiempos estándar para la atención de incidencias?

No; debido a que se debe considerar los tiempos de desplazamiento, determinación de falla y tiempo de recupero.

5. ¿Se utilizan herramientas digitales para el seguimiento? ¿Cuáles?

Si; el sistema Scada y el sistema de medición ION

6. ¿Qué aspectos considera que deberían mejorar?

Dotar de mayor cantidad de Técnicos para supervisar y ejecutar los trabajos de mantenimiento (Personal propio)

7. ¿Cómo calificaría la comunicación entre áreas?

Buena, pero podría ser mejor.

8. ¿Se realiza seguimiento a indicadores de desempeño?

Si, a los indicadores de performance de los lineas de transmisión y Subestaciones de potencia.