



POSGRADOS

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

RPC-SO-30-NO.506-2019

OPCIÓN DE TITULACIÓN:
PROYECTOS DE DESARROLLO

TEMA:
PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE
LA METODOLOGÍA 5S EN EL
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
DE UNA CENTRAL TERMOELÉCTRICA
PARA OPTIMIZAR EL
APROVECHAMIENTO DE LA MANO DE
OBRA DEL PERSONAL TÉCNICO

AUTOR:
LUIS MARTIN ORDOÑEZ SIGUENCIA

DIRECTOR:
ANGEL EDUARDO GONZALEZ VASQUEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR
2022

Autor:



Luis Martín Ordóñez Siguencia
Ingeniero Eléctrico
Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por
la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.
lordonezs1@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Ángel Eduardo González Vásquez
Ingeniero Industrial
Doctor en Ciencias Administrativas
agonzalez@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2022 © Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL– ECUADOR – SUDAMÉRICA

Luis Martín Ordóñez Siguencia

Medios de comunicación tradicionales y alternativos: "no"

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a:

Ximena, mi esposa, por su amor, paciencia y comprensión, además de ser mi fortaleza cuando decaían mis fuerzas para seguir adelante en este proyecto.

Ana María y Lucciana, mis hijas, por el tiempo que sacrifique de estar con ellas durante las extenuantes horas de clases. Por ser mi inspiración para mi superación personal.

Gladis Lucía, mi hermana, por todos sus consejos y preocupación durante todo el tiempo que duró este postgrado.

Luis y Lucia (+), mis padres, que me inculcaron la responsabilidad, la obligación y la superación constante en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios, por darme tantas bendiciones y haberme dado a las personas por quienes tengo que luchar y superarme en esta vida.

A la Virgen María, por ser mi guía durante mis estudios en el colegio, universidad y en este postrado.

A mis compañeros de proyecto, a mi director de tesis y a mi amigo Kleber por su ayuda y apoyo que han tenido durante todo el desarrollo de esta tesis.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación plantea una propuesta de implementación de la metodología 5s en el Departamento de Mantenimiento de una Central Termoeléctrica para optimizar el aprovechamiento de la mano de obra del personal técnico. Para ello, se realizó un diagnóstico inicial de los índices de gestión y tiempos de ejecución de las órdenes de trabajo emitidas actualmente para el personal técnico, con relación a las actividades preventivas que se realizan. Posteriormente, se implementó la metodología 5S para favorecer la gestión del Departamento de Mantenimiento, considerando la disminución de tiempos de ejecución de órdenes de trabajo preventivas y mejorando las condiciones de trabajo. Los resultados muestran que la central registraba porcentajes de índice de órdenes de trabajo de 60,3 % en el área mecánica; 58,3% para el área de electricidad; y 63,3 % para el de instrumentación. Por esta razón, se aplicó la metodología 5s en el departamento y se mejoraron el orden y la limpieza de lugar, además se crearon herramientas para la clasificación de materiales. Asimismo, se realizaron sugerencias y acciones para mantener las mejoras implementadas en la central. La evaluación final determinó una mejoría en el desarrollo de las actividades típicas del departamento, esto a su vez, contribuye a la mejora de los indicadores de gestión del lugar. Por otro lado, los conceptos de las 5s mejoraron en la central ya que se pasó de un 22 % a un 79 % de cumplimiento en los pilares de la metodología.

Palabras claves: Metodología 5s, Ordenes de Trabajo, Mejora, Central Termoeléctrica

ABSTRACT

The current research work deals with the proposal for the implementation of the 5s methodology in the maintenance department of a thermoelectric power plant to optimize the use of the workforce of technical personnel. For this, an initial diagnosis of the management indexes and execution times of the work orders currently issued for the technical personnel was carried out, in relation to the preventive activities that are carried out. Subsequently, the 5S methodology was implemented to favor the management of the Maintenance Department, considering the reduction in execution times of preventive work orders and improving working conditions. The results show that the plant registered work order index percentages of 60.3% in the mechanical area; 58.3% for the electricity area; and 63.3% for instrumentation. For this reason, the 5s methodology was applied in the department and the order and cleanliness of the place were improved, in addition to creating tools for the classification of materials. Likewise, suggestions and actions were made to maintain the improvements implemented in the plant. The final evaluation determined an improvement in the development of the typical activities of the department, this in turn contributes to the improvement of the management indicators of the place. On the other hand, the concepts of the 5s improved at the plant since compliance with the pillars of the methodology went from 22% to 79%.

Keywords: 5s Methodology, Work Orders, Improvement, Thermoelectric Power Plant

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	1
2. Determinación del Problema.....	4
2.1. Situación problemática	5
2.2. Formulación del problema.....	8
2.2.1. Problema General.....	8
2.2.2. Problemas específicos	9
2.3. Justificación de la investigación	9
2.4. Objetivos	10
2.4.1. General	10
2.4.2. Específicos	10
3. Marco teórico	11
3.1. Antecedentes de la investigación	11
3.2. Fundamentación teórica.....	14
3.2.1. Sector eléctrico en Ecuador.....	14
3.2.2. Datos sobre el sector eléctrico Ecuador	23
3.2.3. Metodología 5S.....	28
3.2.4. Mantenimiento.....	32
4. Materialesymetodología	37
4.1. Diseño de la investigación	37
4.2. Nivel de investigación	38
4.3.1. Exploratorio	38
4.3.2. Descriptivo	39
4.3.3. Explicativo.....	39

4.3.	Técnicas y herramientas	39
4.3.4.	Análisis situacional.....	39
4.3.5.	Observación directa.....	40
4.3.6.	Diagrama Ishikawa.....	41
4.3.7.	Tratamiento de la información.....	41
5.	Resultados y discusión.....	41
5.1.	Análisis situacional	41
5.1.1.	Presentación de la planta	42
5.1.2.	Indicadores de gestión	44
5.1.3.	Registro fotográfico de áreas.	51
5.2.	Diagnóstico 5s	56
5.3.	Diagrama Ishikawa.....	62
5.4.	Implementación de las 5s	63
5.9.1.	Objetos y elementos.....	64
5.9.2.	Personal de trabajo.....	80
5.9.3.	A la empresa	84
5.5.	Evaluación final	85
5.9.4.	Mejora en los indicadores.	85
5.9.5.	Evaluación 5s final	86
	CONCLUSIONES.....	88
	GLOSARIO	89
	REFERENCIAS	90
	ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Índice de gestión del año 2021	6
Tabla 2. Significados de 5S.....	31
Tabla 3. Indicadores de gestión y su cálculo	40
Tabla 4 Indicadores de gestión de área mecánica.	44
Tabla 5. Indicadores de gestión de área eléctrica.	45
Tabla 6. Indicadores de gestión de área instrumentación.....	46
Tabla 7. Causas de incumplimiento de ordenes de trabajo IOT.....	50
Tabla 8. Evaluación Seiri.	56
Tabla 9. Evaluación Seiton.....	57
Tabla 10. Evaluación Seiso.....	58
Tabla 11. Evaluación Seiketsu.....	59
Tabla 12. Evaluación Shitsuke.....	60
Tabla 13. Concepto a los objetos y elementos.....	64
Tabla 14 .Pasos Seiri a desarrollar.	65
Tabla 15. Pasos Seiton a desarrollar.....	69
Tabla 16. Pasos de Seiso a desarrollar.....	77
Tabla 17. Pasos Seiketsu a desarrollar	80
Tabla 18. Actividades de mantenimiento.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de energía eléctrica año 2018.	24
Figura 2. Producción bruta energética anual porcentual, 2021.....	25
Figura 3. Producción bruta energética por tipo de generación (GWh), 2021.....	26
Figura 4. Producción bruta térmica por central (GWh), 2021.....	27
Figura 5. Producción bruta térmica por tipo de combustible (GWh), 2021.....	27
Figura 6. Energía no renovable (GWh en el año 2021).	28
Figura 7. Vista aérea de central termoeléctrica.	42
Figura 8. Vista de planta.	43
Figura 9. Organigrama del departamento de mantenimiento.....	44
Figura 10. Resumen de indicadores en las áreas.	49
Figura 11. Diagrama de Pareto.....	51
Figura 12. Bodega de herramientas.	52
Figura 13. Interior de bodega de herramientas.	52
Figura 14. Perchas internas en bodega herramientas.....	53
Figura 15. Equipos y herramientas en bodega.	53
Figura 16. Taller de soldadura, torno y perfilería.....	54
Figura 17. Almacenamiento de cilindros de gases de soldadura.	54
Figura 18. Perchas de bodega general de repuestos.	55
Figura 19. Bodega de repuestos y materiales.	55
Figura 20. Evaluación 5s.	61
Figura 21. Diagrama Ishikawa.....	62
Figura 22. Esquematización de la 5s.....	63
Figura 23. Ubicación de equipos.	67
Figura 24. Reubicación de material incensario.	67
Figura 25. Despeje de bodega.	68
Figura 26. Despeje de zonas de trabajo.	68
Figura 27. Lay-out propuesto.	70
Figura 28. Habilitación de perchas.	72

Figura 29. Orden de bodega de materiales.	72
Figura 30. Paneles para herramientas.....	73
Figura 31. Paneles de llaves.....	74
Figura 32. Matriz de sustancias compatibles.	75
Figura 33. Identificación de contenedor de sustancias.....	75
Figura 34. Instalación de señales.....	76
Figura 35. Resultados de Seiso.	79
Figura 36. Formato de trabajo 5s.	82
Figura 37. Boletín de difusión.....	83
Figura 38. Evaluación 5s final.	87

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Check List 5s.	95
Anexo 2. Ordenamiento de áreas.....	97
Anexo 3. Adecuaciones de áreas.....	98
Anexo 4. Vista de áreas trabajadas.	99
Anexo 5. Limpieza de áreas.....	100
Anexo 6. Áreas a trabajar.	101
Anexo 7. Trabajo en los alrededores del lugar.....	102
Anexo 8. Situación inicial en oficinas del departamento de mantenimiento.....	103
Anexo 9. Situación final en oficinas del departamento de mantenimiento.....	104
Anexo 10. Actividades típicas del personal del departamento de mantenimiento.....	105

PROPUESTA DE
IMPLEMENTACIÓN DE
LA METODOLOGÍA 5S
EN EL
DEPARTAMENTO DE
MANTENIMIENTO DE
UNA CENTRAL
TERMOELÉCTRICA
PARA OPTIMIZAR EL
APROVECHAMIENTO
DE LA MANO DE OBRA
DEL PERSONAL
TÉCNICO

AUTOR:

LUÍS MARTÍN ORDÓÑEZ SIGUENCIA

1. INTRODUCCIÓN

La importancia de la energía eléctrica en el Ecuador en todos sus procesos (etapas) como son generación, transmisión, distribución y consumo actualmente es de gran trascendencia para todos los sectores productivos ya sean públicos y privados para garantizar una correcta producción de bienes y servicios, sin dejar de lado a toda la población soberana de este país, que necesitan de este recurso que debe ser proporcionado de la mejor manera y con una alta calidad de servicio (Albán, 2018).

Todo el ciclo de energía eléctrica comienza con la generación de esta. Es por ello vital la importancia de tener una generación confiable y disponible para garantizar el correcto desarrollo y ejecución de las etapas subsiguientes.

En relación con la etapa de generación eléctrica, de manera general es importante indicar que mundialmente existen algunos tipos de generación como la hidroeléctrica, termoeléctrica, nuclear, eólica, solar entre otras, las cuales están instaladas en zonas o sectores propicios para su correcta operación y son responsables de brindar una energía eléctrica de calidad, confiable y siempre disponible ante los requerimientos de la demanda energética de todo un país (CENACE, 2022).

En Ecuador actualmente existen centrales hidroeléctricas, termoeléctricas y de otros tipos (en menor cantidad) que son despachadas para generación comercial por el administrador del Sistema Nacional Interconectado (SNI) que es el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), el cual monitorea en tiempo real y con la ayuda de información estadística de años anteriores, elabora pronósticos de consumos de energía eléctrica en el SNI para planificar que tipo de centrales deben mantenerse, entrar o salir de generación, primando para ello el costo de generación del kilovatio / hora de las mismas, para no encarecer el costo de la energía eléctrica que se produce y que ha de ser pagada por los consumidores en todo el país desde los niveles grandes hasta los bajos.

Las centrales termoeléctricas constan de muchos equipos, algunos de ellos críticos, que requieren estar confiables y disponibles cuando estas centrales están en funcionamiento. Por ello, el correcto mantenimiento de todos los sistemas y

subsistemas (equipos e instrumentos) que forman parte de estas centrales está cobrando importancia en la industria de generación termoeléctrica en Ecuador y en todo el mundo (Contreras Pérez, 2021).

Por ello, el mantenimiento actualmente es considerado como una actividad crucial que contribuye a mejorar la disponibilidad y eficiencia de cada equipo. Se han utilizado diversas técnicas para conseguir mayor eficiencia en el mantenimiento, entre las que se encuentra la filosofía lean maintenance donde se incluyen herramientas como las 5s (Garrido, 2010).

El mantenimiento se ha vuelto crucial en los sistemas de producción intensivos en capital (Mazidi y otros, 2017). Un cambio de paradigma hacia la gestión eficiente del ciclo de vida de los activos ha llevado a la incorporación de diferentes técnicas, filosofías y tecnologías para alcanzar niveles más altos de rendimiento y sostenibilidad del sistema. En los últimos años se han realizado esfuerzos para proponer y mejorar estrategias de mantenimiento que apunten a extender la vida útil de todos los equipos existentes, aumentar su disponibilidad y garantizar mayores niveles de confiabilidad.

En los últimos años, el pensamiento esbelto se ha vuelto popular en muchos sectores diferentes, por ejemplo, la industria alimentaria, manufacturera y de procesos. Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta, inicio su aplicación en la filosofía de gestión de la calidad en las industrias japonesas en las décadas de los 50, 60 y 70, originalmente conocida con el nombre Toyota Production System (TPS), esta comprende un conjunto de herramientas y prácticas que, cuando se implementan correcta y totalmente, ayudan a mejorar el rendimiento del sistema organizacional (Omogbai & Salonitis, 2017).

Las herramientas que ofrecen las 5s se constituyen como técnicas de la filosofía de *Lean Manufacturing*. Todas estas técnicas se hayan relacionadas en un proceso orientado a la mejora continua en todas las áreas de trabajo de una organización. El rango de resultados depende de esta técnica y depende del liderazgo de la gerencia, y de la participación y compromiso de todo el equipo humano de la institución donde se aplica (Piñero y otros, 2018).

Las actividades de investigación actuales se basan en la idea de que se necesitan diferentes métodos y herramientas para lograr de manera eficiente el control de calidad y la mejora continua. La aplicación exitosa de estas herramientas depende en gran medida de la selección de herramientas y el método de aplicación. De igual forma, se debe elegir un enfoque disciplinado específico para cada ubicación, y la selección de herramientas y materiales debe ser diferenciada para cada caso. Además, los procesos orientados a la calidad no deben comenzar aplicando metodologías o herramientas preseleccionadas sin antes conocer de forma detallada el pasado y los hitos históricos de la empresa, sino que, para alcanzar la calidad, a veces se requiere construir una organización completamente formal utilizando diseños de una amplia variedad de medios disponibles y, en su caso, nuevos medios que se ajusten a la situación actual del contexto.

2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

Para lograr un rendimiento de clase mundial, las empresas se esfuerzan por mejorar la disponibilidad de sus equipos, la productividad general, la seguridad y la calidad del producto. Estas están reduciendo las actividades que no agregan valor en todas sus formas para todos y cada uno de los procesos en toda la organización. La función de mantenimiento juega un papel fundamental en el logro de los objetivos estratégicos de una organización (Fraser, 2014), puesto que el proceso de mantenimiento sirve a las instalaciones de producción para garantizar una alta productividad.

El mantenimiento se refiere a las actividades proactivas y reactivas realizadas para mantener un equipo o una instalación en condiciones de operación aceptables. Según en Mostafa (2015), esto implica que la función principal del mantenimiento es hacer que el mecanizado sea confiable y seguro. Cuando esto sucede, la calidad de la producción de la máquina aumenta y el valor del activo también se conserva. Anteriormente, la función de mantenimiento se consideraba un gasto para la organización y se relegaba a funciones reactivas que generalmente se ejecutan en situaciones de emergencia, como la falla de la máquina (Sexto, 2017) . Hoy en día, el mantenimiento se reconoce como una inversión que requiere un elemento estratégico proactivo de generación de ingresos para las organizaciones.

Según Chinhengo (2020), la gerencia de las empresas ahora comprende el papel del mantenimiento en elementos críticos de las plantas de producción, como la calidad del producto, los requisitos de seguridad y los niveles de presupuesto operativo. En este sentido, las herramientas Lean se pueden emplear para mejorar la productividad de las actividades de mantenimiento al reducir los desperdicios en el mantenimiento. Sobre estas herramientas las 5 S son una de las herramientas más eficientes del pensamiento lean y han demostrado su valor para aumentar la transparencia y visibilidad del proceso y sus beneficios para reducir el tiempo de entrega y el inventario en diferentes áreas.

Bajo este panorama, la presente investigación presenta como objeto de estudio a una Central Termoeléctrica Estatal, ubicada en la ciudad de Guayaquil al noreste, la cual está encargada de entregar energía eléctrica al Sistema Nacional Interconectado de acuerdo

con los despachos económicos (comerciales) del CENACE. Esta Central Termoeléctrica forma parte de otras 4 centrales estatales de generación térmica que conforman una Unidad de Negocio perteneciente a una Corporación Estatal de Electricidad.

Hay que indicar que el departamento de Operaciones de esta Central Termoeléctrica se encarga de “operar” la Unidad de generación (turbo generador), en concordancia con los despachos económicos del CENACE. También vela por correcto funcionamiento de todos los equipos e instrumentos que forman parte de la unidad de generación eléctrica y la Central Térmica, llevando a cabo rondas de inspección diariamente. En caso de encontrar fallas y/o averías en equipo o instrumentos se realizan reportes de avisos de fallo (ordenes de trabajo correctivas) que ocurrieran en cualquier sistema, subsistema o equipo perteneciente a la unidad de generación, los cuales deben ser atendidos a la brevedad posible por el departamento de mantenimiento para así poder ofrecer la confianza y disposición de los turbogeneradores y entonces atender todos los servicios económicos (comerciales) de la central.

Ante la situación mencionada, el departamento de mantenimiento es de suma importancia para cualquier planta termoeléctrica, así como que de su buen funcionamiento depende el desarrollo adecuado de toda la instalación y su eficiencia. Esto se refleja en el hecho de que los costos de mantenimiento son proporcionales directamente al tiempo de parada (inactivo), por lo que un mayor tiempo de inactividad debido a actividades de mantenimiento sin valor agregado puede aumentar drásticamente los costos de mantenimiento. Por lo tanto, es imperativo identificar el valor en términos de activos que pueden mejorar la disponibilidad y confiabilidad a través de un mantenimiento eficiente.

2.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica, objeto del actual estudio, es el responsable de la ejecución de los mantenimientos preventivos (mediante “*ordenes de trabajo preventivas*”) en todos los sistemas, subsistemas y equipamiento de la Unidad de Generación Termoeléctrica y de la Central. El cumplimiento de estas

actividades, se orientan mediante un “*Plan de Mantenimiento Preventivo*” elaborado en base a los manuales de mantenimiento de los equipos e instrumentos emitidos por los fabricantes, asimismo, se toma en consideración la actividad y el intervalo correspondiente como responsabilidad (experiencia) de las áreas eléctrica, mecánica e instrumentista. Además de esto tiene la obligación de dar respuesta a los avisos de fallo solicitados por el Departamento de Operaciones (mediante “*ordenes de trabajo correctivas*”).

De forma que, el problema existente en la actualidad es que el departamento de mantenimiento viene realizando sus actividades de una manera desorganizada, existiendo poca o nula planificación de sus trabajos preventivos y correctivos, generando así, un no cumplimiento de las ordenes de trabajo emitidas diariamente, lo que afectan directamente los actuales indicadores de gestión de este departamento como se ve a continuación:

Tabla1

Índice de gestión del año 2021

ÍNDICES DE GESTIÓN	Mecánicos	Eléctricos	Instrumentación
Índice de órdenes de Trabajo - IOT	60,30%	58,30%	63,30%
Índice de mantenimiento preventivo - IMP	16,34%	45,70%	37,41%
Índice de mantenimiento correctivo - IMC	8,98%	13,37%	6,03%
Índice Relación Correctivo/Preventivo - IRCP	54,92%	29,26%	16,11%
Índice Mantenimiento de Adecuación - MA	28,45%	13,13%	10,28%
Índice Utilización Mano de Obra - IUMO	90,43%	96,75%	92,91%
Índice Horas Extras - IHE	0,00%	0,00%	0,00%
Índice Trabajo Otras Actividades - ITOA	36,66%	24,19%	39,18%

Fuente: Datos tomados del Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Como se puede observar, los índices de gestión reflejan datos por debajo del nivel óptimo, lo cual es un problema grave para cualquier empresa, aún más para para una Central Termoeléctrica, considerando las actividades que realiza. Es por esto, que es necesario optimizar el aprovechamiento de la mano de obra del personal técnico de cada una de sus áreas y así mejorar los procesos internos para mejorar la ejecución de los trabajos programados diaria y mensualmente mejorando la confiabilidad y

disponibilidad de todos los equipos e instrumentos intervenidos para garantizar el correcto funcionamiento de la unidad de generación Termoeléctrica (turbogenerador).

Este tipo de situación empeora si se tiene en cuenta la falta de planeación estratégica y empleo de herramientas Lean en el lugar, lo cual permite que surjan problemas que afectan el cumplimiento u óptimo desarrollo de las acciones propias del mantenimiento preventivo en cada una de las áreas descritas, como, por ejemplo:

- Falta de orden en los talleres del departamento de mantenimiento
- Poca Capacitación del personal técnico
- Deficiente limpieza, organización y utilización de las áreas de trabajo
- Tiempos no establecidos en actividades de mantenimiento preventivo
- Falta de disponibilidad de materiales y consumibles
- Falta de compromiso del personal técnico

Con una menor relevancia, se tienen estos problemas:

- Falta de planificación en la rotación del personal técnico
Enfermedad y/o calamidades domesticas del personal técnico.
- Falta de disponibilidad de repuestos
- Falta de seguimiento y compromiso en las altas jefaturas para la asignación de recursos.
- Falta de identificaciones de causas raíz en problemas correctivos para corrección inmediata, etc.

Estos problemas presentados, ha ocasionado que la empresa sufra pérdidas económicas por la aplicación de penalidades por la poca confiabilidad y disponibilidad de la Unidad de Generación Termoeléctrica debido a la falla de equipos e instrumentos por el mantenimiento defectuoso (principalmente preventivo) que se realiza en estos.

En relación a estas penalidades, es necesario aclarar que el despacho económico o despacho comercial es una programación diaria (o en ocasiones por horas) emitida por el CENACE en la cual se pide a una o algunas centrales de generación, ya sean hidroeléctricas o termoeléctricas, encenderse para generar energía eléctrica por un determinado tiempo (horas, días, semanas o meses), debido a que el consumo eléctrico

en Ecuador es elevado durante ese tiempo y es necesario que la generación total de energía aumente para evitar que el SNI (Sistema Nacional de Interconectado) colapse y ocurran apagones.

En este sentido, las correspondientes leyes que rigen el mercado eléctrico mayorista del Ecuador indican que existen 2 tipos de pago mensuales a todas las generadoras eléctricas que suministran energía al SNI (Sistema Nacional Interconectado del Ecuador).

Estos pagos corresponden a:

- Pagos por generación realizada, de acuerdo con los despachos económicos del CENACE.
- Pagos por disponibilidad de Central (estar apagados, sin generar energía, pero siempre disponibles ante cualquier llamado del CENACE para cumplir algún despacho económico)

De manera que, si no se cumplen estas peticiones el establecimiento que lo incumple se ve sometido a penalidades económicas, aplicadas en este caso, a centrales termoeléctricas, producto de la indisponibilidad ante la solicitud de arranque. Es decir, si una central no realiza el servicio o no está disponible, no recibirá el pago mensual establecido y se aplicarán las debidas penalidades, lo cual significa pérdidas económicas importantes para la central.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿La aplicación de la metodología 5s mejorará la gestión del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica, optimizando el aprovechamiento de la mano de obra del personal técnico, lo que aumentará la confiabilidad y disponibilidad de la institución?

2.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la situación inicial de la gestión y tiempos de ejecución de las órdenes de trabajo emitidas para el personal técnico en cada una de las actividades preventivas que se realizan?
- ¿La implementación de la metodología 5s para el mejoramiento de las condiciones de trabajo y la disminución de tiempos en el desempeño de órdenes de trabajo beneficiará la gestión del mantenimiento de la Central Termoeléctrica?
- ¿Qué beneficios se obtienen con la aplicación de la metodología 5 S en la Central termoeléctrica, teniendo en cuenta sus índices e indicadores de gestión?

2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio se centró en la necesidad de optimizar el tiempo de producción y mejorar las condiciones del ambiente de trabajo de los técnicos pertenecientes a cada área del departamento de mantenimiento de esta Central Termoeléctrica, ya que, actualmente se elaboran los informes en base a órdenes de trabajo preventivos y correctivos, teniendo resultados de índices de gestión no reales que afectan la confiabilidad y disponibilidad de la Unidad de Generación Termoeléctrica que se declaran mensualmente.

Ante la problemática mencionada, el actual estudio de investigación se traza la implementación de la metodología 5s con el propósito de lograr una mejora de las condiciones de trabajo presentada en la actualidad cada una de las áreas que pertenecen al Departamento de Mantenimiento, lo cual surge como una respuesta ante la necesidad de la Central Termoeléctrica a la resolución de la problemática relacionada a la desorganización del área de trabajo, la falta de limpieza, la mala utilización zonas de trabajo, la falta de planificación para la rotación del personal, el incumplimiento de tiempo establecidos, entre otros.

Por lo tanto, la implementación de la metodología 5s se justifica en el beneficio directo que esta proporciona sobre la Central Termoeléctrica ya que proporcionará un estándar

de cumplimiento de normas esenciales y facilitará el rendimiento de las labores dentro de esta, contribuyendo a un entorno de trabajo seguro y ordenado, a la motivación de los colaboradores, al alcance de la calidad y a lograr la eficiencia y eficacia necesaria para que la institución mantenga la competitividad de sus actividades y servicios.

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. GENERAL

Proponer la implementación de la metodología 5S en el departamento de mantenimiento de una central termoeléctrica para optimizar el aprovechamiento de la mano de obra del personal técnico.

2.4.2. ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico inicial de los índices de gestión y tiempos de ejecución de las órdenes de trabajo emitidas actualmente para el personal técnico, con relación a las actividades preventivas que se realizan.
- Implementar la metodología 5s a favor de la gestión del departamento de mantenimiento, buscando reducir el tiempo de ejecución de las órdenes de trabajo y la mejora de las condiciones laborales.
- Evaluar los resultados logrados al aplicar la metodología 5s y establecer los beneficios a obtener según los indicadores del departamento de mantenimiento de la central termoeléctrica.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, en este subapartado se presenta la investigación desarrollada en torno a la aplicación de la metodología 5s para apoyar el desarrollo del estudio que se está realizando.

El autor Ramos (2018), presentó una tesis donde se valió de la metodología 5s para mejorar las condiciones del taller de mantenimiento en una central térmica ubicada en Valparaíso - Chile. En el desarrollo de este estudio se empleó el ciclo de Deming y con esta ideó un plan de acción en concordancia con los conceptos de la metodología y el cual dividido en tres encadenamientos.

En primer lugar, propagó información acerca del tema para ofrecer información a los trabajadores acerca de cuan significativos son los beneficios del método.

En segundo lugar, realizó la implementación de los conceptos 5s e hizo una división en dos partes de artículos y elementos que se hallaban en las instalaciones del taller. Esta fase estuvo dirigida al personal de las áreas de acción y compromiso de estos. Para comprobar estos cambios realizó una evaluación inicial de la zona. Detectando las principales deficiencias del taller y finalizar el proyecto en cuanto a organización y limpieza para resolver los puntos más urgentes, mostrando foto documentación y encuestas para evaluar los cambios implementados (Ramos, 2018). Esto fue una evaluación final consistente y al completar las partes, se registró la implementación de las 5s en un informe para luego cerrar el ciclo de mejora continua aplicada a los talleres y almacenes de mantenimiento de la central.

Los autores Duran y otros (2017), que presentaron un artículo que presenta la experiencia acumulada de dos proyectos de *lean maintenance* en centrales termoeléctricas. Los proyectos presentados muestran la aplicación de estas técnicas (lean), que se basan en la utilización de un proceso de toma de decisiones con múltiples criterios, previamente implementado que usa la metodología *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (AHP) para realizar actividades de diagnóstico y prescripción. Ese método

admitió la prescripción de las técnicas lean adecuadas para solventar las principales deficiencias en la función de mantenimiento entre las que se incluye la aplicación de la metodología 5s para solucionar falencias detectadas en el diagnóstico de la organización.

En concordancia con la sección de ingeniería mecánica, previo al inicio de la primera fase de implementación de la metodología 5s, llevaron a cabo un diagnóstico donde expusieron la situación actual del taller. Seguidamente, especificaron las actividades necesarias para poder llevar a cabo la implementación y establecieron un diagrama de Gantt donde detallaban fechas, ejecutores, responsables y porcentajes de cumplimiento de la propuesta. Al finalizar la aplicación de las herramientas lean se observan resultados considerables en torno a la mejora, lo que produce una mayor eficiencia en el oficio de mantenimiento de la planta termoeléctrica.

Chinhengo y otros (2020), efectuaron una investigación que enfatiza que el pensamiento “lean” se puede incorporar a los procedimientos de mantenimiento con la implementación de sus herramientas, nociones y prácticas. Su investigación está relacionada al perfeccionamiento de las actividades preventivos realizadas en centrales térmicas y la evalúan mediante un instrumento de “*mapeo de flujo de valor*” (VSM) que les permitió identificar los residuos en el mantenimiento, lo cual lo utilizaron para mostrar la asociación entre los mantenimientos y las herramientas de *Lean Manufacturing*.

El mapa del estado actual reveló que las actividades que no agregan valor contribuyeron con el 16,25 % del tiempo total de mantenimiento. Destacan que, si se mejora la situación actual, la disponibilidad general de la planta generadora, mejoraría en un 0,158 %. Aunque esto parece insignificante, la pérdida de generación debido a la falta de disponibilidad de la planta de carbón tiene un impacto. La planta de energía genera un promedio de 90 GWh al año y una disponibilidad de la planta del 0,158% representará una ganancia de 142 200kWh al año, lo que se traduce en USD 14220 a un costo de USD 0,10 por kWh.

El autor Caballero (2017), Implementó la metodología 5s para mejorar la productividad empresarial. Para ello, sugirió primero diagnosticar la situación actual de la instalación,

luego describir las actividades que se realizan en el área de producción y finalmente aplicar la metodología 5s a partir del diagnóstico obtenido. Su estudio fue descriptivo y de diseño no experimental y trabajó con una muestra de 15 trabajadores de esa empresa. Entre sus resultados destaca que, parte de la muestra mostró resistencia inicial al cambio, pero que en términos generales la propuesta tuvo buena aceptación entre los trabajadores. Finalmente infiere sobre la implementación de la metodología 5s que redujo significativamente la pérdida de espacio y tiempo de ciclo, aumentando la productividad en el área de manufactura en un 20% para la empresa.

Los autores Campos y Elena (2020), desarrollaron un estudio sobre la metodología 5s y su impacto.

La Logística de una organización. Efectuaron un estudio para comprobar cómo la metodología 5s afecta la logística de "A&F Andina SCRL". Para ello, buscaron determinar el impacto en la etapa de mejora continua utilizando métodos operantes de mantenimiento y de calidad. De esta manera, llegaron a la conclusión que la metodología 5s tiene incidencia sobre la gestión logística de la empresa utilizando la correlación de Pearson. Esta correlación r dio como resultado 0,940, que es lo mismo que estar cerca de 1 y puede considerarse una correlación bastante alta. Asimismo, determinó que todas las fases estudiadas mostraron influencia sobre la gestión logística del lugar.

El autor Yantalema (2020), realizó la implementación de la metodología 5s en un taller de maquinado de la industria de alimentos en Guayaquil. El problema era que no había un sistema específico de pedidos y limpieza, lo que resultaba en horas improductivas. De esta forma, se procedió a la implantación sectorial en talleres mecánicos, en las siguientes zonas: zona 1 mantenimiento; zona 2 taller y bancos de trabajo; zona 3 E.P.P y zona 4 oficinas.

Todo esto se realizó con el propósito de obtener un mejor resultado al desarrollar la implantación de esta metodología. El método de Kurosawa se utilizó como método principal para realizar los cálculos de productividad. Cuando se implementó la metodología 5s, el índice de productividad en cuestión aumentó de 32,5% a 77,43%, manteniendo la jornada laboral normal y reduciendo el ausentismo y el tiempo perdido

durante el proceso. Sus resultados mostraron el aumento del tiempo válido promedio y el tiempo de entrada total. También hubo un aumento del 20% en la eficiencia de los trabajadores cuando se calificaron individualmente.

Por último, se menciona el trabajo de Hernández (2022), el cual realizó un ESTUDIO TITULADO “Aplicación de las 5s en el área de envasado para mejorar la productividad en la bodega vitivinícola “Doña Consuelo “Ica, 2022”, que tuvo como objetivo determinar de qué manera la aplicación de las 5s mejora la productividad en el área de envasado de una bodega vitivinícola. El área de envasado fue el lugar de estudio, donde se emplearon las técnicas de observación directa e indirecta, check list, fichas de producción, capacitaciones y sus asistencias.

Los resultados muestran que se obtuvo una mejora en la productividad de un 64.67% a un 96.70% con un aumento del 32.03%, también existió una mejora de la eficiencia de 81.69% al 95.44% con un incremento de 13.74%, y se mejoró la eficacia de un 52.76% a un 92.29% con un aumento de 39.52%. Por lo cual, la autora concluye que la aplicación de esta metodología fue provechosa incrementando la productividad en la producción quincenal del producto, juntamente con el área de envasado (Hernández & Mendoza, 2018).

3.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

3.2.1.SECTOR ELÉCTRICO EN ECUADOR.

La industria eléctrica de Ecuador tiene sus inicios en el año 1990, con la fundación de la primera central hidroeléctrica que estuvo situada en la localidad de Loja. En el año 1897 se fundó en esta misma ciudad la empresa “Luz y Fuerza”, la cual adquirió dos turbinas de 12 kW cada una instaladas en las caídas del río Malacatos (Vera, Vélez, Mera, Indarte, & Cedeño, 2019).

Quito, por su parte, cuenta con alumbrado público desde el año 1911. Para la ciudad de Cuenca se tiene la instalación una planta de generación eléctrica de 37,5 kW en 1914, la cual se amplió posteriormente a 102 kW en 1922.

En el año de 1926, el gobierno ecuatoriano firmó un contrato con la empresa estadounidense Foreign Power para suministrar electricidad a Guayaquil por 60 años. Desde entonces, proyectos similares han comenzado a operar en Riobamba, Quito y otras localidades (Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), 2021).

A mediados del año 1940, la responsabilidad de los servicios eléctricos pasó a manos de los municipios. Desde entonces, se instaló una gran cantidad de pequeñas centrales hidroeléctricas y en 1961 la capacidad total de estas centrales era de unos 120 MW. De esta forma hasta los años cincuenta en el mismo siglo, en el país el servicio de energía eléctrica se hallaba diseminado entre diversas empresas patrimoniales de los municipios del Ecuador, con una infraestructura aislada, limitada y en ocasiones obsoleta, y solo podía atender al 17% de la población (Santana, Vélez, & Mera, 2018).

A través del Decreto de Emergencia N° 24 del 23 de mayo de 1961 fue creada la Asociación Ecuatoriana de Electrificación (INECEL) a la cual se le confirió estar encargada de integrar el sistema eléctrico nacional y formular un plan nacional de electrificación para atender los requerimientos energético en electricidad, en función del *“Plan de Desarrollo Económico y Social del Ecuador”*. La finalidad de este ente era desplegar proyectos hidroeléctricos de gran escala basados en el potencial hidroenergético de del territorio ecuatoriano y lograr una composición eléctrica integrada mediante la construcción de un *“Sistema Eléctrico Nacional Interconectado”*. De esta manera, se produjo una transformación en el sistema eléctrico ecuatoriano en cuanto al progreso económico y social del país, además, se fundó el primer plan maestro de energía, cuyo propósito era el de consolidar, normalizar y ampliar la cobertura del este servicio (CONELEC, 2021).

En el período comprendido entre 1970 y 1980, el auge petrolero nacional y el consiguiente acceso a préstamos internacionales sirvieron para implementar proyectos macros de equipamiento para generación, transmisión y distribución energética

En Ecuador, el sector eléctrico presentó un fundamento legal formalizado con la *“Ley Básica de Electrificación”* (LBE) del 10 de septiembre de 1973. Como consecuencia de esto, el estado confirió el 47% de los ingresos admitidos por el erario estatal al Fondo Nacional de Electrificación de INECEL provenientes de las tarifas de uso, el desarrollo de

recursos de hidrocarburos y el derecho a transportar crudo por oleoductos. Esto recursos sirvieron para la investigación y construcción del Sistema Interconectado Nacional (SNI) y del sistema regional de generación y transmisión de energía (Albán, 2018).

La LRSE constituyó el “Consejo Nacional de Electricidad” -CONELEC- como un ente legal que posee derecho público, así como libertad en cuanto a su administración, patrimonio, economía, operación y financiamiento. Esta organización fue creada el 20 de noviembre en el año 1997 al disponerse las “ Normas Generales de Sustitución de la LRSE”. Fue así, como el CONELEC se erigió como el ente encargado de regular, legislar y regir las actividades competentes a la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica a las concesionarias por parte del Estado (CONELEC, 2021). De igual forma, este organismo necesitaba preparar un régimen de electrificación. La LRSE (1996), estructuró el sector eléctrico de la siguiente manera:

- Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC)
- Centro Nacional de Control de Energía (CENACE)
- Empresas eléctricas estatales de generación
- Empresa eléctrica estatal de transmisión
- Empresas eléctricas estatales de distribución y comercialización (Ley de Régimen del Sector Eléctrico, 1996).

3.2.1.1. EVOLUCIÓN DEL SECTOR

Transcurrido el siglo XX, el sector eléctrico de Ecuador ha crecido significativamente en términos de capacidad instalada. En 2018, esta capacidad fue de 8.826,89 MW, el 59,84% y el 40,16% proveniente de fuentes renovables y no renovables, respectivamente. Esto es un cambio importante considerando los datos del año 2009 cuando se tenía un aporte instalado que llegaba a los 4.838,70 MW (dividido entre servicios públicos con 4.777,08 MW y los privados 710,62 MW), además de este total un 44,8% provino de recursos renovables y el restante 55,2 % de las fuentes no renovables (Santana, Vélez, & Mera, 2018).

En 2018, el Ministerio de Energía Eléctrica y Renovable, el Ministerio de Minería y la Dirección General de Hidrocarburos se unificaron y nació el “Ministerio de Hidrocarburos” promulgado por Decreto Presidencial. Al final del proceso, el organismo fue denominado “Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables” (MERNNR) y se les fue conferido todas las actividades que cada uno de los organismos que lo conformaron (CONELEC, (2021).

La “*Ordenanza de los Servicios Públicos de Energía Eléctrica*” (LOSPEE), luego estableció objetivos específicos para garantizar el cumplimiento con la provisión de servicios públicos de electricidad a los consumidores donde se estableció que se proporcionar a los usuarios finales servicios públicos de electricidad seguros y de alta calidad. Así como los servicios de alumbrado público en general requeridos según normativa específica, entre otros. Además, enfatiza la necesidad de una buena coordinación intersectorial en la división energética para poder conseguir los objetivos (Salazar & Panchi, 2014).

Por otro lado, el “*Reglamento Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos de la Secretaría de Energía y Recursos Naturales No Renovables*” también busca, entre sus propósitos como institución, mejorar la calidad, continuidad, resiliencia, seguridad y cobertura de los servicios públicos de energía. Por lo tanto, es fundamental la planificación del sector eléctrico partiendo de esta cartera estatal y a partir de ello, ampliar la oferta de generación y transmisión en todo el territorio (CONELEC, (2021).

3.2.1.2. INSTITUCIONALIDAD DEL SECTOR ELÉCTRICO

De acuerdo con la LRSE (1996), el Sector Eléctrico Ecuatoriano quedó estructurado de la siguiente manera:

- Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC)
- Centro Nacional de Control de Energía (CENACE)
- Empresas eléctricas estatales de generación
- Empresa eléctrica estatal de transmisión
- Empresas eléctricas estatales de distribución y comercialización (Ley de Régimen del Sector Eléctrico, 1996).

Cuando se creó el “*Consejo para la Modernización del Sector Eléctrico*” (COMOSEL), órgano transitorio de la delegación del CONAM (Consejo Nacional para la Modernización), era para definir el sector empresarial de generación de energía y valorar a las instituciones como operaciones continuas. Además de implementar procesos que impliquen al sector público para motivar la participación del sector privado en las operaciones y propiedad del sector.

De acuerdo con lo determinado en el art. En 26 de las resoluciones LRSE y COMOSEL, las instalaciones estatales que generan y transmiten la energía fueron traspasadas con la participación del INECEL a un “fondo solidario” que fue compuesto por seis empresas de generación y una de transmisión, este inició sus operaciones el 1 de abril de 1999 (Rodríguez, 2021).

Todos estos cambios se mantuvieron hasta el 01 de mayo del 2008, debido a que por disposiciones gubernamentales se modificó nuevamente la institucionalidad del sector eléctrico ecuatoriano teniendo el nacimiento de una corporación eléctrica estatal que nuevamente albergó a todas las centrales de generación eléctrica (hidráulicas, térmicas, eólicas, entre otras), junto con la empresa eléctrica estatal de transmisión.

Como complemento a estos cambios se creó también la corporación nacional de electricidad que se encargaría de la distribución de la energía eléctrica generada y transmitida por corporación eléctrica estatal

3.2.1.3. MARCO NORMATIVO.

El Marco Normativo Regulatorio del sector eléctrico en Ecuador presenta una creación reciente, considerando que el año de promulgación de la norma más antigua posee registros de los años mil novecientos. De manera generalizada, se puede indicar que dicho marco normativo, se encuentra constituido por la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, a lo que se añade una regulación conexas que la conforman 35 Reglamentos donde se establece a detalle lo dispuesto por esta Ley, además de Estatutos de creación de los Órganos Administrativos propios del sector (Durán, 2014).

De forma específica, las principales disposiciones normativas que compone el marco normativo del sector eléctrico en Ecuador son:

- La Ley de Régimen del Sector Eléctrico (L/sn.RO-S 43: 10 - oct - 1996).
- Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley del Sector Eléctrico (DE-754.RO-S182:28 de oct. De 1997).
- Reglamento de Concesiones Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica (DE-1247.RO-S-290: 3 de abril de 1998).
- Estatuto de la Corporación “Centro Nacional de Control de Energía - CENACE- (A151.RO55:27 de octubre de 1998).
- Reglamento para la Designación de los delegados ante el Directorio del Centro Nacional de Control de Energía -CENACE- (DE391.RO87:14 de diciembre de 1998).
- Reglamento de Despacho y Operación del Sistema Nacional Interconectado (DE-591.RO134:23 de febrero de 1999).
- Reglamento para el Funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista (DE.593.RO134:23 de febrero de 1999).
- Reglamento de Garantías para Compraventa de Energía (DE-1423. RO316: 11 de noviembre de 1999) y el Reglamento de Suministros del Servicio de Electricidad (DE-592. RO134: 23 de febrero de 1999) (Arroyo, 2004).

La Ley de Régimen del Sector Eléctrico (2011) es la normativa legal encargada de la regulación y control de todas las actividades dentro de la industria eléctrica, en todo el Ecuador. Todas las personas individuales y colectivas, que se dedican a las actividades de la industria eléctrica, en cualquier forma y lugar de constitución están sometidas a esta ley.

La ley en mención se expidió, como necesidad de reformulación de los alcances de la participación estatal en este sector, teniendo como principal objetivo la prestación de servicios eléctricos confiables y de calidad en el marco de la competitividad en los mercados productivos, a fin de lograr asegurar el desarrollo económico y social de la producción eléctrica, cabe indicar que esta normativa legal sustituyó a la antigua Ley (básica) de Electrificación.

Los temas más importantes de esta ley son:

- La incorporación de aspectos relativos a la promoción y defensa de la competencia que se fundamenta en los postulados teóricos y doctrinarios de la rama jurídica del libre Derecho de la Competencia. En sí, estos aspectos son incorporados en esta normativa legal evolucionan a partir de los siguientes hechos: Se ha realizado a la segmentación de las actividades propias al sector eléctrico en subsectores concretos y delimitados, siendo éstos: generación, transmisión y distribución, con el fin de crear competencia al interior del mercado eléctrico ecuatoriano. Se ha ordenado explícitamente, disposiciones no monopólicas y de defensa de esta, al prohibir actos que la detengan, restrinjan o desvíen.
- Entregar al Ecuador un servicio eléctrico con una alta confiabilidad y calidad que respalde su desarrollo económico y social. Este objetivo muestra la importancia que se la ha asignado a la industria eléctrica, como forma para el desarrollo del Ecuador. De tal forma que una adecuada prestación de las empresas que realizan sus actividades en este sector de la economía influye en un factor determinante para lograr alcanzar dicho desarrollo
- Suscitar la competencia de los mercados de generación de eléctrica y la inversión de los sectores privados para certificar el abastecimiento a largo plazo. Es necesario señalar que únicamente los subsectores de producción de energía eléctrica o generación de energía ofrecen competencia como lo indica este objetivo, por lo que el subsector de transmisión y distribución es un monopolio natural. Dadas estas características de la industria de energía eléctrica, la existencia de normas y reglas regulatorias para evitar prácticas anticompetitivas es fundamental.
- Cuidar los derechos de los consumidores. Este objetivo muestra como el Marco Legal tiene un carácter claramente dirigido hacia la defensa de los usuarios. Se establece además el fundamento para una nueva manera de controlar los servicios públicos que se está incorporando a escala mundial. En la cual la protección del consumidor es empleada como una herramienta regulatoria por los entes u órganos regulatorios (Congreso Nacional del Ecuador, 2011).

Por otro lado, el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) es el ente administrativo que se encarga de regular y controlar las actividades dentro de la industria eléctrica en este país. Este órgano regulatorio fue creado mediante la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, siendo su máxima autoridad administrativa, el director ejecutivo, que es designado por su Directorio (Arroyo, 2004).

Dentro de las competencias de mayor importancia del director ejecutivo se pueden señalar:

- Hacer cumplir y cumplir la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, sus reglamentos y disposiciones, vigilando la prestación de los servicios y el correcto cumplimiento de las obligaciones sentadas en los contratos de concesión.
- Hacer cumplir las sanciones administrativas a las que haya lugar por el no cumplimiento de las normativas, según lo dictaminen las leyes y reglamentos del sector eléctrico, sin perjudicar el derecho de los afectados de impugnar dichas penalidades.
- Prevenir, conocer y sancionar, conductas no competitivas, además de monopólicas o discriminatorias entre los partícipes del sector de la generación de electricidad, en concordancia con las leyes y reglamentaciones del sector eléctrico. De esta forma, las resoluciones adoptadas el director ejecutivo pueden ser objeto de apelación ante el CONELEC, al igual que, las Resoluciones del CONELEC pueden ser objetadas ante los juzgados en competencia.
- Vigilar que las tarifas son aplicadas de acuerdo con las correspondientes concesiones y con las disposiciones del Marco Legal Regulatorio del Sector eléctrico (Santana, Vélez, & Mera, 2018).

Es importante mencionar que un aspecto relevante de la regulación efectuada por este ente es la búsqueda de la competencia como elemento de eficiencia. Entendiendo que la eficiencia económica se obtiene con el funcionamiento de mercados abiertos y las actividades de las empresas dentro de los parámetros ya definidos y conocidos de competencia, de donde los consumidores tienen una mayor satisfacción y los productores mayor eficiencia, aumentado así el bienestar social de todo el pueblo ecuatoriano.

Por otro lado, en la Constitución de la República del Ecuador (2008) se hallan artículos que regulan el sector eléctrico, entre los que se destacan:

Art. 313.- El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social.

Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.

Art. 314.- El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley.

El Estado garantizará que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad.

El Estado dispondrá que los precios y tarifas de los servicios públicos sean equitativos, y establecerá su control y regulación.

Art. 315.- El Estado constituirá empresas públicas para la gestión de sectores estratégicos, la prestación de servicios públicos, el aprovechamiento sustentable de recursos naturales o de bienes públicos y el desarrollo de otras actividades económicas.

Las empresas públicas estarán bajo la regulación y el control específico de los organismos pertinentes, de acuerdo con la ley; funcionarán como sociedades de derecho público, con personalidad jurídica, autonomía financiera, económica,

administrativa y de gestión, con altos parámetros de calidad y criterios empresariales, económicos, sociales y ambientales.

3.2.2. DATOS SOBRE EL SECTOR ELÉCTRICO ECUADOR

3.2.2.1. OFERTA ENERGÉTICA

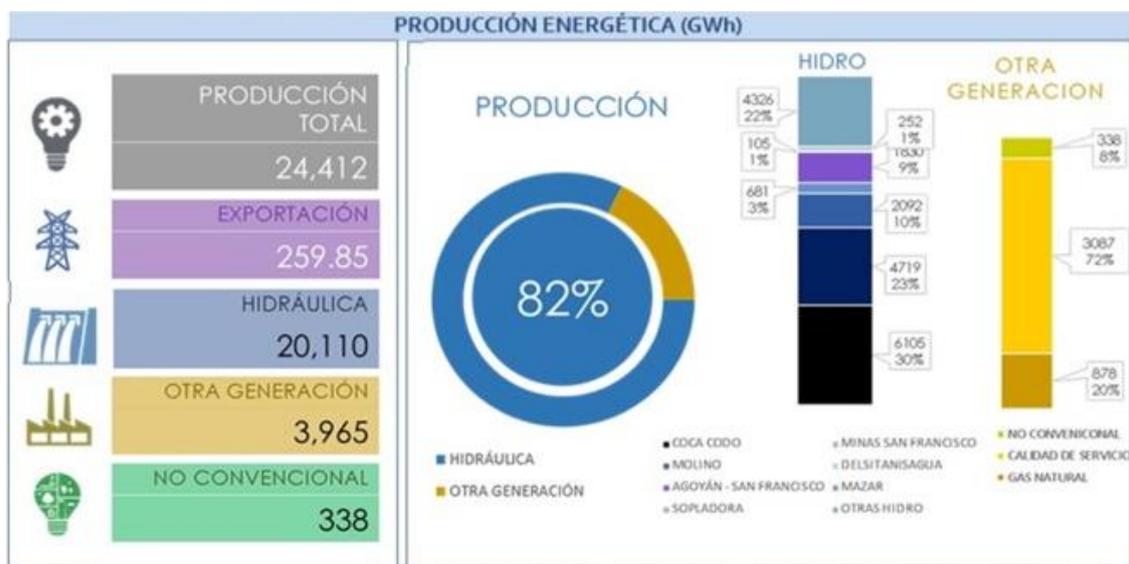
El sector eléctrico de Ecuador ha buscado garantizar una continuidad, calidad y seguridad óptimas, mantendrá su soberanía, priorizará el uso de fuentes de energía renovables e integrará con energía térmica eficiente e innovadora la infraestructura desarrollada para la provisión de servicios públicos y privados de electricidad con tecnología que utilice combustible producido, en lo posible, nacionalmente para lograr la estabilidad eléctrica del SNI y conservando límites de reserva energética convenientes ante los ya conocidos períodos de sequía (ausencia de lluvias en las zonas donde están ubicadas los embalses de las centrales hidroeléctricas) que se tienen año a año (Operador Nacional de Electricidad (CENACE), 2019).

En este sentido, el sector eléctrico en el país ha visto la construcción e incorporación de algunas siguientes obras como el embalse de Mazar, con la que se fortificó energéticamente el complejo Integral Paute por la gran capacidad de almacenamiento hídrico que ofrecía siendo un total de de 410Hm³ de agua. También se tienen las centrales hidroeléctricas de San Francisco, Mazar, Ocaña y Baba, que registraban una potencia instalada de 468 MW en el Sistema Nacional Interconectado.

Por otro lado, ha habido proyectos distintos a las centrales hidroeléctricas en la última década, la capacidad en conjunto de Manduriacu, Alazán, Coca Codo Sinclair, Minas San Francisco, entre otros, los cuales tienen una potencia nominal de 2.660,32 MW, el primer parque eólico de 16,5 MW en Villonaco y la sustitución de generación térmica ineficiente de 600 MW (CONELEC, 2021).

Figura 1

Producción de energía eléctrica año 2018.



Fuente: (Operador Nacional de Electricidad (CENACE), 2019).

La puesta en marcha de estas plantas dobló las capacidades instaladas del país de 4.070 MW nominales (8.182,58 efectivos) en 2018. La marcha de estas centrales ha reconocido lograr la soberanía energética en materia eléctrica lo que ha generado beneficios tecnológicos, energéticos, económicos y ambientales a todo Ecuador (CENACE, 2019).

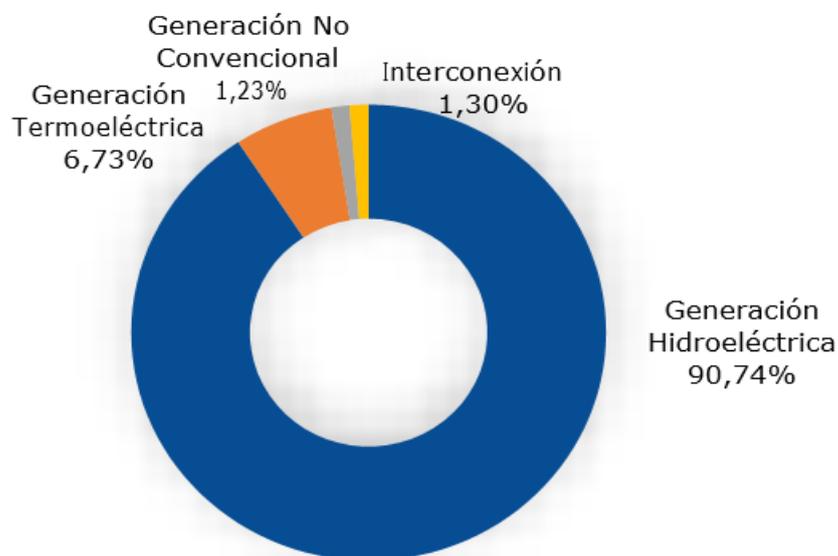
3.2.2.2. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

Teniendo en cuenta el aporte de las centrales eléctricas nacionales y las importaciones de los enlaces internacionales, la energía total producida en el año 2021 logró los 28.023 GWh.

Por ello es importante indicar que año a año en el Ecuador existe un aumento en la demanda energética, la cual debe ser compensada con el aumento de la potencia de generación eléctrica instalada. Como se muestra a continuación, el valor representa un aumento del 3,33% con respecto al año anterior, dándose el aumento en hidroelectricidad e interconexión.

Figura 2

Producción bruta energética anual porcentual, 2021.



Fuente: (CENACE, 2022).

El aporte energético por tipo de generación respecto al 2020, registra un aumento significativo de 5,07% en hidroeléctrica, una reducción de 14,02% en generación no convencional y una reducción de 16,82% en generación termoeléctrica, esto último significa un ahorro en el uso de combustibles fósiles, lo que tiene un efecto positivo en la disminución del impacto ambiental.

Para la generación no convencional de 344,68 GWh, se registró una caída significativa en la producción de 14,02 GWh en relación con el año anterior ya que los parques eólicos generaron menos electricidad. La contribución de las plantas no convencionales fue del 1,23% de la producción total.

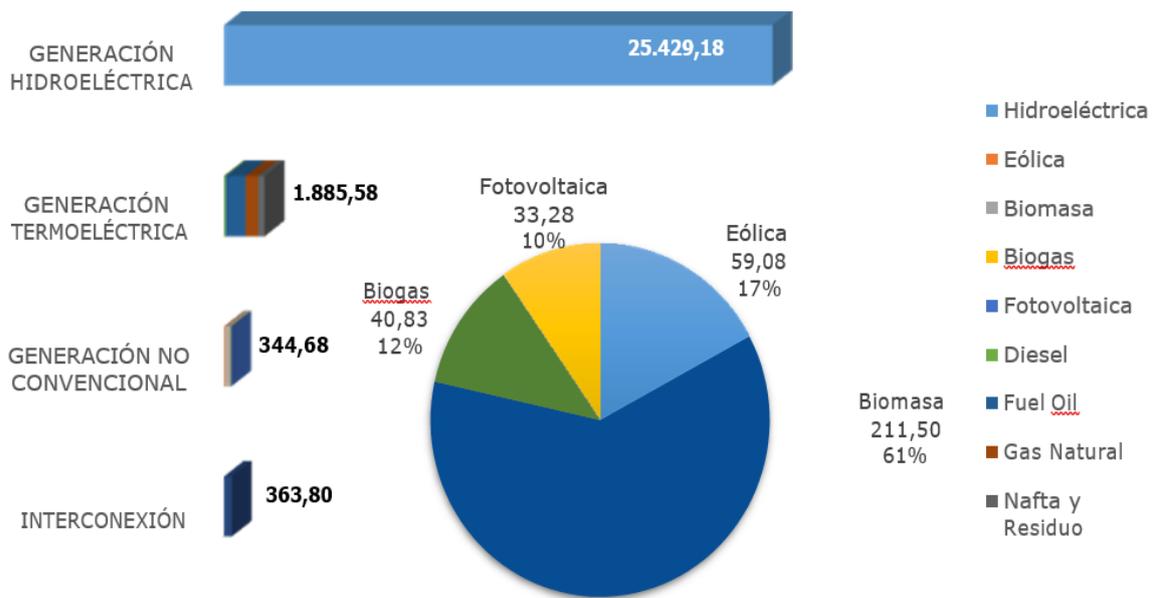
Con respecto a la generación no convencional con 344,68 GWh, se observa un descenso significativo de 14,02 GWh en la producción, respecto al año anterior, ocasionado por que la central eólica produjo en menor cantidad. La entrega de potencia de las centrales no convencionales fue del 1,23% de la producción total.

También se puede ver un aumento significativo en las interconexiones con Colombia, con un total de 45.06%.

En cuanto a la producción de centrales térmicas, CELEC EP – UN. ELECTROGUAYAS registra la mayor fuente de producción de energía con un total de 509,86 GWh. Esto constituye el 27,04% del total de 1.885,58 GWh provenientes de centrales térmicas.

Figura 3

Producción bruta energética por tipo de generación (GWh), 2021.

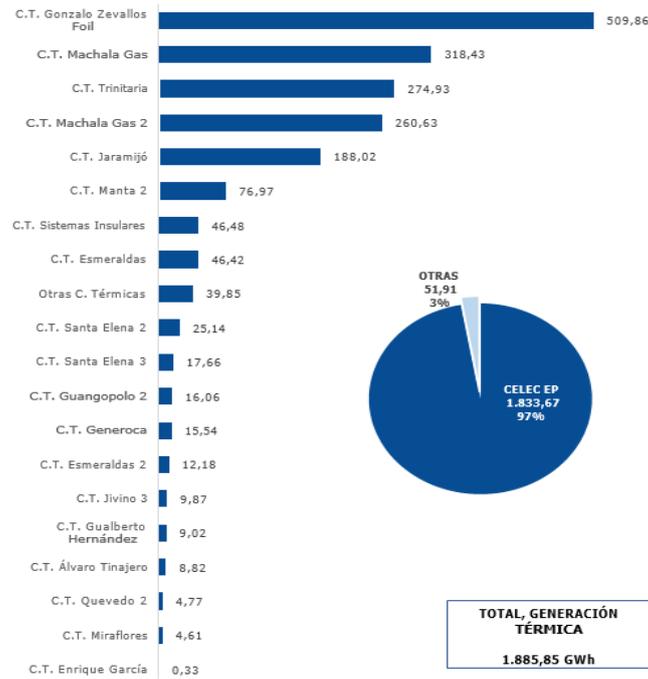


Fuente: (CENACE, 2022).

Cerca del 86,38% de la generación térmica total en 2021 se concentrará en Gonzalo Zevallos (27,04%), Machala Gas (16,89%), Machala Gas 2 (13,82%), Trinitaria (14,58), Jaramijó (9,97%) y Manta 2 (4,08).

Figura 4

Producción energía bruta térmica por central (GWh), 2021.

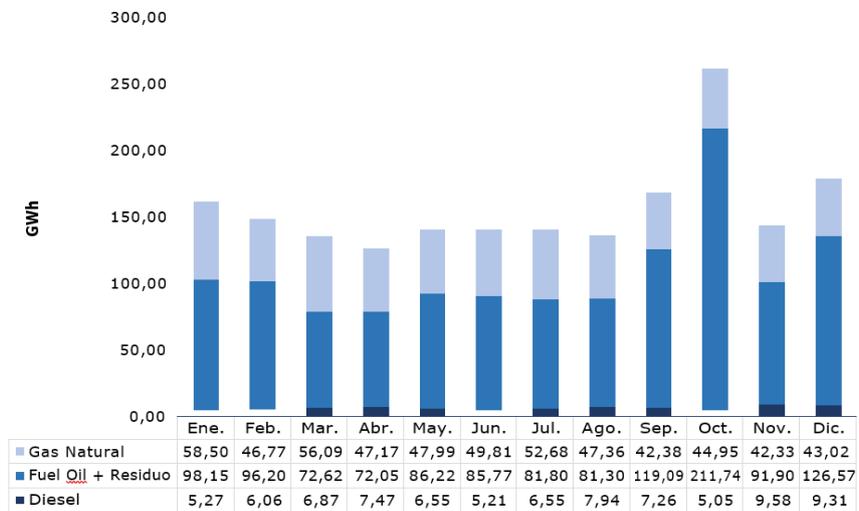


Fuente: (CENACE, 2022).

En el sector empresarial, la Corporación Eléctrica de Ecuador fue la que generó más, tanto en energía hidroeléctrica como térmica, obteniendo 84,99% y 97,25% respectivamente del total.

Figura 5

Producción bruta térmica por tipo de combustible (GWh), 2021.

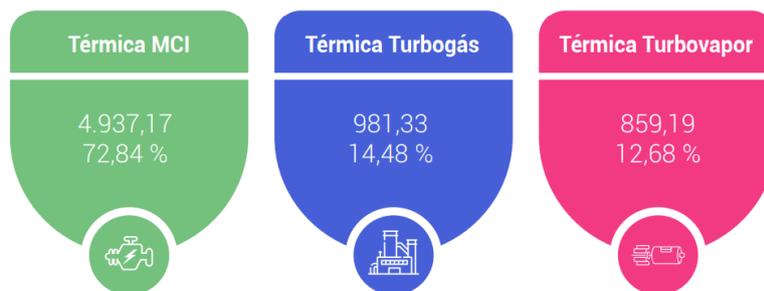


Fuente: (CENACE, 2022).

Para la generación térmica, la Figura 5 muestra la producción mensual en el año 2021 teniendo en cuenta el tipo de combustible que utiliza la planta. La energía total producida es: 83,12 GWh para diésel; 1.223,41 GWh para fuel oil y residuos. 579,05 GWh en gas de tipo natural. Estos valores que representan el 4,41%, 64,88% y 30,71% respectivamente de la producción eléctrica total anual de para este tipo de centrales.

Figura 6

Energía no renovable (GWh en el año 2021).



Fuente: (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2022)

Con relación a la composición de energía no renovable, año móvil de 2021 se observa que la energía proveniente de centrales de Motores de Combustión Interna (MCI) es la más notoria con 4.937,17 GWh lo que significó el 72,84 % de la producción total de energía no renovable.

3.2.3. METODOLOGÍA 5S

La disciplina de las 5s es una técnica que tiene el objetivo de formar y estandarizar una serie de procedimientos basado en el orden y limpieza de las zonas de trabajo. Se utiliza para establecer y mantener un buen ambiente de trabajo dentro de una empresa u organización. Este método se maneja para crear y mantener un lugar de trabajo bien organizado, limpio, eficiente y de calidad (Manzano & Gisbert, 2016).

Este método es empleado para la mejora continua de los procesos de gestión que está orientado en el enfoque de manufactura esbelta y su tarea es el desarrollo de un ambiente de trabajo con altos estándares de eficiencia, limpieza y ergonomía. Por lo cual, permite mantener el lugar de trabajo organizado, funcional y limpio, manteniendo

las condiciones, estándares y disciplina requerida para el buen desenvolvimiento en las actividades del trabajo. (Reyes y otros, 2017).

Este método utiliza un programa de trabajo consistente en desplegar actividades de orden/limpieza en el lugar de trabajo, además, de la detección de anomalías. Su simplicidad permite que todos participen a nivel individual o grupal para optimizar las condiciones de trabajo y elevar la seguridad de las personas, equipos y la productividad (Chapman, 2005).

Las herramientas 5s tienen su origen en la filosofía japonesa, Aunque el término fue acuñado en 1980 por Takashi Osada. Estás surgieron como parte del movimiento de calidad posterior a la Segunda Guerra Mundial (Falkowski & Kitowski, 2013)

Su nombre “5s”, procede de los términos japonés de los cinco elementos básicos del sistema: Seiri (selección), Seiton (sistematización), Seiso (limpieza), Seiketsu (normalización) y Shitsuke (autodisciplina).

1. Seiri. Elegir lo necesario y eliminar lo que no.
2. Seiton. Las cosas en su sitio, un lugar para cada cosa.
3. Seiso. Mantener la limpieza de lugares y cosas.
4. Seiketsu. Mantenimiento y control de las tres primeras S.
5. Shitsuke. Lograr que las 4 S sean una forma natural de actuar.

Las herramientas que ofrece las 5s tienen como objetivo hacer que el cambio sea rápido y ágil, con una visión a largo plazo que involucra la participación de todos en la organización para diseñar e implementar mejoras (Aldavert y otros, 2016). Se requiere el compromiso de todas las líneas jerárquicas para lograr un cambio en el comportamiento del personal involucrado en todos los niveles. Es ampliamente reconocido que el compromiso de la alta dirección es fundamental para el éxito de Lean Manufacturing, incluida la metodología 5s, por lo cual la implementación efectiva de la metodología 5s es responsabilidad de todo el equipo directivo y de empleados (Alefari y otros, 2017).

La ejecución de la metodología 5s implica la organización y seguridad de los procesos de trabajo, el marcado y etiquetado adecuado de los lugares de trabajo, auditorías para determinar el trabajo en progreso y mantener actividades mejoradas (Filip & Marascu-

Klein, 2015). La implementación debe realizarse posteriormente de una capacitación previa para que el personal sea consciente de la eficacia y efectividad de los métodos utilizados. La introducción de la metodología 5s se puede comparar con un ciclo de mejora PDCA. En este caso, las 5s busca permanentemente lograr un lugar de trabajo más organizado, ordenado y limpio para una mayor productividad y un ambiente de trabajo más seguro (Falkowski & Kitowski, 2013).

Con relación a las incompatibilidades culturales, dado que el origen de las 5s es de Japón, la apropiación de esta filosofía no es un problema fundamental, sino una ganancia personal al facilitar cambios en las realidades cotidianas dentro de la cultura de los ámbitos productivos. La metodología de aplicación industrial que se originó en Japón ha tenido éxito en otros países ya que es una herramienta que ha demostrado su eficacia. Estos métodos relacionados con la gestión de actividades operativas tienen poca relación con factores culturales. Es decir, la forma en que opera una empresa no es una cuestión de nacionalidad, sino una cuestión de mentalidad (Romero, López, Méndez, & Pintor, 2016).

De acuerdo con Ghodrati & Zulkifli (2012), el obstáculo de mayor significancia para la culminación efectiva de 5s es la falta de comunicación. Estos autores argumentan que las habilidad y comunicación, además de su eficiencia, ocasionalmente se valoran, las fallas de comunicación pocas veces se abordan en los lugares de trabajo industriales y la mala comunicación desperdicia recursos, tiempo, dinero y reduce la productividad moral de los empleados. Expresan que las consecuencias de la evolución de estos sistemas de manera descontrolada en la industria y los negocios podrían ser confusas y complejas, y existe la necesidad de métodos adecuados para usar la metodología 5s como una herramienta de mejora del sistema de comunicación.

3.2.3.1. PILARES DE LA 5S

Como ya se ha mencionado la metodología 5s cuenta con 5 conceptos, definidos por las palabras en japones: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke:

Tabla 2

Significados de 5s

Origen en japonés	En español
Seiri	Selección/separación
Seiton	Orden/Organización
Seiso	Limpiar
Seiketsu	Estandarizar
Shitsuke	Sostener/Mantener

Fuente: Sousa, L (2014).

La metodología 5s tiene como propósito fundamental el organizar, etiquetar y acercar los materiales, artículos y productos necesarios en las actividades que realizan los trabajadores para reducir o eliminar la pérdida de materiales. Estos conceptos establecen " *un lugar para todo y todo en su lugar* ", lo que ayuda a reducir o eliminar el tiempo que se pierde en cada actividad, así como el espacio y el inventario desperdiciado. La ejecución de 5s mejora la calidad productiva, aumenta la productividad laboral, reduce los costos y aumenta la eficiencia.

Las 5s comprenden los siguientes conceptos:

- **Seiri/Separación:** En este concepto se comienza por ir eliminando todos los elementos del área de trabajo. Esto implica una inspección del equipo para identificar elementos críticos para el éxito de las funciones laborales realizadas. Luego de esto, hay que deshacerse de duplicados, equipos innecesarios, artículos de uso poco frecuente y chatarra. También se hace una identificación de los artículos que no son fundamentales para las actividades como "desperdicio" o "valor, pero no importante". Después de eso se debe alejar estos de las zonas de trabajo. La mejora con este concepto implica un ahorro de tiempo espacio y costos acompañados de una productividad mejorada.
- **Seiton/Organización:** En este concepto se fijan posiciones entre los equipos, procurando la accesibilidad de estos. El objetivo es extender la eficiencia de los diseños de estaciones de trabajo pequeñas. Esto elimina el tiempo perdido debido a la navegación y búsqueda excesivas.

- **Seiso/Limpiar:** En esta parte se busca mantener el lugar limpio diariamente. Esto hace que el lugar esté listo para usar cuando lo necesite. Un espacio de trabajo limpio se traduce a un espacio de trabajo productivo, y esta S significa literalmente "limpio o reluciente", por tanto, se debe hacer limpieza de pisos, paredes y equipos. Además, hay que asegurarse que todos los elementos se restablezcan en la ubicación especificada. Entre otras cosas, la estación de trabajo debe estar bien iluminada y este concepto debe ser parte de la rutina diaria de la empresa y no debe posponerse hasta que esté disponible el tiempo de inactividad.
- **Seiketsu/Estandarizar:** Este concepto evita que el área de trabajo regrese a la situación problemática inicial. Para su aplicación se utilizan generalmente rótulos, vallas, pancartas, etc. Lo que sea necesario para cerciorarse de que los trabajadores tengan claras sus responsabilidades y se encuentren capacitados para el desarrollo de su labor.
- **Shitsuke/Mantener:** Este concepto trata de adquirir el hábito de seguir los pasos correctamente para evitar la regresión de la situación. Resulta fundamental tratar de hacerlo de forma diaria para no volver a la situación problemática. De esta forma, debe existir un compromiso de realizar estos procedimientos en cada turno para garantizar que los cambios en los productos o procesos se sostengan en las labores diarias y los problemas sean resueltos tan pronto como surgen.

El resultado que se obtiene con la implementación de las 5s es una reducción muy importante del espacio que se requiere para las operaciones existentes (Lamprea, Carreño, & Sánchez, 2015).

3.2.4. MANTENIMIENTO.

La Ingeniería en Mantenimiento se define como la ejecución de actividades de campo y de taller relacionadas con equipos, maquinas, herramientas o instalaciones industriales, para mantener a un activo físico o sistema cumpliendo sus funciones a un nivel estipulado con anterioridad (Sexto, 2017).

En esta se aplica e interpreta, de modo científico, los resultados de la experiencia y la investigación en la conservación del equipo. Existen principalmente tres tipos mantenimiento: el preventivo, predictivo y correctivo.

El Mantenimiento Predictivo se encarga de determinar del estado de la máquina en operación. El concepto se basa en que las máquinas mostraran un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones (Sexto, 2017).

Estos síntomas que se presentan, se los puede predecir mediante pruebas no destructivos, como pueden análisis de aceite, de desgaste de partículas, medida de vibraciones, de temperaturas, termografías, etc.

El Mantenimiento Preventivo es el encargado de prevenir y anticipar los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos e información sobre los distintos sistemas y subsistemas e inclusive los componentes de una instalación.

Con esta consideración, se diseña el Cronograma de Mantenimiento, tomando en cuenta las frecuencias de uso en maquinaria, equipos e instalaciones, realizando acciones como: ajustes, reparaciones, cambios de subensambles, cambio de partes, cambios de aceite y lubricantes, etc., que se consideran importante realizar para evitar fallos (Garrido, 2010).

El Mantenimiento Correctivo como su nombre lo indica efectúa la corrección de las averías o fallos en las maquinas, equipos e instalaciones de una organización. El mantenimiento correctivo se presenta en dos formas diferentes:

- El Mantenimiento Correctivo No Programado, repara las fallas inmediatamente luego de que ocurren.
- El Mantenimiento Correctivo Programado o Planificado, supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción (Sexto, 2017).

La decisión entre corregir una falla de forma programada o inmediata suele marcarla la importancia del equipo en la instalación operante, puesto que, si el daño supone la

parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una programación previa. En cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que se tenga el momento más adecuado.

3.2.4.1. MANTENIMIENTO DE PLANTAS TERMOELÉCTRICAS

Un sistema de generación de energía eléctrica tiene la tarea básica de proporcionar electricidad confiable a sus consumidores. Las centrales eléctricas consisten en un conjunto de sistemas y subsistemas que deben tener el más alto nivel de disponibilidad. La obsolescencia de estos sistemas aumenta el riesgo de indisponibilidad debido a que tienen un alto grado de desgaste mecánico debido a las altas temperaturas y productos químicos utilizados para la producción de energía eléctrica (Fonseca, Holanda, & Reyes, 2015). Además, en la mayoría de los sistemas eléctricos, los equipos son usados en límites cercanos a capacidad nominal. Es por esto por lo que, alguna falla, en especial las catastróficas, pueden desencadenar reducciones en la confianza de los sistemas eléctricos que pueden causar importantes pérdidas económicas y sociales (baja confiabilidad resulta en pocos ahorros y altos gastos). Por lo tanto, se requiere un equilibrio entre confiabilidad y costo (Abeygunawardane, Jirutitjaroen, & Xu, 2014).

Por otro lado, las acciones óptimas de mantenimiento, sugeridas por modelos de mantenimiento avanzados, no pueden ser aplicadas a todos los equipos de un sistema eléctrico, como se desearía, principalmente por restricciones presupuestarias. Por ello, es imperativo que las acciones de mantenimiento sean planificadas y desarrolladas con altos niveles de eficiencia, además de un proceso de mejora continua.

En las centrales eléctricas, tal como en otras áreas de la industria, la gestión de activos físicos busca bajar los costos asociados con el mantenimiento junto con una mayor disponibilidad. Varias estrategias han sido desarrolladas y empleadas para lograr estos objetivos, como el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el Análisis de Causa Raíz (RCA), el mantenimiento preventivo, el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, entre otros (Bangu y otros, 2015).

Por otro lado, una de las herramientas más importantes para la optimización y reducción de costos en mantenimiento, es implementar un programa de mantenimiento predictivo efectivo y completo (Zeravcic y otros, 2018). El mantenimiento predictivo es método de intervención de equipos, basado en el análisis de información de la condición para calcular el momento adecuado para la intervención. Además, se puede lograr una mejor operación y mantenimiento de las centrales térmicas a través de sistemas de monitoreo integrados que monitorean continuamente las variables propias de los diversos procesos observar el verdadero estado de los componentes y sistemas especializados. Además, cualquier degradación de una planta de energía térmica puede monitorearse y registrarse continuamente utilizando sistemas informáticos estándar e instrumentación de la planta (Botamede y otros, 2017).

El mantenimiento de la planta de energía es el trabajo realizado para mantener las plantas de energía, incluidas las inspecciones, el mantenimiento y las reparaciones de todos los activos utilizados en una planta de energía. Este trabajo de mantenimiento es crucial para la seguridad y la preservación de la longevidad de los activos de la planta de energía (Duran y otros, 2017).

El trabajo de mantenimiento de las centrales es continuo y es fundamental para la operación de todas las centrales, tanto para garantizar la seguridad del personal de la central como para mantener todos los activos e infraestructura en buen estado de funcionamiento (Junior y otros, 2017).

Sin los procedimientos de mantenimiento correctos, los equipos y la maquinaria clave pueden deteriorarse, lo que lleva a situaciones potencialmente peligrosas en el sitio y también a la falla prematura de los costosos equipos utilizados para generar energía. El mantenimiento de la planta de energía es un término general que se refiere no solo al mantenimiento de activos y equipos, sino también a las inspecciones de rutina, la instalación de equipos, los informes periódicos, las integraciones y revisiones de sistemas y el mantenimiento preventivo programado: todo el trabajo necesario para ayudar a la planta, mantenerse activo y en buen estado de funcionamiento de un día para otro.

3.2.4.2. PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE ENERGÍA.

Las plantas de energía requieren protocolos de mantenimientos completos y bien mantenidos para mantenerse seguras y continuar con las operaciones regulares. En la planificación del mantenimiento de las centrales eléctricas, a menudo hay un ingeniero dedicado al mantenimiento, que tiene el título de Ingeniero de mantenimiento de centrales eléctricas (Fausing Olesen & Shaker, 2020).

El ingeniero de mantenimiento de la planta de energía no es responsable de realizar todos los trabajos relacionados con el mantenimiento en la planta (sería demasiado trabajo para que lo hiciera una sola persona), sino que es la persona que ayuda a supervisar estos trabajos y se asegura de que se estén realizando. Hecho de acuerdo con los estándares relevantes de la industria. En una planta de energía, mantenerse al día con el mantenimiento es increíblemente complejo y desafiante, pero también crucial para la seguridad.

Si un problema en la planta no se soluciona rápidamente, podría convertirse en un problema potencialmente mortal. Pero no hay forma de que el personal en el sitio pueda realizar un seguimiento del estado de cada componente y activo que utiliza la planta de un minuto a otro.

Esta es la razón por la cual las plantas de energía utilizan sistemas computarizados para rastrear el estado en tiempo real de sus equipos, hasta el más mínimo detalle, para que nada se escape entre las grietas.

Estos son los dos sistemas principales utilizados en el mantenimiento de la planta de energía:

- **SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de Datos).** Es un sistema de control industrial complejo que utiliza computadores y comunicaciones de datos de red para monitorear las condiciones de la planta y la maquinaria. SCADA se utiliza en varios procesos industriales, incluido el mantenimiento, la refinación, la fabricación y la fabricación de plantas de energía.

- **CMMS (Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado)**. Debido a que hay tantas cosas diferentes de las que hacer un seguimiento en las plantas de energía, los ingenieros a cargo del mantenimiento usan un CMMS para ayudarlos a rastrear, compartir y archivar programas e informes de mantenimiento (Fausing Olesen & Shaker, 2020).

Es común que el CMMS de una planta de energía se integre con sus sistemas SCADA para que ciertas fechas o eventos conduzcan a la creación automática de órdenes de trabajo para elementos recurrentes, como mantenimiento preventivo o inspecciones. Esta integración también se usa a menudo para compartir información sobre problemas relacionados con la seguridad, como detección de fallas, alarmas y condiciones anormales detectadas dentro de la planta.

4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo guarda relación significativa con el enfoque cuantitativo, debido a que se emplea una serie de métodos y técnica para la recolección de datos estadísticos, lo cual, permite cuantificar la relevancia del objeto de estudio. Cabe destacar que también se utilizan métodos cualitativos que sirven de complemento para la recopilación de información y posterior análisis o explicación de estos.

Por otra parte, se cuenta con un diseño no experimental, el cual comprende la observación de los hechos, tal y como se muestran en tiempo real para luego ser analizados (Palella & Martins, 2006). Es decir, se analiza el objeto de estudio, sin manipular deliberadamente ninguna variable; en este caso, se pretende conocer la situación actual de la Central Termoeléctrica, específicamente sobre el cumplimiento de las órdenes de trabajo en el departamento de mantenimiento.

Al mismo tiempo, se cuenta con una investigación de campo, porque los análisis empleados, son levantados desde el contexto de estudio, lugar de los hechos, siendo el

caso de la empresa Hadriel S.A. De este modo, se acentúa lo expuesto por Cohen y Gómez (2019):

El trabajo de campo se define como una instancia de intervención, la cual se relaciona con cuestiones teóricas y metodológicas, las cuales facilitan la definición de la fuente de información y como esta debe ser abordada. Por lo tanto, es el momento en el que se encuentra el instrumento de registro que condensa los conceptos, variables con el universo de hechos que ha sido escogido como población de estudio con el fin de ser recocidos e interpretados.

Según lo argumentado por los autores, se reconoce el vínculo que guarda este tipo de investigación con la temática del presente trabajo, especialmente con su problemática, debido a que ello acontece a la recopilación de información mediante instrumentos como las listas de verificación, por ello, para conocer la situación inicial del proceso que será analizado, en este caso, en el departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Con base a ello y de manera complementaria se aplican técnicas que permitan denotar la incidencia de la situación actual del proceso en la satisfacción de los clientes sobre los servicios que brinda la empresa Hadriel S.A y así obtener información precisa, evitando el sesgo de posibles causas de mayor relevancia.

4.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

4.3.1. EXPLORATORIO

En este marco se muestran los niveles relacionados con el proceso de investigación, para ello, se hace hincapié a lo manifestado por Hernández y Mendoza (2018) quienes denotan lo comprendido por el nivel exploratorio: *“Los estudios exploratorios sirven para preparar el terreno. Antecedentes a investigaciones con alcances descriptivos, correlaciones o explicativos”*. Por consiguiente, el alcance exploratorio muestra que se alianza a la examinación de un fenómeno poco estudiado; por lo cual se requiere de una revisión documental, bosquejo de teorías; para el levantamiento de ideas o argumentos relacionados con la actual temática de estudio.

4.3.2. DESCRIPTIVO

Igualmente, se estipula un nivel descriptivo para la presente investigación, donde los autores Hernández y Mendoza (2018) exponen: *“Tienen como finalidad especificar propiedades y características de conceptos, fenómenos, variables o hechos en un contexto determinado”*. De esta manera, se reconoce que la especificación de características corresponde al objeto de estudio, siendo el caso de la Central Termoeléctrica. Con ello, se puede conocer la situación actual en torno a un tema específico, lo que permite a su vez conocer las posibles causas de la problemática de estudio.

4.3.3. EXPLICATIVO

Por otra parte, se considera la intervención de un nivel explicativo porque dicho nivel se enfoca en conocer las posibles causas de un fenómeno. En otras palabras, encuentra las relaciones causa – efecto de los hechos con el fin de conseguir con mayor profundidad las razones de una problemática (Palella & Martins, 2006). En particular, este nivel hace referencia al proceso que se realiza en las ordenes de trabajo del departamento de mantenimiento de la central, del cual se pretende conocer las posibles causas o en este caso, el incumplimiento de cada uno de los elementos que ocasionan retrasos en el lugar y así, determinar las razones y en base a ello planificar las soluciones adecuadas.

4.3. TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

4.3.4. ANÁLISIS SITUACIONAL

El análisis situacional es una exploración en secuencia de los factores internos y externos de una empresa en período establecido. Lo que se quiere con este análisis es exponer los factores relevantes al tema de investigación, es decir, la presentación de información acerca de la Central Termoeléctrica, explícitamente en el área de mantenimiento, acompañada con datos que permitan vislumbrar de mejor manera la situación sobre los problemas que ocasionan el incumplimiento de las ordenes de trabajo y el desarrollo

eficiente de las actividades de lugar. En este sentido, se tendrán en cuenta los siguientes indicadores:

Tabla3

Indicadores de gestión y su cálculo

Nombre	Formulación
Índice de Ordenes de Trabajo (IOT)	$\frac{\text{Número de Ordenes Realizadas}}{\text{Número de Ordenes Emitidas}}$
Índice de Mantenimiento Preventivo (IMP)	$\frac{\text{Número Horas Mantenimiento Preventivo}}{\text{Número Horas Disponibles}}$
Índice de Mantenimiento Correctivo (IMC)	$\frac{\text{Número Horas Mantenimiento Correctivo}}{\text{Número Horas Disponibles}}$
Índice Relación Mtto. Correc/ Prevent (IRCP)	$\frac{\text{Número Horas Mantenimiento Correctivo}}{\text{Número Horas Mantenimiento Preventivo}}$
Índice Utilización Mano de Obra (IUMO)	$\frac{\text{Número Horas reportadas}}{\text{Número Horas Disponibles}}$
Índice Horas Extras (IHE)	$\frac{\text{Número Horas Extras Utilizadas}}{\text{Número Horas Normales}}$
Índice Trabajo Otras Actividades (ITOA)	$\frac{\text{Horas reportadas en Otras Actividades}}{\text{Número Horas Disponibles}}$

4.3.5. OBSERVACIÓN DIRECTA

En otra instancia, se registra el uso de la observación directa como técnica de investigación, recalcando lo mencionado por Palella y Martins (2006): *“La observación es directa cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar”*. Por ello, la presente técnica es utilizada en el proceso de verificación del departamento, según la metodología 5’S de la calidad, con el apoyo de instrumentos como la lista de verificación, debido a que permite la recopilación de información de manera confiable con el objetivo de ver cuáles son los elementos de incumplimiento en el proceso de ejecución de las ordenes de trabajo del departamento de mantenimiento.

4.3.6. DIAGRAMA ISHIKAWA

El diagrama de Ishikawa es otra de las herramientas que se utilizan frecuentemente en los análisis de ingeniería. Este también es importante en el diagnóstico de las anomalías que acontecen en las empresas dedicadas a la producción o de servicios. Este diagrama indica las causas de un evento anómalo y se utiliza frecuentemente para delinear los diferentes pasos de un proceso, demostrar dónde pueden surgir problemas de control de calidad y ubicar qué recursos se requieren en momentos específicos (Chinhengo y otros, 2020); por lo cual resulta en una herramienta adecuada para exponer los inconvenientes presentados en los procesos del departamento de mantenimiento del central objeto de este estudio.

4.3.7. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la investigación en los niveles expuestos, se realiza en combinación con el de análisis estadístico. Se hará énfasis en la presentación de inconvenientes que se presenten al momento de ejecución de las órdenes de trabajo del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Para el análisis descriptivo se recabarán los datos sobre los recursos sus actividades y tiempos de producción, considerando cualquier situación que afecte al desarrollo normal de las actividades de la sección estudiada. Seguidamente se representarán de forma gráfica los resultados para su análisis y la emisión de los comentarios respectivos; asimismo, se combinará información de ser necesario con el análisis estadístico.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. ANÁLISIS SITUACIONAL

Previo a la implementación de los conceptos estudiados de la metodología 5s es conveniente llevar a cabo un análisis inicial acerca de la situación del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica, a través de la presentación de los índices

de gestión y tiempos de ejecución de las ordenes de trabajo emitidas actualmente para el personal técnico, a fin de observar los tiempos reales de las actividades que realizan para luego compararlos con los tiempos obtenidos posterior a la implementación de la 5s.

Por otro lado, se presentan registros fotográficos e información interna de la empresa correspondiente al taller de mantenimiento para que se pueda apreciar de mejor manera, las principales deficiencias en cuanto a los conceptos de la metodología.

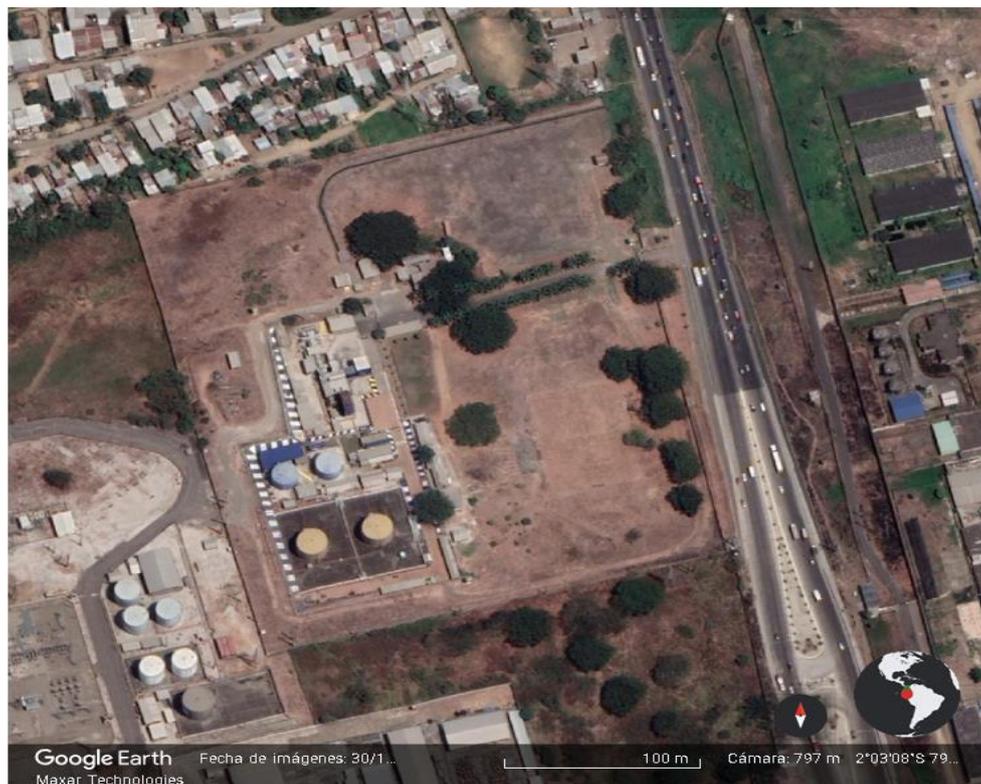
5.1.1. PRESENTACIÓN DE LA PLANTA

La Central Termoeléctrica objeto de estudio se encuentra ubicada en el norte de la ciudad de Guayaquil, en el kilómetro 16.5 de la vía a Daule, junto a la subestación de transmisión y distribución de energía (TRANSELECTRIC – Pascuales).

En ella se encuentra instalada un turbogenerador que funciona con diésel, el cual tiene una potencia nominal de 102 MW y 96 MW de potencia efectiva declarada al CENACE.

Figura 7

Vista aérea de Central Termoeléctrica.

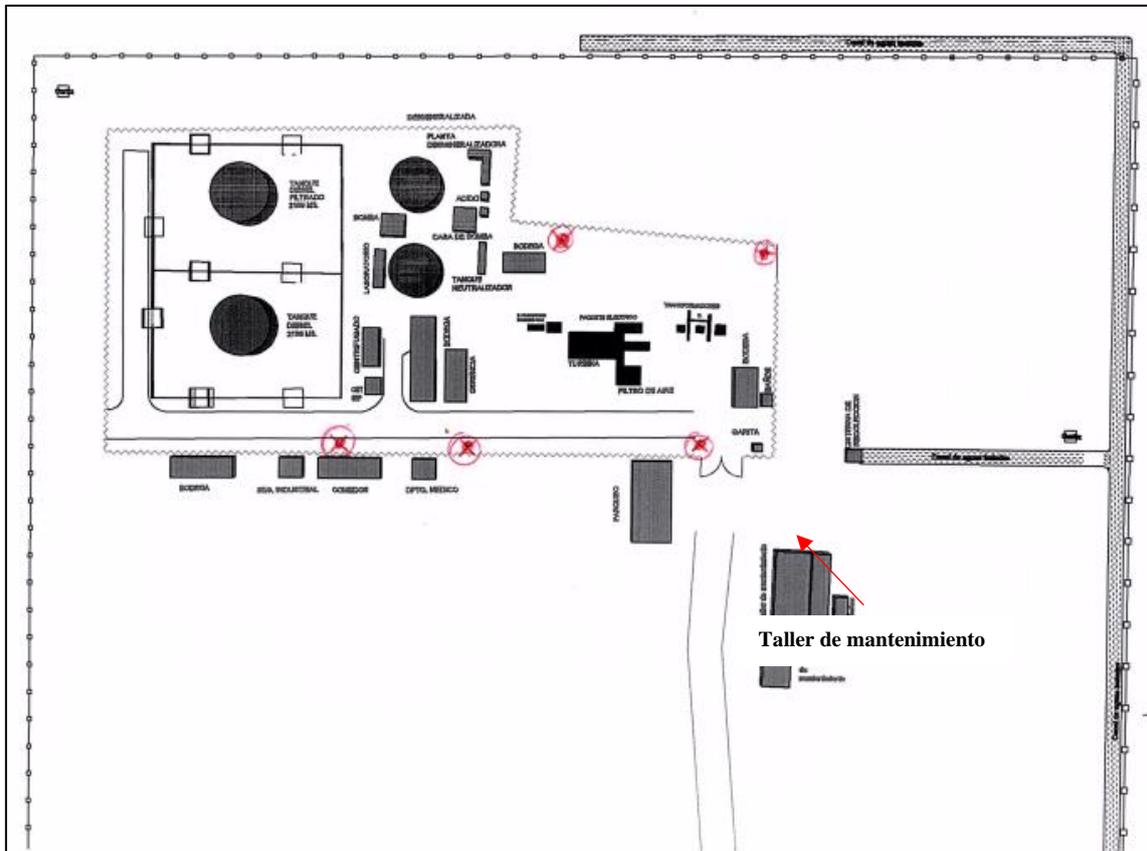


Fuente: Google Earth.

Por otro lado, la figura 8 muestra la distribución de la planta, en esta se puede ver que el taller de mantenimiento está en las afueras de las instalaciones principales. Esta es una de las áreas principales donde ocurren las actividades desarrolladas por el departamento de mantenimiento.

Figura 8

Vista de planta.

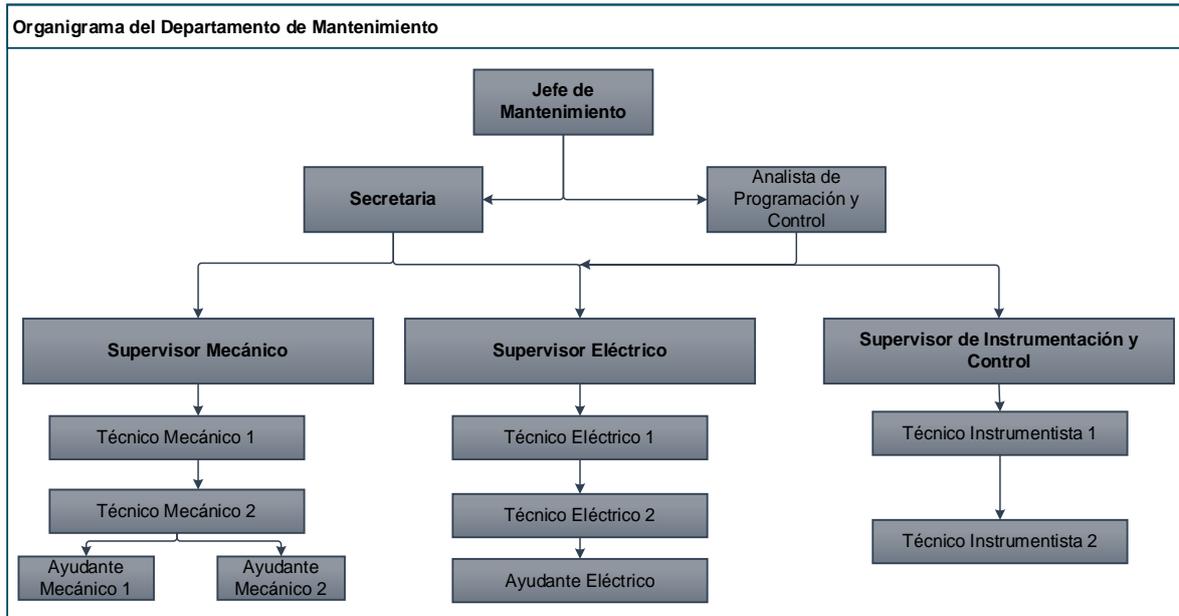


Fuente: Datos tomados del Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Asimismo, la figura 9 presenta el organigrama del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica, este se encuentra conformado, por el jefe de mantenimiento, quien es el encargado del departamento, seguido de la secretaria y el analista de programación y control. Más abajo se ubican los supervisores de cada área del departamento, es decir, las áreas: mecánica, eléctrica y de instrumentación y control, los cuales tienen a su cargo los técnicos y ayudantes correspondientes.

Figura 9

Organigrama del Departamento de Mantenimiento.



Fuente: Datos tomados del Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

5.1.2. INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión que se presentarán son los correspondiente al mes julio del año 2021, para las áreas: mecánica, instrumentación y eléctrica; pertenecientes al departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica. Los datos presentados serán tomados como referencia para la evaluación del trabajo actual.

5.1.2.1. ÁREA MECÁNICA.

Tabla 4

Indicadores de gestión de área mecánica.

Nombre y Fórmula del indicador			Numerador	Denominador	Jul
Índice de Ordenes de Trabajo (IOT) =	$\frac{\text{Número de Ordenes Realizadas}}{\text{Número de Ordenes Emitidas}}$	=	47	78	60,3%
Índice de Mantenimiento Preventivo (IMP) =	$\frac{\text{Número Horas Mantenimiento Preventivo}}{\text{Número Horas Disponibles}}$	=	97	591	16,3%

	Número Horas Disponibles				
Índice de Mantenimiento Correctivo (IMC) =	Número Horas Mantenimiento Correctivo Número Horas Disponibles	=	53	591	9,0%
Índice Relación Mtto. Correc/ Prevent (IRCP) =	Número Horas Mantenimiento Correctivo Número Horas Mantenimiento Preventivo	=	53	97	54,9%
Índice Mantenimiento de Adecuación (IMA) =	Número Horas reportadas en mejora Número Horas Disponibles	=	168	591	28,5%
Índice Utilización Mano de Obra (IUMO) =	Número Horas reportadas Número Horas Disponibles	=	534	591	90,4%
Índice Horas Extras (IHE) =	Número Horas Extras Utilizadas Número Horas Normales	=	0	591	0,0%
Índice Trabajo Otras Actividades (ITOA) =	Horas reportadas en Otras Actividades Número Horas Disponibles	=	217	591	36,7%

Fuente: Datos tomados del Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

5.1.2.2. ÁREA ELÉCTRICA.

Tabla 5

Indicadores de gestión de área eléctrica.

Nombre y Fórmula del indicador	Numerador	Denominador	Jul
Índice de Ordenes de Trabajo (IOT) = Número de Ordenes Realizadas Número de Ordenes Emitidas	= 28	48	58,3%

Índice de Mantenimiento Preventivo (IMP) =	Número Mantenimiento Preventivo Número Disponibles	Horas =	188	411	45,7%
Índice de Mantenimiento Correctivo (IMC) =	Número Mantenimiento Correctivo Número Disponibles	Horas =	55	411	13,4%
Índice Relación Mtto. Correc/ Prevent (IRCP) =	Número Mantenimiento Correctivo Número Mantenimiento Preventivo	Horas =	55	188	29,3%
Índice Mantenimiento de Adecuación (IMA) =	Número reportadas mejora Número Disponibles	Horas en =	54	411	13,1%
Índice Utilización Mano de Obra (IUMO) =	Número reportadas Número Disponibles	Horas =	398	411	96,8%
Índice Horas Extras (IHE) =	Número Extras Utilizadas Número Normales	Horas =	0	411	0,0%
Índice Trabajo Otras Actividades (ITOA) =	Horas reportadas en Otras Actividades Número Disponibles	=	100	411	24,2%

Fuente: Datos tomados del Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

5.1.2.3. ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN.

Tabla 6

Indicadores de gestión de área instrumentación.

Nombre y Fórmula del indicador	Numerador	Denominador	Jul
Índice de Ordenes de Trabajo (IOT) = Número de Ordenes Realizadas Número de Ordenes Emitidas	= 38	60	63,3%

Índice de Mantenimiento Preventivo (IMP) =	Número Mantenimiento Preventivo	Horas = 106	282	37,4%
	Número Disponibles	Horas		
Índice de Mantenimiento Correctivo (IMC) =	Número Mantenimiento Correctivo	Horas = 17	282	6,0%
	Número Disponibles	Horas		
Índice Relación Correc/ Prevent (IRCP) =	Número Mantenimiento Correctivo	Horas = 17	106	16,1%
	Número Mantenimiento Preventivo	Horas		
Índice Mantenimiento de Adecuación (IMA) =	Número reportadas mejora	Horas = 29	282	10,3%
	Número Disponibles	Horas		
Índice Utilización Mano de Obra (IUMO) =	Número reportadas	Horas = 262	282	92,9%
	Número Disponibles	Horas		
Índice Horas Extras (IHE) =	Número Horas Extras Utilizadas	Horas = 0	282	0,0%
	Número Normales	Horas		
Índice Trabajo Otras Actividades (ITOA) =	Horas reportadas en Otras Actividades	Horas = 111	282	39,2%
	Número Disponibles	Horas		

Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Las tablas 4, 5 y 6 muestran los índices de gestión para cada área determinada, además, detallan la fórmula para el cálculo específico de cada indicador. De esta forma, se obtuvo la figura 10 que muestra los índices de gestión para cada área, así se logra visualizar que para el índice de órdenes de trabajo (IOT), se registra un 60,3% de cumplimiento para el área mecánica; 58,3% para el área de electricidad; y 63,3% para el de instrumentación, es decir, para todos los casos se está realizando un poco más de la mitad de las ordenes emitidas, lo que se traduce en un déficit importante en cuanto a la

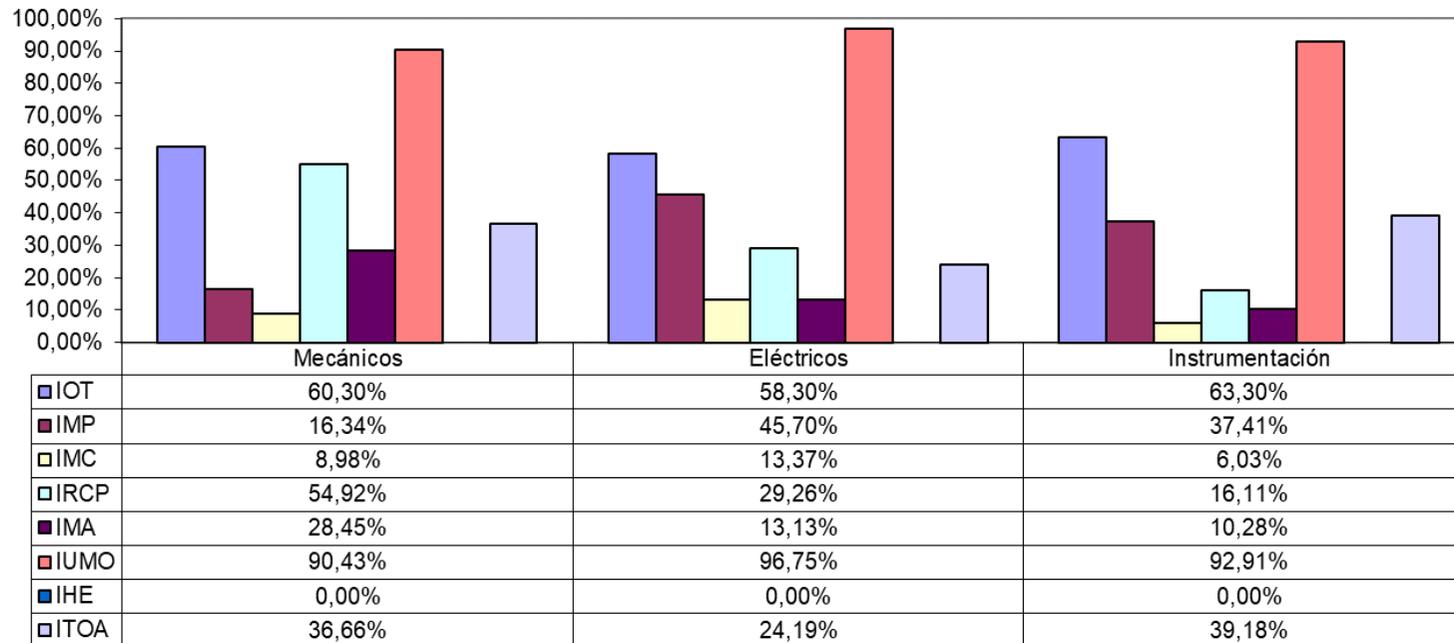
ejecución de estas órdenes, teniendo en cuenta que el porcentaje debería estar cerca del 100 % , aún más, tratándose de una Central Termoeléctrica donde cualquier desperfecto podría incidir significativamente en la disponibilidad del servicio que ofrece.

Los demás indicadores también registran bajos porcentajes, sin embargo, estos pueden deberse a factores o condiciones del funcionamiento de la planta. Por ejemplo, para índice de mantenimiento preventivo (IMP) se registra: 16,3 % para el área mecánica; 45,70 para la de eléctricos; y 37,41 % para la de instrumentación, las cuales son cifras que se deben a que en el período presentado la Central Termoeléctrica estuvo en inactividad, por lo que se registraron menos actividades en la programación preventiva. Po otro lado, los indicadores IMP, IMC, IMA e ITOA se calculan en función de las horas disponibles (591), por lo tanto, cada uno de estos índices representa una fracción del total correspondiente a estas horas.

Figura 10

Resumen de indicadores en las áreas.

INDICES DE GESTIÓN



Fuente: Datos tomados del Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica.¹

¹ Los datos mostrados corresponden al mes de Julio del año 2021.

El bajo nivel de cumplimiento de los indicadores de gestión, sobre todo de las ordenes de trabajo, se debe a los problemas suscitados dentro de las instalaciones de la Central Termoeléctrica, entre estos se destacan:

- La desorganización de los talleres del departamento de mantenimiento
- Demora del trabajador en la ejecución de órdenes de trabajo
- Desorganización de la bodega principal de repuestos, materiales y consumibles.
- Falta de limpieza y organización
- Inadecuado uso de las áreas de trabajo
- Rotación del personal técnico
- Falta de capacitación del personal técnico
- Indisponibilidad de materiales y consumibles
- Falta de compromiso del personal técnico
- Falta de coordinación entre áreas.

Con esta información se procede a identificar las causas más frecuentes de incumplimiento de ordenes trabajo:

Tabla 7

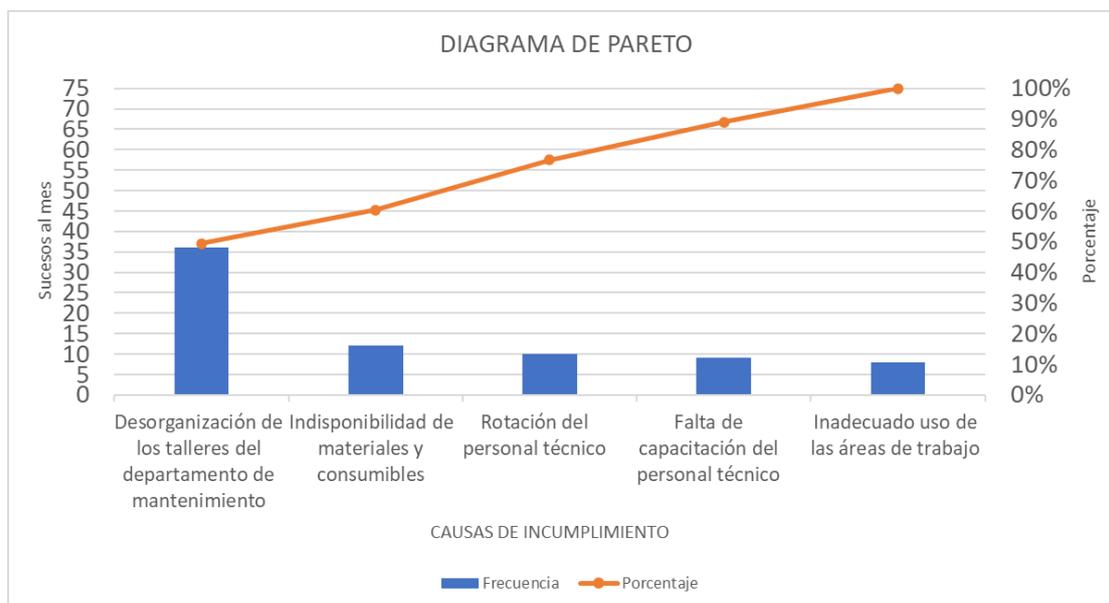
Causas de incumplimiento de ordenes de trabajo IOT.

Causa de incumplimiento	Sucesos al mes	Porcentaje ponderado	Porcentaje acumulado
Desorganización de los talleres del departamento de mantenimiento	36	48%	48%
Rotación del personal técnico	10	13%	61%
Falta de disponibilidad de materiales y consumibles	12	16%	77%
Falta de capacitación del personal técnico	9	12%	89%
Inadecuado uso de las áreas de trabajo	8	11%	100%
Total	75	100%	

Fuente: Datos tomados del Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Figura 11

Diagrama de Pareto.



Fuente: Datos tomados del Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

El diagrama de Pareto muestra que la desorganización de los talleres del departamento de mantenimiento es la causa principal reportada que influye en el incumplimiento de las ordenes de trabajo y, por lo tanto, afecta los indicadores de gestión de la central. Además, los otros problemas que se presentan con frecuencia son: la indisponibilidad de materiales y consumibles; la rotación descoordinada del personal técnico; la falta de capacitación al personal; y el inadecuado uso de las áreas de trabajo. Como se puede apreciar los problemas suscitados dentro de las instalaciones estudiadas de la central están relacionadas, en su mayoría, a asunto de orden interno y ambiental, lo cual puede ser solucionado con la aplicación de la metodología 5s.

5.1.3. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ÁREAS.

A continuación, en este apartado se procede a presentar el registro fotográfico, las áreas de la Central Termoeléctrica, junto con un análisis que explica la situación de esta respecto al cumplimiento de los conceptos 5s.

Figura 12

Bodega de herramientas.

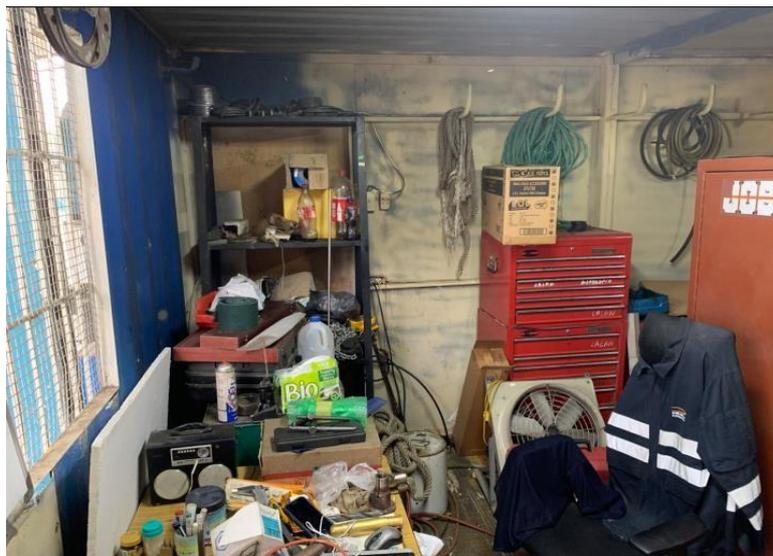


Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

La figura 12 muestra la bodega de herramientas, donde se pueden observar equipos y artículos fuera de lugar que pueden entorpecer en trabajo o el tiempo de ejecución, además podrían ocasionar accidentes a los trabajadores que transitan el lugar.

Figura 13

Interior de bodega de herramientas.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

En la figura 13, el interior de la bodega de herramientas, en este lugar debería guardarse las herramientas de trabajo de forma ordenada, no obstante, como se puede observar, las herramientas y equipo están fuera de lugar y no es fácil su acceso y visualización.

Figura 14

Perchas internas en bodega herramientas.

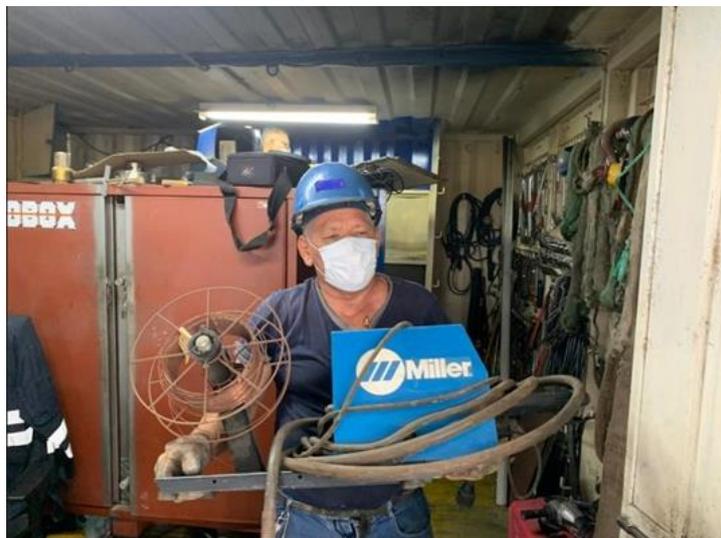


Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

La figura 14 corresponde a las perchas internas para el almacenamiento de herramientas, en ellas, se observan obstáculos fuera de lugar que dificultan su acceso, además, como se puede ver los cajetines están vacíos lo que significa que no se les está dando el uso adecuado. No existe orden y limpieza.

Figura 15

Equipos y herramientas en bodega.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Equipos y herramientas en mal estado dentro de la bodega de repuestos.

Figura 16

Taller de soldadura, torno y perfilería.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

El taller de soldadura es área donde hay que tener sumo cuidado, considerando la actividad que se realiza que conlleva al uso y exposición de elevadas temperaturas y peligros eléctricos, por esta razón dicho lugar debe estar despejado de obstáculos a fin de evitar algún accidente a los trabajadores. En el caso actual se observa que en el taller existen diversos obstáculos que producen un difícil acceso y podrían causar accidentes o entorpecer el trabajo

Figura 17

Almacenamiento de cilindros de gases de soldadura.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Figura 18

Perchas de bodega general de repuestos.



Fuente: Datos tomados del Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Las perchas que se muestran en la figura 18 corresponde a un conjunto de perchas que son utilizadas y que, por lo tanto, ocupan espacio sin ser útiles. Ante la falta de organización detectada en los lugares que se han mostrado es necesario disponer de este tipo de elementos para facilitar la implementación de la metodología 5s.

Figura 19

Bodega de repuestos y materiales.



Fuente: Datos tomados del Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Por último, se muestra la bodega utilizada para el almacenamiento de repuestos y distintos materiales. En esta, se poder observar una deficiente organización o

clasificación del lugar, donde no se visualiza ningún tipo de identificación que facilite la búsqueda de los elementos por parte de los trabajadores.

5.2. DIAGNOSTICO 5S

Las 5s es una metodología que se encuentra dividida en cinco partes, como ya se ha visto, estas partes corresponden a la organización, el orden, la limpieza, la estandarización y la disciplina. Por lo tanto, conviene realizar una evaluación que contemple cada uno de los apartados del método, a través de la evaluación de las situaciones que indiquen el cumplimiento o no, de los parámetros establecidos por la metodología. De esta forma, los resultados mostrarán el desempeño de la Central Termoeléctrica en base a las 5s y permitirá la identificación de las áreas con menos cumplimiento, lo cual servirá de orientación para el desarrollo y planeación de acciones de mejora.

Para esta evaluación se empleó un Check list, tomado de la página de Ingeniería Industrial (2022) y los resultados fueron los siguientes:

- **SEIRI**

Tabla 8

Evaluación Seiri.

Evaluación de Organización			
		Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?		x
2	¿Se observan objetos dañados?	x	
3	En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útil o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?		x
4	¿Existen objetos obsoletos?	x	

5	En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?		x
6	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	x	
7	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?		x

Fuente: Adaptado de Ingeniería Industrial (2022)

En la evaluación de Seiri (Organización) el instrumento de observación de deja ver que existe bajo cumplimiento en torno a este punto, es decir, no se cumple en ningún nivel. La evaluación muestra que hay una deficiencia total en los ítems cuestionados acerca de la disponibilidad de objetos necesarios para el desarrollo de las actividades, la identificación de objetos, la existencia de objetos dañados, la inexistencia de planes de acción, etc.

- **SEITON**

Tabla 9

Evaluación Seiton.

Evaluación de Orden			
		Sí	No
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?	x	
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?		x
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que les permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?		x
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de estos? Entre más frecuente más cercano.		x
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?		x
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?		x

7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?		x
---	--	--	---

Fuente: Adaptado de Ingeniería Industrial (2022)

En cuanto a Seiton (Orden) la evaluación refleja nuevamente un nivel de cumplimiento bajo. En este caso, solo se observó un caso positivo en relación con la existencia de un sitio adecuado para elemento, no obstante, para los otros ítems se registraron solo negaciones, es decir que, existe una deficiencia en cuanto al orden y disposición de elementos, la identificación visual de áreas, la cantidad de elementos necesarios y empleo de código de color y señalizaciones.

- **SEISO**

Tabla 10

Evaluación Seiso.

Evaluación de la Limpieza			
		Sí	No
1	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia?	x	
2	¿Los operarios del área se encuentran limpios, de acuerdo con sus actividades y a sus posibilidades de asearse?	x	
3	¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad		x
4	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?		x
5	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura generada?	x	

Fuente: Adaptado de Ingeniería Industrial (2022).

En la evaluación de la Seiso (Limpieza) se observa un cambio en la tendencia que se ha presentado en la evaluación de las S anteriores. Se registra que el lugar se percibe como absolutamente limpio al igual que los operarios del área. Asimismo, se determina que existen los espacios y elementos para disponer la basura. Por otro lado, se registra una deficiencia en la existencia de rutinas de limpieza y en la eliminación de fuentes de contaminación.

- **SEIKETSU**

Tabla 11

Evaluación Seiketsu.

Evaluación de la Estandarización			
		Sí	No
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?	x	
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?	x	
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?		x
4	¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?		x
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?		x
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?		x

Fuente: Adaptado de Ingeniería Industrial (2022).

La evaluación de Seiketsu (Estandarización) observó que, si existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza, al igual que existe evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones del departamento, orden y limpieza.

No obstante, no se usan plantillas para conservar el orden, ni se cuentan con cronogramas de análisis de utilidad de elemento. Además, no se han presentado propuestas para mejoras en las áreas de este departamento ni se han desarrollado capacitaciones de un punto o procedimientos operativos básicos. Estos resultados reflejan un bajo cumplimiento en torno a este punto de la metodología.

- **SHITSUKE.**

Tabla 12

Evaluación Shitsuke.

Evaluación de la Disciplina			
		Sí	No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los objetivos alcanzados la organización, orden y limpieza?		x
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?		x
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de evaluación, que afecten los principios 5s?	x	
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la implementación de esta metodología?		x

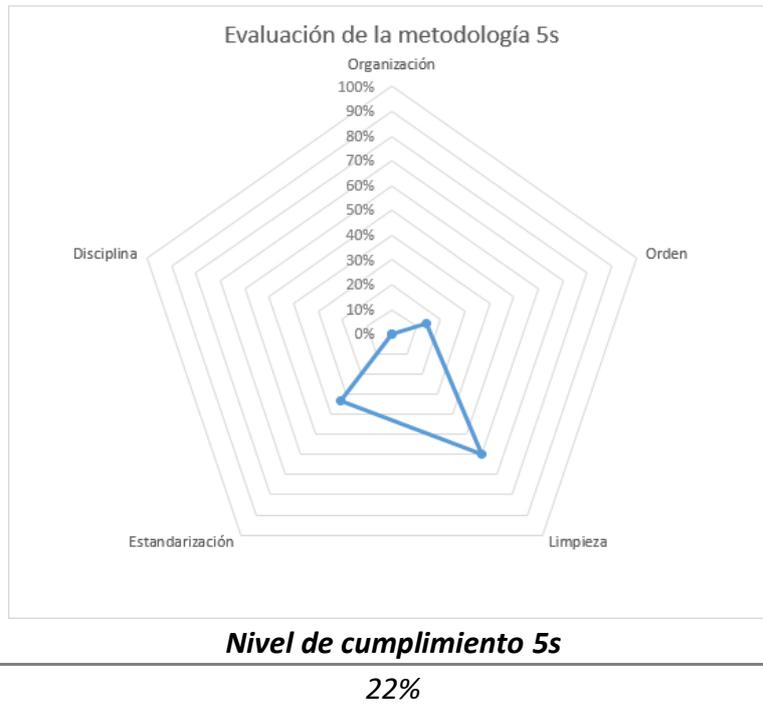
Fuente: Adaptado de Ingeniería Industrial (2022).

En último lugar, en la evaluación de Shitsuke (Disciplina) se registra que no existe una cultura de respeto por los estándares establecidos en relación con la organización, orden y limpieza y no se aprecia proactividad en el desarrollo de la metodología 5s, asimismo, los resultados de la aplicación no están visibles. El único punto positivo identificado en este concepto es el conocimiento de las situaciones que pudieran afectar el desarrollo de la metodología.

Una vez desarrollado el chick list se puede observar el nivel de cumplimiento de la metodología 5s, como se ve en la Figura 20, la cual muestra un porcentaje de 22 %. Asimismo, la gráfica deja ver que el apartada con mayor porcentaje de cumplimiento fue el de Limpieza, siendo este solo un 40 %. Seguidamente, la Estandarización registró un poco más del 20 % de cumplimiento, mientras que el Orden, menos del 10 %. En último lugar, los parámetros de Disciplina y Organización registraron 0 %, lo cual indica incumplimiento total de estas medidas.

Figura 20

Evaluación 5s.



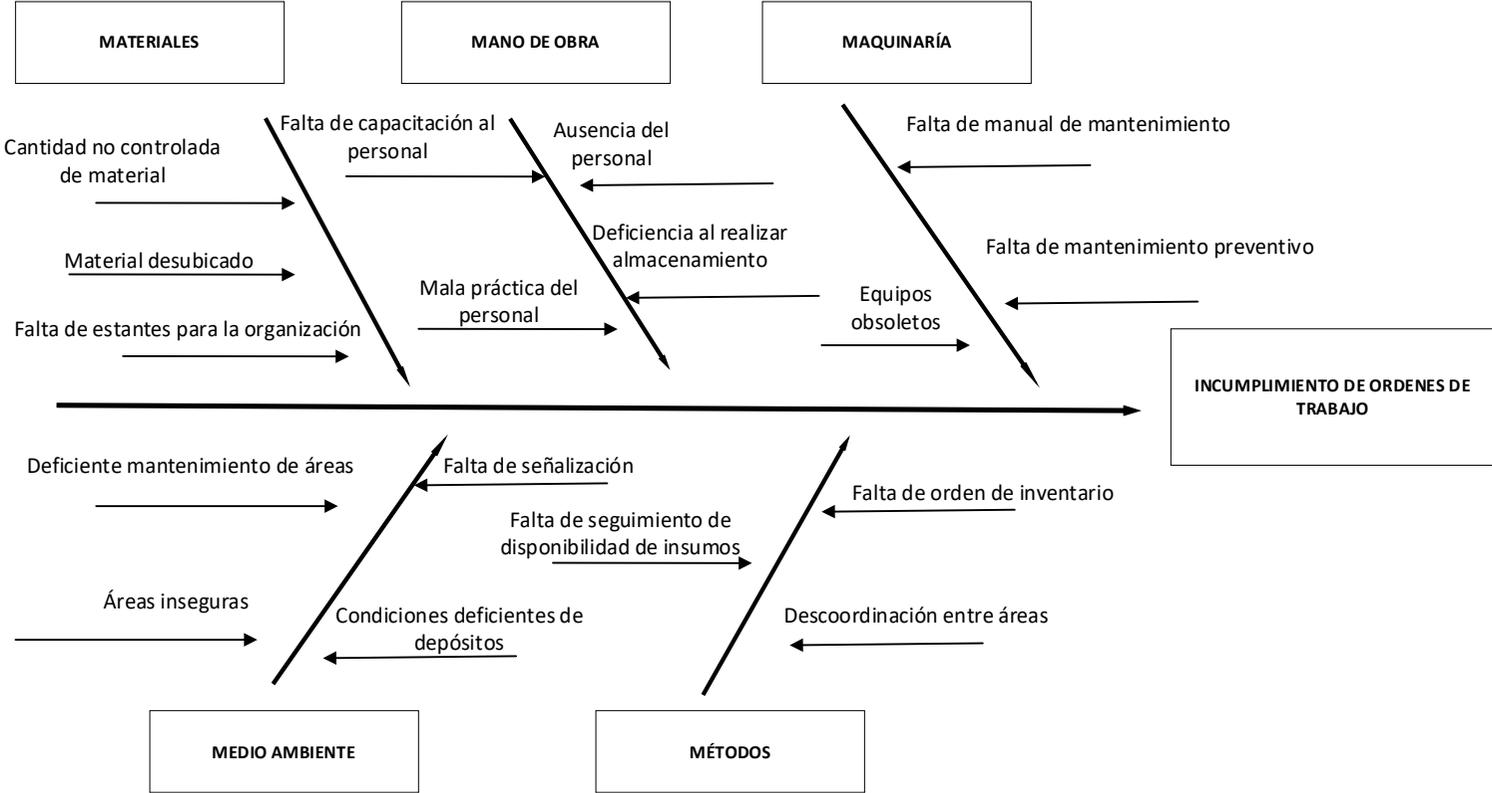
Fuente: Adaptado de Ingeniería Industrial (2022).

El nivel de cumplimiento que se obtuvo con la evaluación es bastante bajo, lo cual indica la deficiente gestión y control del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica en el desarrollo y establecimiento de sus actividades. En este sentido, es necesario abordar todos los puntos de la metodología 5s, considerando el bajo nivel de cumplimiento determinado para todos ellos con la finalidad de mejorar las condiciones y los procesos del lugar de estudio.

5.3. DIAGRAMA ISHIKAWA.

Figura 21

Diagrama Ishikawa.

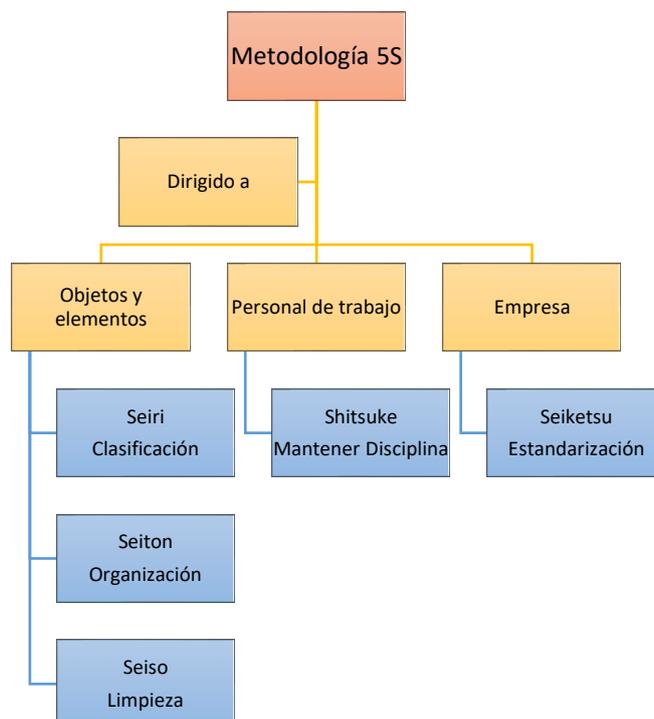


El diagnóstico de la situación actual de la Central Termoeléctrica, en cuanto al desarrollo de sus actividades en el departamento de mantenimiento, hizo posible la identificación de los problemas más relevantes de las áreas mecánicas, eléctrica e instrumentista, de esta forma, se pudieron determinar las causas que provocan la problemática estudiada. Así, se identifica que las causas atribuibles al almacenamiento y control de materiales son: la cantidad no controlada de material, la falta de estantes para la organización y el material desubicado. Por otro lado, las causas atribuibles a la mano de obra son: la falta de capacitación, ausencia del personal, la mala praxis y el deficiente almacenamiento que desarrollan. En cuanto a la maquinaria, se encuentra la falta de manual de mantenimiento y de mantenimiento preventivo y la existencia de equipos obsoleto. En el medio ambiente destacan las zonas inseguras y la falta de señalización, mientras que en los métodos se resalta la falta de seguimiento de los insumos, el ineficiente inventario y la descoordinación entre áreas.

5.4. IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S

Figura 22

Esquematación de la 5s.



El desarrollo del plan de mejora en el Departamento de mantenimiento de Central Termoeléctrica comprende el diseño de aplicación de los 5 conceptos establecidos en la metodología 5s, la metodología resultante se obtiene al implementar cada principio mediante la generación de un procedimiento paso a paso y teniendo en cuenta las pautas de evaluación para que se registren todos los cambios aplicados en el departamento y se pueda evaluar la conducta de los trabajadores de manera permanente.

5.4.1. OBJETOS Y ELEMENTOS

La primera etapa de metodología propuesta corresponde a la implementación de las primeras tres S: Seiri, Seiton y Seiso, principalmente destinadas a incorporar limpieza, orden y clasificación para mejorar los espacios de trabajo. Estos criterios se aplican a materiales, artículos, herramientas, entre otros, en el área de trabajo como una forma de mejorar la producción, la higiene y la seguridad industrial del personal técnico.

Tabla 13

Concepto a los objetos y elementos.

Concepto	Descripción
Seiri Clasificación	Conservar sólo lo necesario
Seiton Organización	Conservar todo ordenado
Seiso Limpieza	Conservar todo limpio

5.4.1.1. IMPLEMENTACIÓN SEIRI

El concepto Seiri, consiste en la separación de lo que necesario de lo innecesario y sacar de la zona lo que no se necesita. El propósito es quitar todos los elementos que no son necesarios para el desarrollo diario de las actividades en la estación de trabajo. Los

elementos innecesarios deben eliminarse o retirarse del sitio, mientras que los elementos necesarios deben mantenerse cerca de la acción.

Para poner en práctica la primera “S” e implementarla en los en el departamento de mantenimiento de la empresa hay que considera las siguientes interrogantes:

- ¿Qué se debe desechar?
- ¿Qué debe ser almacenado?
- ¿Qué es de utilidad para otras áreas, personas o departamentos?
- ¿Qué se debe arreglar (reparar)?

Las siguientes sugerencias se realizan para facilitar el proceso de identificación de los elementos a descartar.

- No se han utilizado durante 2 años.
- No se utilizará durante 3 años.
- El costo y la incomodidad de conservarlos es mayor que volver a adquirirlos.
- El artículo puede estar en buenas condiciones, pero no es necesario.
- Establecer zona de residuos.

A partir de las preguntas planteadas, se hizo posible la elaboración de un plan de implementación para lograr los objetivos que busca el concepto Seiri y aprovechar lo que ofrece. Hay cinco pasos básicos en este plan que indican cómo identificar los elementos no deseados, qué hacer con ellos y cómo eliminarlos. Estos pasos son los siguientes:

Tabla 14

Pasos Seiri a desarrollar.

Determinar los criterios de selección de los elementos innecesarios	Elementos descompuestos: Si es necesaria y factible su reparación, en caso contrario se los descartarán.
	Elementos en desuso s o caducos: Se los descartarán (desecharlos).
	Elementos peligrosos: Si son útiles se ubicarán en una zona segura, de lo contrario se los descartarán.

	<p>Elementos de más: Serán almacenados en un lugar adecuado, o serán enviados a otras áreas de trabajo o departamentos que los requieran</p>
	<p>Documentos con mucho tiempo en áreas de trabajo sin usar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si tienen más de 15 días en el área de trabajo se archivarán, - Si tienen más de un año y hasta 5 años se almacenarán en el área de archivo de la Central Termoeléctrica. - Si tienen más de 5 años se desecharán, previa autorización de Jefaturas y Gerencias de la Empresa.
	<p>Objetos personales y/o accesorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los personales, como maletas, bolsas, etc., deben ser ubicados en lugares adecuados y dispuestos en el departamento. - Los accesorios personales y tecnológicos que no afecten los lugares de trabajo por área.
<p>Metodología de selección de los elementos innecesarios</p>	<p>Listado o informe de actividades del lugar: generar todas las actividades realizadas en el área en una lista o informe para facilitar la búsqueda de objetos no deseados.</p>
	<p>Listado de elementos innecesarios: crear una lista de elementos no deseados según los criterios determinados en el paso anterior. Puede utilizar esta lista para anotar elementos según su ubicación, cantidad detectada, posibles causas y acciones recomendadas para eliminarlos.</p>
<p>Designación de un lugar donde ubicar lo innecesario</p>	<p>Para concretar el plan, es necesario una zona para dejar de manera temporal los objetos no deseados para la posterior eliminación. Esta ubicación debe elegirse estratégicamente para no causar problemas con la distribución del lugar o la libre circulación del personal técnico.</p>
<p>Plan de acción para separar los elementos</p>	<p>Una vez determinados los elementos innecesarios, se procederá a realizar las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Movilizar el elemento a una nueva ubicación dentro del departamento. - Almacenar al elemento fuera del área de trabajo. -Desechar el elemento.

Control y reporte final	El responsable del área o del del lugar elaborará este documento y lo publicará en el panel informativo, mostrando los elementos innecesarios excluidos en los datos obtenidos y reflejando los cambios obtenidos, antes y después de la aplicación.
-------------------------	--

Resultados de Seiri

Figura 23

Ubicación de equipos.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Figura 24

Reubicación de material incensario.

Antes



Después



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Figura 25

Despeje de bodega.

Antes



Después



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Figura 26

Despeje de zonas de trabajo.

Antes



Después



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

5.4.1.2 IMPLEMENTACIÓN SEITON

El concepto Seiton está relacionado con la organización y su implementación se da a partir de la completa eliminación de los elementos innecesarios, y consiste en aislar y colocar los elementos de trabajo a ser utilizados en sus lugares correspondientes.

Para clarificar los criterios para la colocación de cada componente en el lugar correspondiente hay que plantear los siguientes cuestionamientos:

- ¿Se puede reducir el stock de este material o elemento?
- ¿Es necesario tener este artículo a la mano?
- ¿Cuál sería el lugar adecuado para cada artículo?

Los siguientes pasos determinaron cómo implementar Seiton y obtener todos los logros y beneficios que ofrece:

Tabla 15

Pasos Seiton a desarrollar.

Evaluación inicial del área	Evaluación de dónde están ubicados los objetos clasificados requeridos. También la cantidad y el nombre o prefijo con el que se denomina el objeto.
Organizar el área donde están y/o estarán los elementos o artículos necesarios	Hay que redistribuir el espacio, el equipamiento, los estantes, cajas, las maquinarias, los materiales, los equipos, las herramientas y todo lo que ayude al trabajo. Si es necesario, se debe cambiar u obtener el mobiliario adecuado para organizar y ordenar los elementos.
Determinar el lugar donde quedará cada elemento	En este punto, debe definir dónde está cada elemento. Esto depende de la necesidad de frecuencia de uso, proximidad, peso, volumen, cantidad, riesgo, etc. El criterio más utilizado es en función de la frecuencia de utilización, de esta manera se reduce el tiempo de viaje de búsqueda de los objetos.
Identificación de los elementos	Se asignará a cada elemento un nombre y un color, así como una codificación o nomenclatura al lugar donde se colocará. Este último debe ser sencillo y de fácil comprensión, explicando los artículos que se colocan allí. Criterios aplicables: <ul style="list-style-type: none"> • Elementos conocidos por dos nombres diferentes. Dado esto, elija uno. Esto es para evitar confusiones. • Se puede dibujar el entorno del elemento donde se colocará para que sea más fácil colocarlo en el lugar correcto.

	<ul style="list-style-type: none"> • Los pisos se pueden trazar con líneas o marcas para distinguir pasillos, áreas reservadas para usos específicos, áreas de maniobra, zonas peligrosas, rutas de evacuación, botes de almacenamiento de basura, extintores, entre otros. • Hay en cuenta las siguientes recomendaciones al realizar la organización de los elementos: <ul style="list-style-type: none"> - Indicadores de ubicación. - Indicadores de cantidades. - Nombre de zonas de trabajo. - Lugar de almacenamiento de equipos y herramientas. - Ubicación de maquinarias y mesas de trabajo. - Lugares de limpieza y seguridad industrial.
<p>Evaluación de resultados logrados</p>	<p>Elaborar un reporte final del espacio de trabajo en donde se describen los cambios implementados tanto en la infraestructura (mobiliario, estanterías, bodegas), como en áreas demarcadas y ubicación de artículos. Esto debe ser evidenciado fotográficamente.</p>

- **Resultados Seiton**

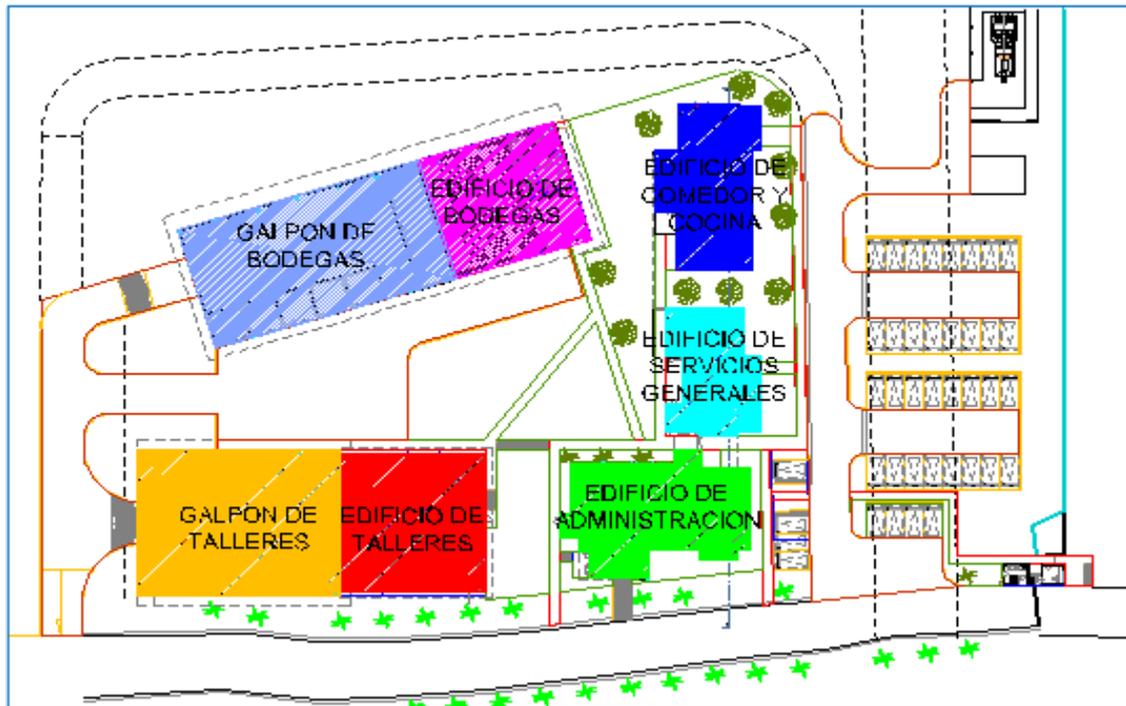
Organización de elementos

Tras la realización de la identificación de elementos innecesarios y mal ubicados en las áreas del departamento el siguiente paso es la organización adecuada del lugar. Para la ejecución de este concepto y la reorganización de los artículos necesarios, se desarrolló un layout del departamento, con la distribución de las zonas que se consideran adecuados para el desarrollo de actividades en esta.

En la figura 27 se muestra el layout creado para el recinto estudiado, el cual incluye la identificación de diversas áreas de la empresa. Todas las sustancias, herramientas e insumos almacenados en los galpones y bodegas son vigilados (controlados) por un formato en Excel, el cual dispone de una columna correspondiente a la ubicación para un mejor ordenamiento.

Figura 27

Lay-out propuesto.



Hay que destacar que es el mismo personal técnico el que entra a las instalaciones a cumplir con sus funciones y responsabilidades, por este mismo motivo fue necesario la creación de una carpeta con el listado de los elementos que pertenecen al departamento de mantenimiento clasificados alfabéticamente a fin de facilitar la búsqueda y localización. Esto mejora el tiempo en el cual se encuentran los elementos y, además, se evita pérdida de estos.

Bodega y perchas

La situación inicial de las bodegas donde se almacenas los elementos dejaba ver la falta de orden y clasificación de los elementos, así como de limpieza del lugar. Por esta razón, se procedió a reutilizar unas perchas que se encontraban sin uso, se adecuaron y se ubicaron en las bodegas para ser utilizadas para la organización de los elementos requeridos por el personal.

Figura 28

Habilitación de perchas.

Perchas sin usar



Perchas adecuadas para el uso



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

De igual manera, se procedió a la limpieza y organización de la bodega de repuesto y materiales de la central.

Figura 29

Orden de bodega de materiales.

Antes



Después



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Paneles para herramientas

En los pasillos de las instalaciones se encontraban cajas correspondientes a materiales y pernos que fueron ordenadas y se almacenó el material excedente. De igual manera, se emplearon paneles para la organización de las herramientas y facilitar su búsqueda. Para perfeccionar este procedimiento se procedió en primer lugar a la colocación de tablas que servirán para organizar las herramientas, teniendo en cuenta que muchas de estas se encontraban colgadas en los pasillos.

Figura 30

Paneles para herramientas.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Cuando se organizaron las herramientas, se procedió a pintar la estructura para que quedara la silueta de la herramienta lo cual indica claramente el lugar que le corresponde en la tabla y luego se ubicaron en estantes. Este procedimiento para organizar las herramientas e identificar la ubicación su ubicación rápidamente, además, permite identificar la falta de algún elemento.

Panel de llaves

En la central, el operario retira las herramientas y objetos necesarios, así como las llaves según el equipo o almacén al que desee acceder. Ya había un tablero de llavero implementado en orden, pero se perdió y la lista estaba desactualizada y el orden se suspendió. Así que fue necesario volver a identificar cada llave junto con la lista impresa para que cada persona que necesitaba quitar la llave pudiera encontrarla en la lista.

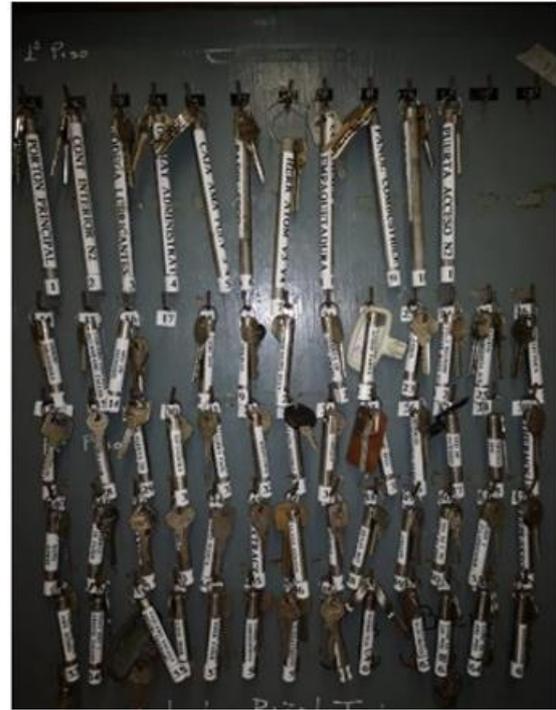
Figura 31

Paneles de llaves.

Antes.



Después.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

En la imagen de la izquierda se puede ver un panel de llaveros que no estaban etiquetados, desordenados y tenían llaveros de gran tamaño (restos de metal) para evitar que los trabajadores olvidaran sus llaves. En la imagen derecha es posible observar el orden y la numeración de cada una de las llaves, colocando la llave usada en un llavero que sea ligeramente más largo que las demás para que el personal técnico no la olviden o la mezclen con sus artículos personales. Igualmente, se instauró una lista impresa con toda la identificación de las llaves.

Sustancias peligrosas

En la Central Termoeléctrica, debido a la naturaleza de sus actividades existen sustancias peligrosas, que tienen una falta de etiquetas en las mismas. Por esta razón, se tiene que clasificar los elementos de acuerdo su hoja de seguridad. Cuando se obtiene la peligrosidad de cada elemento se procede a comparar empleando la siguiente matriz. Ver figura 32.

Figura 32

Matriz de sustancias compatibles.

CLASE PELIGRO UN	DIVISIONES												
1 EXPLOSIVOS		Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
2.1 GAS INFLAMABLE		Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
2.2 GAS NO INFLAMABLE		Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2.3 GAS TÓXICO		Red	Red	Green	Yellow	Green	Green						
3 LÍQUIDOS INFLAMABLES		Red	Green	Green	Yellow	Green	Green						
4.1 SÓLIDO INFLAMABLE		Red	Green	Green	Yellow	Green	Green						
4.2 SÓLIDO DE COMBUSTION ESPONTÁNEA		Red	Green	Green	Yellow	Green	Green						
4.3 SÓLIDO PELIGROSO EN CONTACTO CON AGUA		Red	Green	Green	Yellow	Green	Green						
5.1 SUSTANCIAS COMBURENTES		Red	Green	Green	Yellow	Green	Green						
5.2 PERÓXIDO ORGÁNICO		Red	Green	Green	Yellow	Green	Green						
6 SUSTANCIAS TÓXICAS		Red	Yellow	Green	Red	Green	Green						
7 SUSTANCIA RADIOACTIVA		Red	Yellow	Green	Red	Green	Green						
8 SUSTANCIAS CORROSIVAS		Red	Green	Green	Yellow	Green	Green						
9 SUSTANCIAS Y OBJETOS PELIGROSOS VARIOS		Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

■ SUSTANCIAS COMPATIBLES
 ■ SON INCOMPATIBLES
 ■ PRECAUCIÓN. REVISAR INCOMP. INDIVIDUAL SEGÚN HDS

Empleando esta matriz es posible determinar las sustancias que son compatibles y las que no, de esta forma, una vez identificadas se pueden almacenar como se ve a continuación:

Figura 33

Identificación de contenedor de sustancias.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

El contenedor de material peligroso observado en la imagen de la izquierda no contaba con indicación de su contenido, tampoco con la carpeta y hoja de seguridad requerida por el procedimiento. Además, se puede observar la disposición original de las herramientas en la pared posterior, que resultaba muy peligroso. En cambio en la imagen derecha se puede mirar la carpeta con las fichas de seguridad pertenecientes a todos los artículos (sustancias).

Señalización

Otra de las inconformidades detectadas en el diagnóstico es la falta de señalización en las áreas. Señalización acerca de

- Extintor de incendios
- Gafas y lentes
- Sustancia peligrosa
- Productos combustibles
- Suelos resbaladizos
- Almacenamiento
- Almacén de lubricantes

Por lo tanto, se procedió a la instalación de las señales en todas las áreas correspondientes al departamento de mantenimiento.

Figura34

Instalación de señales.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

5.4.1.3 IMPLEMENTACIÓN DE SEISO

El concepto Seiso (limpieza) establece la metodología para mantener todo el lugar limpio y se complementa con la anterior "S" (Seiri), dando lugar a un ambiente de trabajo organizado y ordenado.

Limpiar bajo el concepto Seiso significa una idea más alta que limpiar. Se debe realizar un análisis para determinar la causa de la suciedad y el operador debe incorporarse a la limpieza como método de inspección (TPM). Desde la perspectiva de TPM, limpiar significa inspeccionar el equipo durante un proceso de limpieza que puede identificar fugas, fallas, fallas o problemas de fugas de cualquier tipo.

Esto convierte a Seiso en una gran experiencia de aprendizaje para el personal técnico, ya que pueden hacer muchos descubrimientos mientras se lo aplica. La limpieza con Seiso requiere el esfuerzo de todos los trabajadores para mantener en buenas condiciones la infraestructura general de herramientas, oficinas, gabinetes y áreas de trabajo, por tanto, la limpieza en este concepto se entiende como rutinaria e imprescindible.

Tabla 16

Pasos de Seiso a desarrollar.

Evaluación inicial del área	Antes de proceder a la propia implementación, este concepto requiere de una ubicación, en este caso una primera evaluación del taller. Consiste en valorar si existen rutinas de limpieza, si existe alguna planificación, además de registros o manuales de limpieza, y finalmente si el departamento se ocupa de tener conciencia de lo importante que es esta.
Establecer un programa de limpieza	El objetivo es integrar la limpieza en el trabajo diario del personal. Se debe utilizar tablas de tareas para ubicaciones específicas para definir la frecuencia de limpieza diaria o periódica. Es útil desarrollar e implementar un instructivo de limpieza para formular y promover hábitos para mantener limpio el ambiente de trabajo. Este instructivo debe tener la designación de áreas. Cómo usar adecuadamente los productos de limpieza, periodos y

	<p>tiempos de cada tarea, inspecciones al inicio, durante y al finalizar las jornadas de trabajo en el departamento.</p> <p>Es de relevancia establecer el tiempo para todas estas actividades y que se conviertan en habito natural de la jornada laboras en este departamento.</p> <p>Este instructivo debe contener:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos • Fotografías modelo de cómo conservar las áreas, bodegas y equipos de trabajo. • Un lay-out de todas las zonas de riesgo durante la limpieza. • Materiales y precauciones de limpieza y su uso seguro. • Áreas cubiertas por el programa (tener en cuenta áreas al aire libre o al aire libre). • Procedimientos para seguir (considerando la responsabilidad e importancia del trabajo y la seguridad del personal técnico). • Normativas internas e institucionales para conservar y mantener un entorno limpio.
<p>Integrar artículos para limpieza</p>	<p>Durante la limpieza de equipos, herramientas y zonas de trabajo, son necesarios materiales y equipos de limpieza escobas, aspiradoras y telas franelas. Estas herramientas se deberán guardar en lugares que sean fácil de encontrar y regresar. Desde la perspectiva de la ubicación, el pedido y el almacenamiento seguros de estos artículos, el personal debe estar informado sobre la ubicación y el almacenamiento correctos de estos.</p>
<p>Elaboración de reporte final</p>	<p>Los logros, además de resultados parciales o finales, obtenidos en esta tercera las 5s deben estar sentados en un informe final. Toda esta información debe presentarse al jefe o supervisor en el lugar.</p>

Resultados

Figura 35

Resultados de Seiso.

Antes



Después



Antes



Después



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

5.4.2. PERSONAL DE TRABAJO

5.4.2.1. IMPLEMENTACIÓN DE SEIKETSU

La cuarta definición Seiketsu, comprende el control (inspección) visual y tiene como objetivo conservar los resultados logrados con la implementación de las tres primeras definiciones de la metodología: clasificación (Seiri), organización (Seiton) y limpieza (Seiso).

El concepto Seiketsu necesita para su aplicación la información del personal del departamento de mantenimiento sobre sus responsabilidades, funciones y condiciones actuales de trabajo, las cuales deben ser adecuadas para su bienestar y poder tener un ambiente de trabajo adecuado y seguro.

Tabla 17

Pasos Seiketsu a desarrollar

Sobre las responsabilidades del personal.	<ul style="list-style-type: none">• Cumplir los límites establecidos dentro de zonas de trabajo.• Usar los dispositivos de seguridad industrial correctamente y obedecer con todas las regulaciones.• La disciplina del personal fundamental y es necesario brindar suficiente información para que el personal técnico prevenga incidentes y accidentes de trabajo.• Siempre usar equipos de protección personal (EPP) acorde a los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo que se realicen.• Evitar comer, beber y fumar en los talleres y bodegas.• Mantener una predisposición y actitud positiva durante la jornada laboral.• Equilibrar los problemas personales durante el trabajo.• Prestar atención a la salud laboral por medio de los exámenes ocupacionales que realiza la empresa.• Tener en cuenta las notas de seguridad en todos los equipos utilizados dentro y fuera del taller, para no tener accidentes.• Comprender completamente el procedimiento antes ejecutar labores de trabajo
Sobre condiciones de trabajo	<ul style="list-style-type: none">• Marcar o delimitar cada zona de trabajo en el departamento.

	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener siempre una adecuada iluminación en todas las zonas del departamento como talleres, bodegas y oficinas. • Verificar niveles del ruido y solicitar al departamento de seguridad industrial la entrega del EPP para la atenuación auditiva. • Mantener una buena ventilación o sistemas de filtrado para evitar polvos o gases contaminantes en todas las áreas de trabajo. • Solicitar la entrega de equipos de seguridad personal adecuados para las actividades a ser realizadas por el personal técnico. • Cuidar y conservar en buenas condiciones los servicios comunes para todos los departamentos de la empresa como comedores, casilleros, baños, áreas administrativas, entre otras.
Estándares de evaluación	<p>Es necesario desarrollar criterios que brinden toda la información sobre las acciones que el personal debe tomar para mantener sus responsabilidades y condiciones de trabajo adecuadas a fin de mantener los beneficios de las tres primeras "S". En este sentido se establecen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asignar y establecer áreas de almacenamiento para cada área de taller, área de trabajo, área de descanso, área de muebles donde se encuentran los documentos de investigación, herramientas, equipos de limpieza, etc. • Determinar y asignar las tareas y los recursos del personal que deben utilizarse para realizar sus tareas. ¿Cuándo, dónde y cómo debe realizar las tareas asignadas? Esto se puede hacer a través de una tabla de información que contiene toda la información sobre la tarea. • Publicar apoyos y ayudas visuales que lo ayuden a mantener los resultados logrados al implementar los conceptos de Seiri, Seiton y Seiso. • Crear un manual de limpieza.

Para mantener las primeras tres 5's, cada persona de la central debe ser consciente de sus responsabilidades y obligaciones en cuanto a qué, dónde, cuándo y cómo lo hace.

Una herramienta para la asignación de responsabilidades a las tres 5's de la empresa se basa en:

- Programa para 5s: El programa definido para la limpieza.
- Un cuadro de ciclo de trabajo que enumera las tareas 5s a realizar en cada área y define el ciclo de frecuencia de cada tarea.
- Las letras de código se utilizan para varios períodos de ciclo. A indica "Continuamente", B "Diariamente (mañana)", C "Diariamente (tarde)", D "Semanalmente", E "Mensualmente", F "A veces".

Figura 36

Formato de trabajo 5s.

		CUADRO DE CICLOS DE TRABAJO "5S"					DM-R001							
ÁREA:		FECHA:												
# ITEM	TRABAJOS "5S"	CICLOS DE TRABAJO												
		SELECCIONAR	ORDENAR	LIMPIAR	ESTANDARIZAR	DISCIPLINA	A	B	C	D	E	F		
1	Aplicación de estrategia de las tarjetas rojas(ocasional)													
2	Aplicación de estrategia de las tarjetas rojas (repetida)													
3	Indicadores de lugar (revisar o hacer)													
4	Indicadores de elemento (revisar o hacer)													
5	Indicadores de cantidad (revisar o hacer)													
6	Limpieza del área de taller de mantenimiento													
7	Limpieza del área de bodegas													
8	Limpieza del área de oficinas													
9	Limpieza de equipos y herramientas													
10	Limpieza de servicios higiénicos													
REGISTRO:														

Boletín 5s para difusión

Figura 37

Boletín de difusión

QUE SON LAS 5S'

- Es una metodología que busca un ambiente de trabajo coherente con la filosofía de Calidad Total, destacando la participación de los empleados conjuntamente con la empresa.

CUALES SON LOS OBJETIVOS Y BENEFICIOS DE LAS 5S'

- Mejorar la limpieza y organización de los Puestos de trabajo.
- Facilitar y asegurar las actividades en las plantas y oficinas.
- Generar ideas orientadas a mejorar los Resultados.
- Fomentar la disciplina.
- Crear un ambiente adecuado de trabajo.
- Eliminar los accidentes de trabajo.

1- CLASIFICACIÓN (SEIRI)

Clasificar es separar u ordenar por clases, tipos, tamaños, categorías o frecuencia de uso.



1.1 VENTAJAS (CLASIFICACIÓN)

- Evitar las interrupciones provocadas por elementos innecesarios.
- Economía; ese material puede ser usado en otra parte.
- Enorme ganancia de tiempo para realizar las tareas.
- Disminuye el número de accidentes.

2- ORDEN (SEITON)

Ordenar es tener una disposición y una ubicación de todos los elementos (herramientas, materiales, equipos, etc.) de tal manera que están listos para su uso en el momento que se los necesita.



2.1 VENTAJAS (ORDEN)

- Rapidez y facilidad para encontrar las cosas.
- Todos conocen donde encontrar los materiales necesarios para su trabajo.
- Acceso, uso y devolución de estos materiales es fácil, cómodo y rápido.
- Reduce o elimina tiempos de búsqueda, uso y devolución de materiales.
- Evita interrupciones de proceso, reduce tiempos de cambio, reduce stocks, etc.

3- LIMPIEZA (SEISO)

El trabajar en un sitio sucio y desordenado además de ser desagradable es peligroso. Atenta con la salud física y mental de los trabajadores, incide en la calidad del producto.



3.1 VENTAJAS (LIMPIEZA)

- Satisfacción de los empleados.
- Mayor control sobre el estado de las maquinas.
- Se devuelve el equipo a sus condiciones básicas de funcionamiento.
- Las anomalías se hacen visibles antes de que provoquen averías o defectos.

BOLETIN "5S"
11-2016
Rev. 001

- Aumentar el sentimiento de orgullo, satisfacción y seguridad en el trabajo.

4- ESTANDARIZACIÓN (SEIKETSU)

Consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos.

Aunque las etapas previas de las 5S pueden aplicarse únicamente de manera puntual, en esta etapa (seiketsu) se crean estándares que recuerdan que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día.



4.1 VENTAJAS (ESTANDARIZACIÓN)

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S
- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
- Los operarios aprenden a conocer en profundidad el equipo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

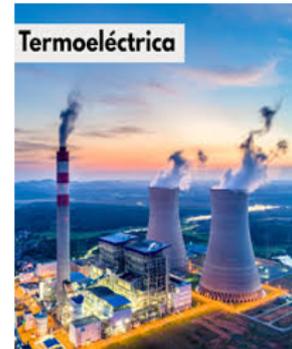
5- DISCIPLINA (SHITSUKE)

La disciplina es el apego a un conjunto de leyes o reglamentos que rigen ya sea a una comunidad, a la empresa o a nuestra propia vida; la disciplina es orden y control personal que se logra a través de un entrenamiento de las facultades mentales, físicas o morales. Su práctica sostenida desarrolla en la persona "disciplina" un comportamiento "confiable".



5.1 VENTAJAS (DISCIPLINA).

- Cumplimiento de los procedimientos operacionales.
- Constante desarrollo personal y profesional.
- Mejor interacción entre las personas
- Formación continua del trabajador.
- A través de la ejecución disciplinada de las normas y procedimientos se crea el hábito



METODOLOGÍA DE LAS 5S'

DEPARTAMENTO
MANTENIMIENTO

5.4.3. A LA EMPRESA

5.4.3.1. IMPLEMENTACIÓN DE SHITSUKE

El concepto de Shitsuke significa mantener la disciplina para mejorar los hábitos de las personas, especialmente en lo concerniente al orden y la limpieza, y consiste en eliminar hábitos no adecuados para no desperdiciar el progreso alcanzado por las otras cuatro disciplinas anteriores. Esta conceptualización tiene como objetivo implementar un nuevo ordenamiento dentro de todas las áreas de trabajo, y además establecer que tanto el responsable de la empresa como los subordinados de esta pueden promover la siguiente disciplina:

- Los colaboradores deben respetar las reglas de seguridad del área de trabajo y los horarios establecidos.
- Deben velar por el cumplimiento de las normativas aplicadas en las cuatro definiciones anteriores (cuatro “S”).
- Los colaboradores deben conocer todos los cambios implementados dentro del área de trabajo, las cuales deben conocerse y estar bien definidas.
- Todos los trabajadores deben ayudar al orden y limpieza de todas las áreas de trabajo.
- Los trabajadores deben cerciorarse de que el área de trabajo esté ordenada y limpia antes y después de cada actividad.
- La gerencia operativa debe reconocer el buen comportamiento de los trabajadores en términos de orden y limpieza a través de estímulos.
- Instalar ayudas visuales para conservar el orden y la limpieza en zonas de trabajo.
- El personal de la empresa también debe realizar la función de limpiar y ordenar las áreas y zonas de trabajo para dar muestras del apoyo a esta gestión.
- Publicar en carteleras por medio de fotografías del antes y fotografías del después la implementación de esta metodología.
- Incentivar al personal técnico y administrativo para que se sume a las actividades que implementan los pilares de las metodologías 5s.

5.5. EVALUACIÓN FINAL

Para la valoración final de esta implementación se procede a realizar una evaluación general del departamento de mantenimiento, contrastando la situación inicial y final de este.

5.5.1.MEJORA EN LOS INDICADORES.

Para determinar cómo ha influenciado la implementación de la metodología 5s es necesario la presentación de un escenario que contemple cual es el tiempo o porcentaje mejorado de las actividades posterior a la aplicación y contrastarlo con la situación. Para este caso, se tomará de ejemplo la ejecución de una Orden de Trabajo, donde se detallará la actividad realiza, el tiempo que le tomaba a un trabajador realizarla antes y después de la mejora. El ejemplo se presenta como sigue:

Tabla 18

Actividades de mantenimiento.

Artículo	Actividad/Tarea	Tiempo inicial (min)	Tiempo esperado (min)	Mejora (%)
1	Envío de órdenes de trabajo	10	5	50%
2	Desmantelamiento de plantas	20	15	25%
3	Búsqueda de materiales	60	30	50%
4	Trabajo de preparación	30	20	33%
5	Apertura de la caja de cambios	120	120	0%
6	Limpieza del sistema de transmisión	80	70	13%
7	Limpieza y engrase de alimentadores	180	160	11%
8	Fabricación de juntas de válvulas	120	90	25%
9	Limpiando Válvulas y Calibrando	180	160	11%
10	Tapa de engrase y aceite	85	70	18%
11	Boxeo (Cierre)	70	60	14%
12	Prueba de Equipos	30	20	33%
13	Cierre de orden de trabajo	15	10	33%
Total, min		1000	890	
		16.6hr	14.8hr	

La tabla 18 muestra unas actividades típicas de mantenimiento en la Central Termoeléctrica, además, contempla, el tiempo inicial para cada actividad y el tiempo esperado posterior a la implementación de la metodología 5s, por último, muestra la mejora que se obtiene en relación con la comparación de ambos escenarios. De esta forma, se observa una importante mejora en todas las actividades que se deben principalmente al orden y limpieza de las instalaciones lo cual permite que el trabajo se realice de mejor manera, así, por ejemplo, en la búsqueda de materiales los trabajadores se ahorran un 50 % del tiempo que les tomaba inicialmente, debido a como ya se ha dicho, la aplicación de los conceptos de las 5s.

Al ver este escenario, es fácil deducir que se mejoraran los indicadores de gestión de toda la Central Termoeléctrica, ya que, los trabajadores emplearan menos tiempo para sus actividades lo que indica que estarán disponibles para desarrollar otras. De esta forma, la central llegará a un punto donde las ordenes de trabajo se hagan a tiempo y con eficiencia y permitirá el mejor desarrollo y prestación de los servicios que ofrece.

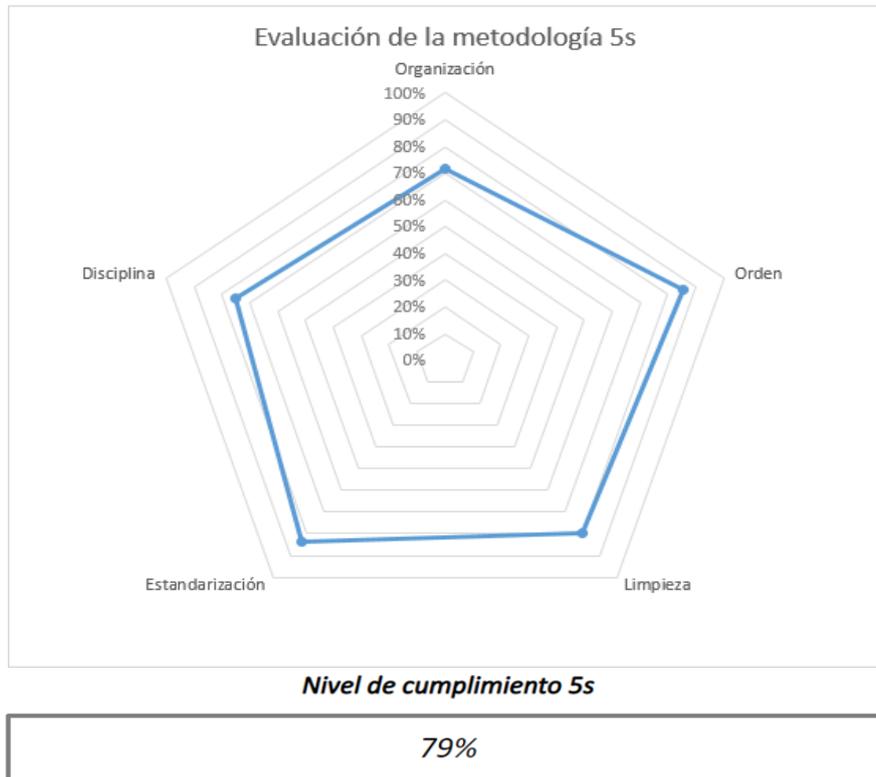
5.5.2.EVALUACIÓN 5S FINAL

Por otro lado, se desarrolla una última evaluación relacionada a la implementación de metodología 5s en la central.

Los resultados de la figura 38 muestran una significativa mejoría en relación con la situación inicial que era de un 22 % de porcentaje de cumplimiento, el cual paso a ser del 79 % de cumplimiento para los 5 conceptos de la metodología, esto se puede ver aumentado en el futuro si se mantienen e implementan nuevas mejoras en el lugar.

Figura 38

Evaluación 5s final.



Los resultados muestran una significativa mejoría en relación con la situación inicial que era de un 22 % de porcentaje de cumplimiento, el cual paso a ser del 79 % de cumplimiento para los 5 conceptos de la metodología, esto se puede ver aumentado en el futuro si se mantienen e implementan nuevas mejoras en el lugar.

CONCLUSIONES

Con relación a los objetivos planteados en la investigación, se desprenden las siguientes conclusiones:

- El diagnóstico inicial de los índices de gestión de las ordenes de trabajo preventivas emitidas para el personal técnico dejó ver que se registran bajos porcentajes de cumplimiento de estas en las áreas mecánica, eléctrica e instrumentación. Los porcentajes iniciales en el índice de ordenes de trabajo fueron 60,3 % en el área mecánica; 58,3% para el área de eléctrica; y 63,3% para el de instrumentación, observando para todos los casos que se estaba cumpliendo con un poco más de la mitad de las ordenes preventivas emitidas, evidenciando un déficit importante. Se concluye con el cumplimiento del primero objetivo, según los resultados del diagnóstico inicial que se pueden observar en la sección 5.2 donde se evalúan cada una de las 5s, finalizando con el nivel de cumplimiento 5s en la figura 20.
- De la implementación realizada de la metodología 5s para favorecer la gestión del Departamento de Mantenimiento considerando la disminución de tiempos de ejecución de órdenes de trabajo preventivas y mejorando las condiciones de trabajo, se puede verificar según lo observado en las secciones 4.3 y 5.4 el uso técnicas y herramientas, además de formatos 5s, respectivamente, los resultados obtenidos de la aplicación de los conceptos 5s, cumpliendo con el objetivo propuesto.
- Finalmente, se determina la mejoría según la aplicación de formatos finales evaluando los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología 5s para determinar los beneficios obtenidos en el Departamento de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica de acuerdo con los resultados que se detallan en la sección 5.5, observando una mejora en el desarrollo de las actividades típicas del departamento que contribuyen a la mejora de los indicadores de gestión de este. De la evaluación final de los conceptos de las 5s en este departamento se determinó un incremento del 22 % al 79 % de cumplimiento en los pilares de la metodología.

GLOSARIO

- IOT: Índice de órdenes de trabajo
- IMP: Índice de mantenimiento preventivo
- IMC: Índice de mantenimiento correctivo
- IRCP: Índice relación mantenimiento correctivo/ preventivo
- IMA: Índice mantenimiento de adecuación
- IUMO: Índice utilización mano de obra -
- IHE: Índice horas extras
- ITOA: Índice trabajo otras actividades
- CENACE: Centro Nacional de Control de Energía
- SNI: Sistema Nacional de Interconectado

REFERENCIAS

- Abeygunawardane, S., Jirutitijaroen, P., & Xu, H. (2014). Planificación del mantenimiento del sistema de energía mediante la aproximación de la función de valor. *Actas de la Conferencia Internacional sobre Métodos Probabilísticos Aplicados a Sistemas de Potencia (PMAPS)*. Durham, Reino Unido.
- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2022). *Panorama Eléctrico*. Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables.
- Albán, T. A. (2018). *Análisis de la evolución normativa del Sector Eléctrico Ecuatoriano*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Aldavert, J., Vidal, E., Lorente, J., & Aldavert, X. (2016). *5S para la mejora continua*. Barcelona, España: Editorial Cims © Midac.
- Alefari, M., Salonitis, K., & Xu, Y. (2017). The Role of Leadership in Implementing Lean Manufacturing. *Procedia CIRP*, 756-761.
- Arroyo, R. (2004). *Los Caracteres Esenciales de Prestación de los Servicios Públicos, en el Marco Legal Regulatorio del Sector Eléctrico de la República del Ecuador*. Universidad Andina Simón Bolívar - Sede Ecuador.
- Bangu, N., Pahuja, G., & Singh, R. (2015). Aplicación del análisis de árbol de fallas para evaluar la confiabilidad y la evaluación de riesgos de una planta de energía térmica. Fuentes de energía Parte A Recuperar. *Efectos*, 37, 2004-2012.
- Botamede, B., Leucas, L., & Pelegrini, M. (2017). Gestión de Mantenimiento y Casos de Estudio en la Central Termoeléctrica Luís Carlos Prestes. en Pronósticos Probabilísticos y Gestión de la Salud de los Sistemas Energéticos. *Probabilistic Prognostics and Health Management of Energy Systems*, 263-269.
- Caballero, A. (2017). *Implementación de la metodología 5s para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa RIF Nike de la ciudad de Jauja*. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes.
- Campos, M., & Maria, E. (2020). *Propuesta de implementación de la metodología*. Lima, Perú: Universidad Peruana de las Américas.
- CENACE. (2022). *Informe anual 2021*. CENACE.

- CFN. (2018). *FICHA SECTORIAL GENERACION, TRANSMISION y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA*. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-Sectorial-Generacion-transmision-y-distribucion-de-energia-electrica.pdf>
- Chapman, C. (2005). Cleanhouse with lean 5S. *Quality progress*, 27-32.
- Chinhengo, I., Goriwondo, W., & Sarema, B. (2020). *Application of Lean Tools in Planned Maintenance: Case Study of a Coal Handling Plant at a Thermal Power Station*. Zimbabwe : National University of Science and Technology Bulawayo.
- Cohen, N., & Gómez, G. (2019). *Metodología de la investigación ¿Para qué?* . Buenos Aires : Teseo .
- Congreso Nacional del Ecuador. (2011). *Ley de Regimen del Sector Eléctrico*. Congreso Nacional del Ecuador.
- Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC). (2021). *Transformación y Situación Actual del Sector Eléctrico*. CONELEC.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Ecuador.
- Contreras Pérez, J. F. (2021). *Análisis de fallas funcionales del compresor de turbina a gas SGT6-5000F5EE en la Central Termoeléctrica Ilo41*.
- Durán, E. F. (2014). La Generación Distribuida: Retos frente al Marco Legal del Mercado Eléctrico Ecuatoriano. *Revista Técnica" energía"*, 10(1), 28-34.
- Duran, O., Capaldo, A., & Duran Acevedo, P. A. (2017). Lean maintenance aplicado para mejorar la eficiencia del mantenimiento en centrales termoeléctricas. *Energies*, 1653.
- Falkowski, P., & Kitowski, P. (2013). The 5S methodology as a tool for improving organization of production. *PhD interdisciplinary Journal*, 127-133.
- Fausing Olesen, J., & Shaker, H. (2020). Mantenimiento predictivo para sistemas de bombeo y centrales térmicas: revisión del estado del arte, tendencias y desafíos. *Sensors*, 20(8), 2425.
- Filip, F., & Marascu-Klein, V. (2015). The 5S lean method as a tool of industrial management performances. IOP Conference Series. *Materials Science and Engineering*, 1-6.

- Fonseca, M., Holanda, U., & Reyes, T. (2015). Programa de gestión del mantenimiento mediante la implementación de herramientas predictivas y TPM como aporte a la mejora de la eficiencia energética en las centrales. *Dyna*, 82, 139-149.
- Fraser, K. (2014). Facilities management: The strategic selection of a maintenance system. *Journal of Facilities Management*, 18-37.
- Garrido, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Diaz de santos.
- Ghodrati, A., & Zulkifli, N. (2012). Una revisión sobre la implementación de 5S en organizaciones industriales y empresariales. *Revista IOSR de negocios y administración*, 11-13.
- Hernández, C. (2022). *Aplicación de las 5S en el área de envasado para mejorar la productividad en la bodega vitivinícola "Doña Consuelo" Ica, 2022*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. México : McGrawHill .
- Ingeniería industrial. (6 de marzo de 2022). *Evaluación de la metodología 5s (Checklist)*. Obtenido de www.ingenieriaindustrialonline.com: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/calculadoras-y-formatos/evaluacion-de-la-metodologia-5s-checklist/>
- Junior, M., Bezerra, U., Leite, J., & Moya Rodríguez, J. (2017). Herramientas de mantenimiento aplicadas a generadores eléctricos para mejorar la eficiencia energética y calidad de energía de centrales termoeléctricas. *Energías*, 10(8), 1091.
- Lamprea, E., Carreño, Z., & Sánchez, P. (2015). Impacto de las 5S en la productividad, calidad, clima organizacional y seguridad industrial en Caucho Metal Ltda. *Revista chilena de ingeniería*, 107-117.
- Ley de Régimen del Sector Eléctrico. (10 de octubre de 1996). Ley de Régimen del Sector Eléctrico.
- Manzano, R., & Gisbert, S. (2016). *Lean manufacturing: implantación 5S*. 16-26: 3C Tecnología.
- Mazidi, P., Tohidi, Y., & Sanz-Bobi, M. (2017). Planificación estratégica del mantenimiento de un parque eólico marino en un sistema eléctrico desregulado. *Energies*, 313.
- Mostafa, S., Lee, S. H., Dumrak, J., Chileshe, N., & Soltan, H. (2015). Pensamiento Lean para un proceso de mantenimiento. *Production & Manufacturing Research*, 236-272.

- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The implementation of 5S lean tool using system dynamics approach. *Procedia CIRP*, 380-385.
- Operador Nacional de Electricidad (CENACE). (2019). *Informe anual 2018*. CENACE.
- Parella, S., & Martins, F. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa*. FEDUPEL: Caracas, Venezuela .
- Piñero, E., Vivas, E., & Flores de Valga, L. (2018). Programa 5S's para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. *Actualidad y nuevas tendencias*, 99-110.
- Ramos, J. (2018). *Implementación de metodología 5S sostenible en taller de mantenimiento de central termoeléctrica región de Valparaíso*. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María.
- Ramos, J. (2018). *Implementación de metodología 5S sostenible en taller de mantenimiento de central termoeléctrica región de Valparaíso*. Valparaíso - Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.
- Reyes, J., Hernández, J., Mejías, A., & Piñero, A. (2017). La Metodología 5S como estrategia para la mejora continua en industrias del Ecuador y su impacto en la Seguridad y Salud Laboral. *Polo del Conocimiento*, 1040-1059 .
- Rodríguez, Z. M. (2021). *Evaluación del sector eléctrico ecuatoriano y perspectivas de desarrollo a largo plazo*. Universidad Católica de Cuenca.
- Romero, C. C., López, M. J., Méndez, H. J., & Pintor, T. A. (2016). Software para implementación de 5S's en Mipymes y su relación con la mejora continua y la competitividad. *Revista de Negocios & PyMes*, 45-53.
- Salazar, G., & Panchi, B. (2014). Análisis de la evolución de la demanda eléctrica en el Ecuador considerando el ingreso de proyectos de eficiencia energética. *Revista Politécnica*, 33(1).
- Santana, P. E., Vélez, N. R., & Mera, G. E. (2018). Causas y Efectos que Impulsaron la Innovación del Sector Eléctrico Ecuatoriano. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT*, 3(2), 18-23.
- Sexto, L. F. (2017). Tipos de mantenimiento:¿ cuántos y cuáles son. *Revista Mantenimiento en Latinoamérica.*, 9(4), 14-17.

- Sousa, L. (2014). Eficiencia con las 5S Limpieza y Orden eficientes, Clave del desarrollo Japonés. *Hospitalidad ESDAI*, 33-53.
- Vera, A. V., Vélez, N. B., Mera, G. P., Indarte, E. R., & Cedeño, M. L. (2019). Realidad actual del sector eléctrico ecuatoriano. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT*, 6-10.
- Yantelema, O. (2020). *Implementación de la metodología 5S en el taller mecánico de una industria de alimentos ubicada en Guayaquil*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.
- Zeravcic, V., Bakic, G., Djukic, M., Markovic, D., & Rajicic, B. (2010). Gestión de mantenimiento contemporánea de los componentes de agotamiento de la vida útil de la planta de energía. *Tech. Technol. Educ. Manag.*, 5, 431-436.

ANEXOS

Anexo 1. Check List 5s

Evaluación de Organización			
		Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?		
2	¿Se observan objetos dañados?		
3	En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útil o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?		
4	¿Existen objetos obsoletos?		
5	En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?		
6	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?		
7	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?		

Evaluación de Orden			
		Sí	No
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?		
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?		
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que les permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?		
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano.		
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?		
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?		

7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?		
---	--	--	--

Evaluación de Limpieza

		Sí	No
1	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia?		
2	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo con sus actividades y a sus posibilidades de asearse?		
3	¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad		
4	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?		
5	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?		

Evaluación de Estandarización

		Sí	No
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?		
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?		
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?		
4	¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?		
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?		
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?		

Evaluación de Disciplina

		Sí	No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?		
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?		
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, no necesariamente al momento de diligenciar este formato, que afecten los principios 5s?		

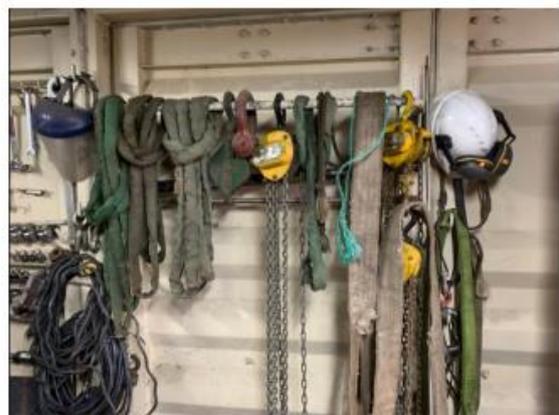
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?		
---	---	--	--

Anexo 2. Ordenamiento de áreas



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Anexo 3. Adecuaciones de áreas



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Anexo 4. Vista de áreas trabajadas.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Anexo 5. Limpieza de áreas



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Anexo 6. Áreas por trabajar



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Anexo 7. Trabajo en los alrededores del lugar



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Anexo 8. Situación inicial en oficinas del departamento de mantenimiento.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Anexo 9. Situación final en oficinas del departamento de mantenimiento.

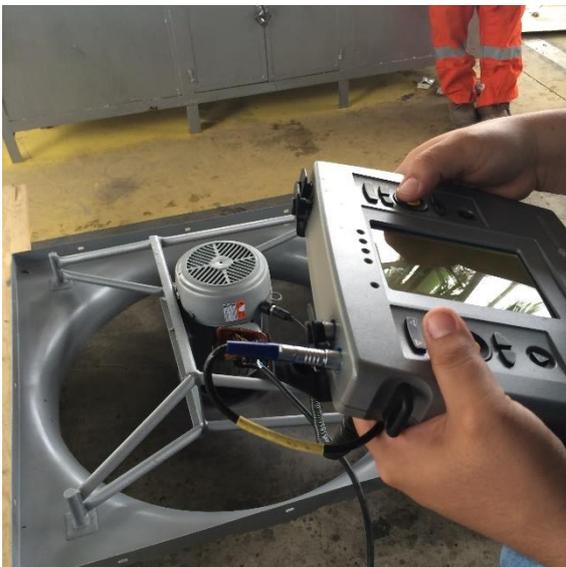


Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

Anexo 10. Actividades típicas del personal del departamento de mantenimiento.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.



Fuente: Datos tomados del departamento de mantenimiento de la Central Termoeléctrica.