



Universidad
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA URBANISMO Y
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**Mantenimiento preventivo para mejorar la
disponibilidad de equipos en una empresa azucarera,
Chiclayo – 2024**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Autoras:

Condor Nauca, Nayelly Melissa (<https://orcid.org/0009-0003-5541-5641>)

Vasquez Fernandez, Karen Estefany (<https://orcid.org/0000-0002-5382-1713>)

Línea de Investigación

Tecnología e innovación en desarrollo de la construcción y la industria en
un contexto de sostenibilidad

Sublínea de Investigación

Gestión y sostenibilidad en las dinámicas empresariales de industrias y
organizaciones

Pimentel – Perú

2025

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE
EQUIPOS EN UNA EMPRESA AZUCARERA, CHICLAYO – 2024**

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscribimos la **DECLARACIÓN JURADA**, somos egresadas del Programa de Estudios la **Escuela Profesional de Ingeniería Industrial** de la **Universidad Señor de Sipán**, declaramos bajo juramento que somos las autoras del trabajo titulado:

Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos en una empresa azucarera, Chiclayo – 2024

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Condor Nauca, Nayelly Melissa	DNI: 73859358	
Vasquez Fernandez, Karen Estefany	DNI: 77523829	

Pimentel, 16 de Enero del 2025

CONDOR NAUCA NAYELLY MELISSA VASQUEZ FER...

TURNITINCondorNauca_VasquezFernandez_TrabajoDeInves...

 Trabajos de Investigación Bachiller 2025-0
 Trabajos de Investigación Bachiller 2025-0
 Universidad Señor de Sipan

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::26396:430998462

Fecha de entrega
17 feb 2025, 1:26 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
17 feb 2025, 1:35 a.m. GMT-5

Nombre de archivo
TURNITINCondorNauca_VasquezFernandez_TrabajoDeInvestigación_Bachiller.docx

Tamaño de archivo
205.3 KB

61 Páginas

11,403 Palabras

57,928 Caracteres



Página 2 of 68 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::26396:430998462

18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 16%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a Dios por darme sabiduría y fortaleza a lo largo de mi trayectoria universitaria, también por haberme permitido tener con vida a mis padres quienes han sido mi motor y motivo por el cual he seguido adelante. Asimismo, la compañía de mis hijas perrunas y gatunas quienes me acompañaron en este camino con su amor incondicional y por último a esa persona especial que me acompañó y apoyo en todo este proceso.

¡Gracias todos por ser parte de este camino!

Melissa Condor

Dedico el presente estudio de investigación primeramente a Dios, el cual me dio las fuerzas para poder concluir con mucho mérito la carrera, y a la vez a mis padres, quien con mucho esfuerzo me dieron una profesión, así mismo a personas importantes que me incentivaron.

Karen Vasquez

AGRADECIMIENTOS

Con mucha alegría y entusiasmo dedico este trabajo a Dios, a mis padres por su apoyo durante estos 5 años de mi carrera ellos han sido mi inspiración y motivación para alcanzar uno de mis mayores sueños, a mis hijas perrunas y gatunas por acompañarme en este proceso por ser mis fieles compañeras y a mí misma por no haberme rendido y luchado hasta el final.

Melissa Condor

Lo más importante es que agradezco a Dios por guiarme, protegerme y bendecirme en cada paso del camino, inspirando mis decisiones y fortaleciendo mi espíritu para superar los desafíos. Me gustaría expresar mi profundo agradecimiento a mis profesores, cuya determinación, dedicación y entusiasmo han sido cruciales en mi desarrollo académico y personal. Sus enseñanzas han dejado una huella indeleble en mi vida y me han ayudado a prepararme para nuevos desafíos. Agradezco a mi familia por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser mi roca durante estos tiempos difíciles. Vuestra confianza y vuestro ánimo me dan la motivación para seguir adelante y luchar por mi sueño. También me gustaría agradecer a mis amigos y compañeros que han compartido conmigo alegría, aprendizaje y experiencias inolvidables. Creamos algunos grandes recuerdos juntos que siempre guardaré en mi corazón. Este logro es el resultado de esfuerzos colectivos y la guía divina que ilumina mi camino.

Karen Vasquez

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTOS	6
RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Antecedentes de Investigación.....	17
1.3. Formulación del Problema.....	21
1.4. Hipótesis.....	21
1.5. Objetivos.....	21
1.6. Teorías Relacionadas al Tema.....	21
II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	24
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	24
2.2. Variables, Operacionalización	25
2.3. Población de Estudio, Muestra y Criterios de Selección	27
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.....	27
2.5. Procedimientos de Análisis de Datos	29
2.6. Criterios Éticos	30
III. RESULTADOS.....	31
3.1. Diagnóstico de la Empresa.....	31
3.2. Descripción del Proceso de las Maquinas.....	32
3.3. Análisis de la Problemática	33

3.4. Resultados de Indicadores Antes de la Propuesta.....	33
3.5. Propuesta de Investigación	43
3.5.1. <i>Análisis de Costo por Falla de Maquina en Uso/Cambio de Materiales (Julio – Setiembre 2024)</i>	43
3.5.2. <i>Capacitación Técnica al Personal</i>	46
3.5.3. <i>Implementación de Métodos de Mantenimiento Predictivo</i>	46
3.5.4. <i>Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs)</i>	47
3.5.5. <i>Realización de Reportes Diarios de las Fallas de los Equipos</i>	48
3.5.6. <i>Plan de Mantenimiento Preventivo para Una Empresa Azucarera</i> ...	49
3.5.7. <i>Análisis de los Resultados</i>	59
3.5.8. <i>Comparación de Resultados</i>	67
III. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	71
V. REFERENCIAS.....	74
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Operacionalización – Variable Dependiente	25
Tabla 2. Tabla de Operacionalización – Variable Independiente	26
Tabla 3. Fallas Totales Entre los Meses de Julio – Setiembre	34
Tabla 4. Tiempo Total de Reparación (TTR).....	35
Tabla 5. Tiempo Total Programado en Horas (TTP).....	36
Tabla 6. Tiempo Total de Operación por Máquina (TTO)	37
Tabla 7. Tiempo Medio Para Restaurar por Maquina en Horas (MTTR)	38
Tabla 8. Tiempo Medio entre Falla en Horas (MTBF).....	39
Tabla 9. Confiabilidad.....	40
Tabla 10. Disponibilidad de las Máquinas.....	41
Tabla 11. Selección de Máquinas Críticas	42
Tabla 12. Análisis de Costo por Falla de Maquina (Julio – Setiembre 2024).....	43
Tabla 13. Costos de Mano de Obra	45
Tabla 14. Costos Totales de Fallas.....	45
Tabla 15. Realización de Reportes Diarios de las Fallas de los Equipos	48
Tabla 16. Tareas con las Fechas que se Deben Realizar en el Mantenimiento Preventivo	50
Tabla 17. Fallas Totales Entre los Meses de Octubre – Diciembre	59
Tabla 18. Horas para la Reparación TTR	60
Tabla 19. Tiempo Total de Reparación (TTR).....	61
Tabla 20. Tiempo Total de Operación.....	62
Tabla 21. Mantenibilidad o Tiempo Medio de Reparación	63
Tabla 22. Tiempo Medio Entre Fallas	64
Tabla 23. Confiabilidad.....	65
Tabla 24. Disponibilidad.....	66
Tabla 25. Comparación de Resultados	67
Tabla 26. Gasto Total por Mes.....	69
Tabla 27. Costo Proyectado para la Puesta en Marcha de las Mejoras	70

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Checklist 01	55
Figura 2. Checklist 02	56
Figura 3. Checklist 03	57
Figura 4. Checklist 04	58

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal mejorar la disponibilidad de los equipos críticos en la Empresa Azucarera. Para ello, se realizó un diagnóstico de la situación actual de los equipos, se calcularon los indicadores de mantenimiento, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo y se analizó el Beneficio – Costo de su implementación. La investigación de tipo aplicada y de diseño no experimental, empleó indicadores claves de rendimiento (KPIs) como MTBF (Tiempo Medio Entre Fallos), el MTTR (Tiempo Medio de Reparación) y la Disponibilidad Operativa, El análisis inicial demostró problemas como paradas no planificadas y elevados costos de mantenimiento correctivo. La disponibilidad promedio de los equipos era del 97.44%, el MTBF de 200 horas y el MTTR de 5.20 horas, lo que manifestaba baja eficiencia y confiabilidad. Por ello, se implementó un enfoque más estructurado en la gestión del mantenimiento como una capacitación integral para el personal técnico, inspecciones programadas, un sistema de monitoreo para evaluar el rendimiento de los equipos y un control eficiente de repuestos. Seguidamente, en la implementación del plan, la disponibilidad promedio de los equipos aumentó a 99.60%, mientras que el MTBF alcanzó las 571 horas y el MTTR logró reducir a 2.27 horas. Finalmente, el mantenimiento preventivo tuvo un mejoramiento significativo en la eficiencia y confiabilidad de los equipos, fortaleciendo la competitividad en el mercado azucarero.

Palabras Clave: Mantenimiento preventivo, MTBF, MTTR, disponibilidad, Beneficio – Costo.

ABSTRACT

The main objective of the following research work was to improve the availability of critical equipment at the Sugar Company. To do this, a diagnosis of the current situation of the equipment was made, the maintenance indicators were calculated, a preventive maintenance plan was drawn up and the Benefit - Cost of its implementation was analyzed. The applied type research and non-experimental design used key performance indicators (KPIs) such as MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR (Mean Time to Repair) and Operational Availability. The initial analysis showed problems such as unplanned stops and high corrective maintenance costs. The average availability of the equipment was 97.44%, the MTBF was 200 hours and the MTTR was 5.20 hours, which showed low efficiency and reliability. Therefore, a more structured approach to maintenance management was implemented, such as comprehensive training for technical staff, scheduled inspections, a monitoring system to assess equipment performance, and efficient spare parts control. Subsequently, in the implementation of the plan, the average availability of the equipment increased to 99.60%, while the MTBF reached 571 hours and the MTTR was reduced to 2.27 hours. Finally, preventive maintenance had a significant improvement in the efficiency and reliability of the equipment, strengthening competitiveness in the sugar market.

Keywords: Preventive maintenance, MTBF, MTTR, availability, Benefit – Cost.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En las industrias cuentan con una variedad de maquinaria y equipos dependiendo de su proceso de producción. Estas máquinas, una vez que ya tienen un tiempo de uso establecido, empiezan a mostrar indicios de que algo está fallando; lo cual debe ser visto como positivo, pero solo si se identifica oportunamente. Es por ello que el mantenimiento preventivo es fuente clave para la eficiencia y duración de los equipos, pero lamentablemente enfrenta diversas problemáticas actualmente. Las cuales existe una falta de cultura preventiva, ya que muchas empresas priorizan el mantenimiento correctivo en lugar de prevenir fallas, por ello puede haber costos elevados que desalientan la implementación. Por otro lado, por parte del personal y la falta de técnicos capacitados puede conllevar a un mal funcionamiento de los equipos.

En el sector de la manufactura se requiere un rendimiento elevado para prevenir pérdidas financieras, es necesario que el equipo no sufra averías inesperadas en su operación, dado que pueden generar efectos incalculables, lo cual esto implica que los posibles riesgos que contribuyen a la falla de equipos industriales deben ser reconocidos y disminuidos, o al menos eliminados. En este contexto, el departamento de repuestos posee el mantenimiento y su administración como un instrumento que se centra principalmente en garantizar el funcionamiento, en términos de eficacia, fiabilidad y disponibilidad de los equipos de uso industrial.[1]

Internacional

En la Universidad Central Marta Abreu de las Villas – Cuba, se llegó a realizar una investigación a las máquinas de producción en una industria

azucarera, la cual se desea poner en marcha un modelo conceptual al mantenimiento preventivo, centrándose en la fiabilidad para la reconversión de dicha industria, con el objetivo de desarrollar un procedimiento que incorpore el análisis de la confiabilidad, y disponibilidad de las máquinas. [2]

En la investigación llevada a cabo en la Universidad Técnica de Manabí, de Ecuador, se propuso desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla en el sistema de transporte neumático. Se utilizó como método de investigación la recopilación de información existente dentro de las instalaciones del hospital, se identificaron los controles de mantenimiento presentes, lo cual sirvió de base para la elaboración de la propuesta que tributa a las averías de los equipos, se obtuvo como resultado el plan de mantenimiento preventivo que facilita las actividades de mantenimiento a los responsables y encargados de estas áreas, además de la recuperación económica en mantenimiento del hospital.[3]

El estudio tiene como objetivo principal elaborar un Diagnóstico de un Plan de Mantenimiento Preventivo para un Molino MRV de la compañía Colombiana de Cerámica Colcerámica S.A.S. CORONA. El problema fundamental es que la empresa ha descuidado por completo las normativas en lo que concierne al mantenimiento de las máquinas, las cuales ha generado altos niveles de costos y bajos niveles de confiabilidad en las maquinas. Para este estudio se utilizaron las técnicas de diagnóstico integral, dando como resultados un 50% en lo que respecta al sistema hidráulico y un 30% correspondientes a las fallas mecánicas y un 20% a las fallas en el sistema eléctrico y control del molino [4].

El estudio se realizó en la empresa mielera “Amancio Rodríguez”, ubicada en Las Tunas, Cuba, para ello se planteó como objetivo desarrollar un

procedimiento para incrementar la eficiencia energética mediante la reconversión de instalaciones, centrándose en la tríada confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM). Este enfoque busca optimizar el mantenimiento preventivo, identificar áreas críticas y orientar las inversiones hacia los puntos con mayor impacto, garantizando la sostenibilidad y productividad de las operaciones. [5].

Desarrollar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar en el Ingenio Pantaleón, ubicado en Siquinalá, Escuintla. Este plan tiene como propósito principal reducir las fallas frecuentes en la maquinaria, minimizar el tiempo perdido por reparaciones y mejorar la eficiencia operativa. La investigación utilizó un enfoque mixto, combinando métodos deductivos e inductivos para formular y comprobar hipótesis, basado en estos datos, se diseñó un plan estructurado que incluye estrategias de mantenimiento preventivo, cronogramas y capacitaciones para el personal. Como resultados se obtuvieron fallas frecuentes en la maquinaria, las cuales generaban pérdidas significativas de tiempo y recursos, estimadas en un 35% de tiempo improductivo en los últimos cinco años [6].

Nacional

En la empresa Ingenieros en Acción S.R.L, hubo paradas de máquinas no programadas, desorden en el almacén, demoras en la entrega de pedidos finales, reprocesos y falta de productos finales, lo que en total provoca una pérdida económica mensual de S/.16,441.31. Por lo tanto, para cada problema se presentaron dos opciones de solución y se escogieron las más apropiadas basándose en 10 limitaciones realistas. [7]

Cynara Perú S. A. C. emplea cerca de 500 trabajadores que supervisan meticulosamente todos los procesos productivos, desde la recolección de la materia prima hasta el empaquetado y acumulación de los productos finalizados. Sin embargo, la gerencia general de la compañía ha identificado un inconveniente que está impactando el desempeño de los equipos en la planta de producción. La ausencia de MP, documentación técnica y codificación por el departamento de mantenimiento de la planta ha llevado a la reparación de los equipos únicamente cuando presentan fallos o averías, lo que no es ideal para asegurar la continuidad y eficacia del proceso productivo.[8]

Local

En la compañía Gemar Group, cuyo producto principal es la sal seca de 50 kilogramos. En la actualidad, la compañía realiza un mantenimiento correctivo, contabilizándose 138 averías correspondientes a 739,08 horas de paralización en el año 2019, lo que provocó el cese de la producción y consecuentemente la pérdida de beneficios estimadas en S/ 323 584,67. [9]

En la compañía molinera en la primera sección se llevó a cabo el análisis del estado presente del mantenimiento en la empresa, vinculado a las pérdidas de producción provocadas por las averías de los equipos. En 2018, se fabricaron un total de 366 188 sacos de arroz, dejando de producir un total de 57 172 sacos de arroz de 50 kg debido a averías en sus máquinas. Igualmente, se registraron 544,5 horas de interrupción debido al mal funcionamiento de los equipos. [10]

1.2. Antecedentes de Investigación

Internacional

El estudio se centra en mejorar la gestión del mantenimiento en la industria de procesamiento de caña de azúcar en la República Dominicana mediante el diseño e implementación de un sistema documental estandarizado. Este sistema tiene como finalidad optimizar la disponibilidad de los equipos, reducir averías y aumentar la eficiencia operativa, adaptándose a las necesidades específicas de los ingenios. Para la investigación se desarrolló en el ingenio Alcoholes Finos Dominicanos, para ello se diseñó un sistema documental que estandariza los informes de mantenimiento, mejorando la claridad y organización de la información [11].

Diseñar y compilar un manual de mantenimiento predictivo y correctivo para el área de calderas en el Ingenio Santa Matilde, Honduras, perteneciente a la Compañía Azucarera Hondureña (CAHSA). Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las necesidades del área de calderas, identificando los principales problemas relacionados con la falta de documentación técnica accesible y la diversidad de equipos automatizados. El objetivo principal es centralizar información técnica sobre los equipos de automatización para optimizar los procesos de mantenimiento, reducir tiempos improductivos y garantizar la eficiencia en la producción de azúcar. [12].

Optimizar el sistema de enfriamiento de frutas y pulpas procesadas en Knur Enterprise mediante la implementación de un plan estratégico que reduzca costos energéticos, aumente la eficiencia operativa y garantice la calidad del producto final. enfrenta dificultades con su sistema de refrigeración actual debido al incremento en la demanda de productos. Para ello se reemplazó el sistema de refrigeración existente con equipos de mayor

eficiencia energética (coeficiente SEER más alto), acompañado de un plan de mantenimiento preventivo y la documentación de procedimientos estándar para los cuartos fríos, dando un 80% de satisfacción [13].

En la Universidad de Brasil 2020, se propuso desarrollar un plan de mantenimiento preventivo que optimiza la gestión de compra de repuestos, reduciendo los costos de parada y aumentando la productividad. La disponibilidad de las alzadoras se ve comprometida por la falta de repuestos en almacén, lo que genera paradas prolongadas y costos operativos elevados. Esta situación se agrava por la necesidad de adquirir piezas de manera urgente, al implementar este sistema se redujeron un promedio de S/. 28,689,375 a S/. 1.804.688, logrando una notable eficiencia económica con una relación beneficio/costo (B/C) de 163,66. La implementación del plan preventivo permitió contar con los repuestos en almacén un mes antes de ser requeridos, minimizando los tiempos de inactividad y asegurando una operación continua [14].

Nacional

El trabajo de investigación de la Universidad privada del Norte, propuso una mejora en la gestión del mantenimiento, la cual puede reducir los tiempos perdidos en la fábrica azucarera, optimizando procesos y garantizando la continuidad operativa. Se identificaron tiempos perdidos durante el proceso de elaboración de azúcar afectan negativamente la producción y la rentabilidad de la fábrica. Estas interrupciones son causadas principalmente por fallas imprevistas en los equipos debido a un mantenimiento no programado ya la falta de una planificación adecuada. Para ello se utilizó un enfoque cuantitativo y longitudinal, con análisis de tendencias en los reportes de tiempos perdidos.

Al implementar dicha propuesta se llegó a reducir los tiempo perdidos en fábrica, y generando beneficios económicos con un 85% [15].

En la Universidad Nacional Agraria de Lima 2023, se propuso desarrollar una Gestión de mantenimiento de maquinaria y equipos en diferentes sectores agroindustriales. Esta investigación tiene como objetivo analizar la producción científica sobre la gestión eficiente del mantenimiento de maquinaria y equipos en diferentes sectores agroindustriales. Utilizando un enfoque del tipo cualitativo, se procedió a identificar un problema creciente acerca del mantenimiento de los equipos de producción. Este enfoque permitió realizar un análisis detallado en el mantenimiento de los equipos en todo el proceso productivo. Los resultados identificaron que el principal problema identificado es que en todo el sector industrial no cumplen con el correcto mantenimiento, las cuales producen muchos paros, las cuales atrasan el proceso de producción [16].

En una investigación sobre la compañía Novagro, se emplearon métodos como la observación y el estudio de documentos. Además, se llevó a cabo un muestreo por conveniencia en la maquinaria esencial. Como consecuencia de la investigación, se determinó que la mezcladora de polvo es la máquina de mayor relevancia y se le aplicó un Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF). En última instancia, la puesta en marcha de un plan de mantenimiento preventivo facilitó el aumento de la disponibilidad de Mezcladora de Polvo en el área de producción, que pasó de una disponibilidad inicial del 87.35% a una final del 95.02%. [17]

Local

En Chiclayo la empresa Azucarera, se dedica a la elaboración de azúcar rubia para el mercado nacional, y como subproductos de todo el proceso

productivo se obtienen melaza y bagazo. Dentro del proceso productivo se produjeron pérdidas por averías, errores o fallos de los equipos que operaron dentro del proceso, los cuales provocaron tiempos muertos por paro total del mismo debido a problemas de funcionamiento, estas paradas fueron de manera temporal o permanente. Esto no solamente ocasionó pérdidas en el tiempo, si no también pérdidas en el volumen de producción, estas se encontraron en relación con los equipos.[18]

Plantear un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar la producción en el área de Trapiche de la empresa azucarera Agropucala S.A.A., optimizando la disponibilidad mecánica de sus equipos y reduciendo las paradas intempestivas que afectan la producción diaria. El área de Trapiche enfrenta fallas mecánicas recurrentes en sus equipos, lo que genera paradas no programadas. Estas interrupciones no solo afectan la capacidad de producción diaria, sino que también incrementan los costos operativos y de mantenimiento correctivo. Se obtuvo como resultado una reducción en las paradas no programadas mediante el uso de estrategias preventivas y un incremento en la eficiencia de producción de azúcar [19].

Esta investigación es necesaria ya que facilita la identificación y aplicación de tácticas de mantenimiento preventivo que mejoren la funcionalidad de los equipos, disminuyendo los periodos de parada y potenciando la eficiencia. Su relevancia reside en que incrementa la eficiencia productiva de la compañía de azúcar, asegura la continuidad de los procesos y favorece la sostenibilidad del sector. Asimismo, satisface la demanda de potenciar la competitividad industrial en Chiclayo, garantizando un uso más eficiente de los recursos y un incremento en la rentabilidad de la producción.

1.3. Formulación del Problema

¿De qué manera el mantenimiento preventivo mejorará la disponibilidad de equipos de una empresa azucarera, Chiclayo 2024?

1.4. Hipótesis

El mantenimiento Preventivo mejorará la disponibilidad de equipos en la empresa azucarera.

1.5. Objetivos

Objetivo General

- ✓ Mejorar la disponibilidad de los equipos críticos en la empresa azucarera Chiclayo – 2024.

Objetivos Específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico de la disponibilidad de la situación actual de los equipos de la empresa.
- ✓ Calcular los indicadores de mantenimiento de los equipos.
- ✓ Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos de la empresa.
- ✓ Analizar el Beneficio – Costo.

1.6. Teorías Relacionadas al Tema

- ✓ **Mantenimiento Preventivo:** El mantenimiento preventivo es una técnica orientada a ejecutar tareas de mantenimiento planificadas con el propósito de prevenir fallos en los equipos. Esta estrategia proactiva se enfoca en detectar y abordar posibles problemas antes de que evolucionen en fallos

mayores, asegurando así la continuidad operativa, reduciendo costos asociados a reparaciones inesperadas y extendiendo la vida útil de los equipos. Además, contribuye a mejorar la eficiencia y la seguridad en los procesos productivos.

- ✓ **¿Cómo Funciona?** Mediante el uso de machine learning, el análisis de datos operativos y la monitorización predictiva del estado de los activos, los ingenieros pueden mejorar la gestión del mantenimiento y minimizar los riesgos relacionados con la confiabilidad en las operaciones de la planta o la empresa. Las soluciones de software diseñadas para apoyar el mantenimiento preventivo permiten estabilizar las operaciones, asegurar el cumplimiento de las garantías y anticiparse a problemas que podrían afectar la producción, resolviéndolos antes de que se manifiesten.
- ✓ **Tipos:**
 - **Mantenimiento Preventivo Basado en el Uso:** El mantenimiento preventivo basado en el uso se implementa según la utilización real de un activo. Esta estrategia considera el promedio de uso diario o la exposición del activo a condiciones ambientales específicas para estimar una fecha óptima para realizar futuras tareas de inspección o mantenimiento. Este enfoque permite una planificación más precisa y adaptada a las necesidades operativas del equipo.
 - **Mantenimiento Preventivo Basado en Calendario/Tiempo:** El mantenimiento preventivo basado en el calendario/tiempo se produce a una hora programada, en función de un intervalo de calendario. La acción de mantenimiento se activa cuando se acerca la fecha de vencimiento y se han creado las órdenes de trabajo necesarias [20].
- ✓ **Disponibilidad:** La disponibilidad en el ámbito del mantenimiento es un concepto fundamental para garantizar la eficiencia operativa de las

empresas, especialmente en el sector industrial. Monitorizar indicadores clave de rendimiento (KPIs), como el MTBF (Tiempo Medio Entre Fallos), el MTTR (Tiempo Medio de Reparación) y la propia disponibilidad, permite evaluar y optimizar las actividades de mantenimiento de los equipos, lo que impacta de manera directa en el éxito empresarial. En la gestión de mantenimiento, la disponibilidad se refiere al tiempo durante el cual un equipo permanece en condiciones operativas a lo largo de su vida útil. En otras palabras, mide el período en el que se puede contar con el funcionamiento continuo del equipo sin interrupciones [21].

- ✓ **Productividad:** La productividad es un indicador que refleja la relación entre los resultados obtenidos de una actividad, el tiempo invertido en ella y los recursos empleados para llevarla a cabo. Este concepto se mide generalmente en unidades de tiempo y muestra cómo se traduce el esfuerzo realizado en la producción del resultado final. Una mayor productividad implica una utilización más eficiente de los recursos disponibles, lo que contribuye a maximizar los resultados sin aumentar proporcionalmente el tiempo o los insumos. Además, la productividad es clave para evaluar la eficiencia operativa, identificar áreas de mejora y optimizar los procesos dentro de una organización, favoreciendo así el crecimiento y la competitividad [22].

II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

✓ Tipo de Investigación

Este estudio de investigación es de carácter aplicado, ya que involucra un análisis detallado y comparativo del estado de los equipos antes y después de la implementación. Su alcance es del tipo descriptivo, ya que se fundamenta en la aplicación de conocimientos práctico y teórico. A través de este enfoque, se busca comprender la situación actual en la que se encuentran de los equipos en cada área, permitiendo no solo identificar el contexto actual, sino también detallar las características específicas de cada equipo. Asimismo, este trabajo proporciona una base sólida para evaluar el impacto de las estrategias de mantenimiento implementadas, ofreciendo una visión integral que contribuya a optimizar la operatividad de los equipos y, por ende, mejorar la eficiencia del proceso productivo en su conjunto.

✓ Diseño de Investigación

Este estudio cuenta con un diseño no experimental “En una investigación no experimental, los fenómenos o eventos se examinan en su entorno natural tal como ocurren, para luego proceder a su análisis” [23]. Para ello se realizará un análisis descriptivo de cada equipo para analizar la situación y dar solución.

2.2. Variables, Operacionalización

Tabla 1. Tabla de Operacionalización – Variable Dependiente

Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Tipo de Variable	Escala de Medición
Mantenimiento Preventivo	Es la realización de actividades de mantenimiento programadas periódicamente para fallos inesperados en el futuro.	Es un conjunto de tareas planificadas, encargadas de inspeccionar, limpiar, reparar equipos, antes que pueda ocurrir un fallo o avería.	TTO	$TTO = TTP - TTR$	Ficha de observación	Cuantitativa	Razón
			MTTR	$MTTR = \frac{TTR}{\text{número de fallas}}$			
			MTBF	$MTBF = \frac{TTO}{\text{número de fallas}}$			

Fuente. Elaboración Propia, 2025

Tabla 2. Tabla de Operacionalización – Variable Independiente

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Tipo de Variable	Escala de Medición
Disponibilidad	Es un indicador crucial que evalúa la habilidad de un sistema, equipo o recurso para mantenerse operativo y desempeñar su función planificada durante un lapso de tiempo determinado.	Es un indicador cuantificable que toma en cuenta el tiempo real de funcionamiento en comparación con el tiempo total planificado, considerando elementos como el mantenimiento y las reparaciones.	Confiabilidad	$Confiabilidad = \left(\frac{TTO}{TTP} \right) * 100$	Ficha de recolección de datos	Cuantitativa	Razón
			Disponibilidad	$Disponibilidad = \left(\frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} \right) * 100$			

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

2.3. Población de Estudio, Muestra y Criterios de Selección

- ✓ **Población:** La población son todos los trabajadores y las 14 máquinas críticas en el proceso de producción en la empresa azucarera. Lo cual se tomará un periodo de 3 meses para la implementación de la propuesta cabe resaltar que en la empresa se trabaja de lunes a domingo, las 24 horas al día lo cual se divide en 3 turnos, incluido feriados.
- ✓ **Muestra:** Está conformada por las 14 máquinas más críticas que se utilizan en el proceso de producción de azúcar.

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

✓ Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para la realización de la investigación, se realizó ciertas técnicas y herramientas para la recopilación de información efectiva

— Técnicas

- **Observación:** Se lleva a cabo una observación detallada y sistemática de las operaciones y el desempeño de las máquinas y equipos en su contexto real de funcionamiento. Durante este proceso, se registran de manera visual los elementos clave que influyen en su rendimiento, priorizando aquellos aspectos más significativos que puedan proporcionar información relevante para el análisis técnico. Este enfoque permite identificar patrones, evaluar condiciones operativas y establecer oportunidades de mejora en función de las características específicas del entorno productivo.

- **Revisión documental:** Es un procedimiento meticuloso y estructurado que se centra en revisar y analizar documentos con el propósito de garantizar su calidad, precisión y conformidad con los requisitos establecidos. Este proceso incluye la verificación detallada de la información contenida, la validación de su coherencia con las normas y estándares aplicables, y la identificación de posibles errores o áreas de mejora. Además, busca asegurar que los documentos cumplan con su finalidad específica y respalden de manera efectiva los objetivos para los cuales fueron elaborados, fortaleciendo así la confiabilidad y utilidad del contenido en su contexto de aplicación.

— **Instrumentos:**

- **Ficha de Observación:** Es posible emplear una hoja de observación como herramienta para documentar las características específicas y las problemáticas asociadas al rendimiento actual de las máquinas, mediante un proceso de observación directa en el entorno operativo. Este instrumento permite recopilar información detallada y sistemática, lo que facilita la identificación de patrones de desempeño, condiciones de uso y factores que podrían estar influyendo en su funcionamiento.
- **Ficha de recolección de datos:** Una ficha de recopilación de datos es una herramienta empleada en estudios para recolectar, ordenar y registrar datos de forma organizada, facilitando un análisis exacto e imparcial. Se puede ajustar dependiendo del tipo de estudio y se categoriza en formularios de observación, encuestas, entrevistas o documentales. Su importancia radica en

garantizar la fiabilidad de los datos, facilitando la identificación de patrones y la toma de decisiones fundamentadas.

- **Validez:** Los instrumentos de medición serán evaluados por tres expertos especializados en el tema. Esta inspección, no solo fortalecerá la credibilidad de los resultados de la investigación, sino que también asegurará que estos instrumentos utilizados sean robustos y adecuados para cumplir con los objetivos propuestos en dicha planta azucarera.
- **Confiabilidad:** Se reconoció la confiabilidad para la correcta utilización de sus datos, teniendo en cuenta que los datos recabados durante el periodo de estudio son fiables. Los datos recolectados para esta investigación provienen de fuentes fiables y se emplearán únicamente para propósitos académicos. Por lo tanto, se cuenta con la aprobación del encargado del área.

2.5. Procedimientos de Análisis de Datos

Para poner en marcha dicha investigación, se llegó a recolectar información de manera directa a través de la observación, una encuesta a los trabajadores de la planta, llegando a obtener una mejor perspectiva con respecto al tema tratado. Se hizo uso de diversas fuentes bibliográficas como Artículos científicos, libros, tesis, etc. Empleando diversos instrumentos, como ficha de observación y ficha de recolección de datos con el fin de identificar el estado en la cual la planta se encuentra. Con el objetivo de identificar los problemas operativos y analizar el estado actual del mantenimiento de las máquinas esenciales para el desarrollo de la investigación. Estas herramientas resultaron fundamentales para recopilar información detallada sobre el rendimiento de los equipos, la eficiencia de los procesos, y otros aspectos relevantes, como las condiciones de uso, el nivel de mantenimiento aplicado y

las posibles limitaciones en su operatividad. Además, permitieron identificar áreas de mejora y oportunidades para optimizar el desempeño general de la maquinaria.

2.6. Criterios Éticos

✓ **Confidencialidad:**

La presente investigación, asegura la protección respecto a la identidad de la empresa, y personas involucradas en dicho tema de investigación.

✓ **Veracidad:**

Se asegura que los datos obtenidos y presentados serán genuinos y exactos, respaldados por fuentes confiables y verificables. La solidez de la investigación se garantizará a través de la validación de los hechos y la precisión de la información recopilada.

✓ **Originalidad:**

La investigación se basará en una variedad de fuentes bibliográficas, incluyendo artículos científicos, tesis, libros y otros recursos, todas ellas correctamente citadas para garantizar la originalidad del trabajo. Cada referencia será seleccionada con rigor para sustentar y fortalecer los fundamentos de la investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la Empresa

Empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A., es una empresa dedicada al cultivo de caña de azúcar y elaboración de azúcar rubia como producto principal, y como productos derivados melaza y bagazo. POMALCA se encuentra ubicada en la Región Lambayeque, cuyo clima se caracteriza por ser cálido y apropiado para el cultivo de la caña de azúcar.

La empresa Azucarera, se dedica a la elaboración de azúcar rubia para el mercado nacional, y como subproductos de todo el proceso productivo se obtienen melaza y bagazo. La principal materia prima que se utiliza es la caña de azúcar (*Saccharum Officinarum L.*), en nuestro país esta planta crece en las zonas de climas tropicales, donde la zona norte del Perú es la más apta para este cultivo, incluso se puede cosechar todo el año.

Misión

Administrar de manera dinámica, responsable, eficiente e íntegra cada uno de los procesos de obtención agroindustrial establecidos en la E.A.I Pomalca S.A.A., lo cual se logra proporcionando una sólida red tecnológica e informática, una alta capacitación profesional y una continua orientación técnica competitiva para que Pomalca posicione permanentemente a sus actores como líderes agroindustriales.

Visión

Desde Lambayeque, ser la mejor empresa agroindustrial del país y en el mercado internacional.

3.2. Descripción del Proceso de las Maquinas

- ✓ **Grúa Hilo:** La grúa hilo es el equipo encargado de elevar el peso de las carretas de los camiones a la mesa de alimentación en la industria agroindustrial. Su capacidad media para levantar el peso de las carretas de los camiones es de 22 a 25 toneladas.

- ✓ **Mesa Alimentadora:** La mesa de alimentación es responsable de nutrir la caña que se extrae de la grúa hilo. Es crucial ya que representa el inicio de la preparación de la caña en el área de extracción.

- ✓ **Desfibrador de Caña:** El desfibrador de caña tiene como tarea disminuir la caña que el machetero ha preparado en fibras. Ocurren modificaciones en los martillos desfibradores y paradas debido a averías en el motor.

- ✓ **Conductores de Caña:** Los conductores de caña son los encargados de suministrar la caña al sistema de alimentación. Equipo.

- ✓ **Niveladores:** En una compañía que produce azúcar, los niveladores son aparatos o maquinarias empleados para preparar y perfeccionar la materia prima (caña de azúcar o remolacha azucarera) antes de sumergirse en el proceso de extracción de jugo y posterior refinamiento. Su objetivo principal es uniformizar la carga de materia prima y garantizar una nutrición homogénea al siguiente equipo del procedimiento.

- ✓ **Molinos:** Son equipos empleados en el procedimiento de obtención del zumo de la caña de azúcar. Su tarea principal consiste en triturar y estrujar

la caña para conseguir el jugo más alto posible, que alberga los azúcares que luego se procesarán y cristalizarán para generar azúcar.

- ✓ **Calderas:** Son aquellos que hacen uso de vapor a elevada presión y temperatura. Este vapor es esencial en la industria, pues se emplea como recurso de energía térmica y mecánica para diversos aparatos, tales como los evaporadores, los cristalizadores y los generadores eléctricos. Las calderas son fundamentales para el correcto funcionamiento de toda la fábrica de azúcar.

3.3. Análisis de la Problemática

En el proceso de producción se registraron pérdidas debido a averías, errores o fallos de los equipos que funcionaban dentro del proceso, ocasionando tiempos de paralización total del mismo debido a inconvenientes operativos. Estas interrupciones fueron de carácter temporal o permanente. Esto no solo generó pérdidas temporales, sino también en el volumen de producción, estas se detectaron en relación con los equipos.

3.4. Resultados de Indicadores Antes de la Propuesta

Para determinar la variable dependiente, se examinó la información relacionada con los periodos de julio a setiembre del 2024 y de octubre a diciembre del 2024

Paso 01: Se identifico el número de fallas registradas de los 14 equipos más críticos durante los meses de estudio

Tabla 3. *Fallas Totales Entre los Meses de Julio – Setiembre*

EQUIPOS	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	TOTAL
Nivelador N°1	4	3	2	9
Grúa Hilo	3	4	2	9
Conductores de Bagazo 1, 2, 4 y 6	4	5	4	13
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	2	3	3	8
Calderas 1, 2, 4 y 6	4	3	2	9
Mesa Alimentadora	3	2	4	9
Nivelador Kiker	2	4	2	8
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	4	2	3	9
Conductor de Bagazo Auxiliar	3	3	2	8
Tanque de Jarabe	3	2	4	9
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	4	3	3	10
Desfibrador de Caña	2	3	2	7
Conductores de Caña 2 y 3	3	4	3	10
Machetero 1 y 2	2	3	4	9
TOTAL DE FALLAS				127

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación: Se puede observar que el total de fallas que se registraron durante el periodo que se hizo el estudio fue de 127 fallas de las cuales los conductores de bagazo, conductores intermedios y los conductores de caña, han sido los equipos que han fallado con mayor frecuencia.

Paso 02: Se realizo los indicadores de mantenimiento

Tabla 4. *Tiempo Total de Reparación (TTR)*

Tiempo Total de Reparación (TTR)				
AREAS	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	TOTAL
Nivelador N° 1	12	14	10	36
Grúa Hilo	14	16	18	48
Conductores de Bagazo 1, 2, 4 y 6	16	18	16	50
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	17	16	20	53
Calderas 1, 2, 4 y 6	16	20	19	55
Mesa Alimentadora	20	18	16	54
Nivelador Kiker	18	19	15	52
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	24	21	24	69
Conductor de Bagazo Auxiliar	12	10	12	34
Tanque de Jarabe	14	18	16	48
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	16	14	12	42
Desfibrador De Caña	10	12	10	32
Conductores De Caña 2 y 3	15	17	14	46
Machetero 1 y 2	12	10	12	34
TOTAL HORAS				653

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación: Desde Julio a Setiembre, se obtuvo 653 horas a la restauración de los equipos, los cuales los pre evaporadores, calderas, mesa alimentadora y los molinos han sido los que registraron un mayor tiempo.

Tabla 5. Tiempo Total Programado en Horas (TTP)

TTP (Tiempo Total Programado en Horas)				
Días Laborables por mes	25	25	26	
AREAS	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	TOTAL
Nivelador N° 1	600	600	624	1 824
Grúa Hilo	600	600	624	1 824
Conductores de Bagazo 1, 2, 4 y 6	600	600	624	1 824
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	600	600	624	1 824
Calderas 1, 2, 4 y 6	600	600	624	1 824
Mesa Alimentadora	600	600	624	1 824
Nivelador Kiker	600	600	624	1 824
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	600	600	624	1 824
Conductor de Bagazo Auxiliar	600	600	624	1 824
Tanque de Jarabe	600	600	624	1 824
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	600	600	624	1 824
Desfibrador de Caña	600	600	624	1 824
Conductores de Caña 2 y 3	600	600	624	1 824
Machetero 1 y 2	600	600	624	1 824
TOTAL				25 536

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación: Todos los meses se programan a los equipos para laborar en base a 24 horas diarias normales el cual se distribuye en turnos (mañana, tarde y noche), lo que resultó en que el total de horas asignadas para el trabajo fueron de 25 536.

Tabla 6. *Tiempo Total de Operación por Máquina (TTO)*

Tiempo Total de Operación por Máquina (TTO)			
AREAS	TTP	(TTR)	(TTO)
Nivelador N° 1	1 824	36	1 788
Grúa Hilo	1 824	48	1 776
Conductores de Bagazo 1, 2, 4 y 6	1 824	50	1 774
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	1 824	53	1 771
Calderas 1, 2, 4 y 6	1 824	55	1 769
Mesa Alimentadora	1 824	54	1 770
Nivelador Kiker	1 824	52	1 772
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	1 824	69	1 755
Conductor de Bagazo Auxiliar	1 824	34	1 790
Tanque de Jarabe	1 824	48	1 776
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	1 824	42	1 782
Desfibrador de Caña	1 824	32	1 792
Conductores de Caña 2 y 3	1 824	46	1 778
Machetero 1 y 2	1 824	34	1 790
TOTAL			24 883

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación: El TTO o tiempo total operativo por equipo representa el tiempo real de funcionamiento de la máquina. El trabajo de cada máquina y/o equipo se determina basándose en el tiempo previsto o programado para la labor y el tiempo asignado para la reparación o restauración, su método de cálculo es el siguiente:

$$\boxed{TTO = TTP - TTR}$$

Tabla 7. Tiempo Medio Para Restaurar por Maquina en Horas (MTTR)

Tiempo Medio Para Restaurar por Maquina en Horas (MTTR)			
AREAS	(TTR)	Numero de fallas	(MTTR)
Nivelador N° 1	36	9	4.00
Grúa Hilo	48	9	5.33
Conductores de Bagazo 1, 2, 4 y 6	50	13	3.85
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	53	8	6.63
Calderas 1, 2, 4 y 6	55	9	6.11
Mesa Alimentadora	54	9	6.00
Nivelador Kiker	52	8	6.50
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	69	9	7.67
Conductor de Bagazo Auxiliar	34	8	4.25
Tanque de Jarabe	48	9	5.33
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	42	10	4.20
Desfibrador de Caña	32	7	4.57
Conductores de Caña 2 y 3	46	10	4.60
Machetero 1 y 2	34	9	3.78
PROMEDIO			5.20

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación: El MTTR es el tiempo medio o promedio requerido para la realización de la tarea. La reparación o recuperación de cada equipo se determina dividiendo el total de horas contabilizadas para la recuperación entre el número total de fallas. Lo cual se obtuvo un MTTR promedio de 5.20 horas, la fórmula para calcularlo es la siguiente:

$$MTTR = \frac{TTR}{\text{Número de Fallas}}$$

Tabla 8. *Tiempo Medio entre Falla en Horas (MTBF)*

MTBF (Tiempo Medio entre Falla en Horas)			
AREAS	(TTO)	Numero de fallas	(MTBF)
Nivelador N° 1	1 788	9	199
Grúa Hilo	1 776	9	197
Conductores De Bagazo 1, 2, 4 y 6	1 774	13	136
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	1 771	8	221
Calderas 1, 2, 4 y 6	1 769	9	197
Mesa Alimentadora	1 770	9	197
Nivelador Kiker	1 772	8	222
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	1 755	9	195
Conductor de Bagazo Auxiliar	1 790	8	224
Tanque de Jarabe	1 776	9	197
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	1 782	10	178
Desfibrador de Caña	1 792	7	256
Conductores de Caña 2 y 3	1 778	10	178
Machetero 1 y 2	1 790	9	199
PROMEDIO			200

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación: El MTBF o tiempo medio entre fallas se obtiene de dividir el tiempo total de funcionamiento entre la cantidad total de fallas. La información nos proporcionó un MTBF de 200 horas, lo que indica que las averías en las máquinas se producen con un intervalo medio de 200 horas. Se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$MTBF = \frac{TTO}{\text{Número de Fallas}}$$

Tabla 9. Confiabilidad

Confiabilidad			
AREAS	TTP	(TTO)	Confiabilidad
Nivelador N°1	1 824	1 788	98.03
Grúa Hilo	1 824	1 776	97.37
Conductores de Bagazo 1, 2, 4 y 6	1 824	1 774	97.26
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	1 824	1 771	97.09
Calderas 1, 2, 4 y 6	1 824	1 769	96.98
Mesa Alimentadora	1 824	1 770	97.04
Nivelador Kiker	1 824	1 772	97.15
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	1 824	1 755	96.22
Conductor de Bagazo Auxiliar	1 824	1 790	98.14
Tanque de Jarabe	1 824	1 776	97.37
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	1 824	1 782	97.70
Desfibrador de Caña	1 824	1 792	98.25
Conductores de Caña 2 y 3	1 824	1 778	97.48
Machetero 1 y 2	1 824	1 790	98.14
PROMEDIO			97.44

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación: Se estableció la fiabilidad de los equipos dividiendo el tiempo total planificado entre el tiempo total de funcionamiento. El porcentaje obtenido en nuestro estudio fue del 97.44%, lo que se encuentra por debajo del 98.0%.

$$\text{Confiabilidad} = \left(\frac{TTO}{TTP} \right) * 100$$

Tabla 10. Disponibilidad de las Máquinas

Disponibilidad de las Máquinas			
AREAS	(MTBF)	(MTTR)	Disponibilidad
Nivelador N° 1	199	4.00	98.03
Grúa Hilo	197	5.33	97.37
Conductores de Bagazo 1, 2, 4 y 6	136	3.85	97.26
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	221	6.63	97.09
Calderas 1, 2, 4 y 6	197	6.11	96.98
Mesa Alimentadora	197	6.00	97.04
Nivelador Kiker	222	6.50	97.15
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	195	7.67	96.22
Conductor de Bagazo Auxiliar	224	4.25	98.14
Tanque de Jarabe	197	5.33	97.37
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	178	4.20	97.70
Desfibrador de Caña	256	4.57	98.25
Conductores de Caña 2 y 3	178	4.60	97.48
Machetero 1 y 2	199	3.78	98.14
PROMEDIO			97.44

Fuente. Elaboración Propia, 2025

Interpretación: La disponibilidad de los equipos se deriva de la división del tiempo medio entre las fallas, entre la suma de los tiempos medios entre las fallas y el tiempo medio para la restauración o la conservación. El rendimiento alcanzado es del 97.44%, lo que se encuentra por debajo del 98.0 % esperado. Para calcular se realizó la siguiente formula:

$$\text{Disponibilidad} = \left(\frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} \right) * 100$$

El estudio de la disponibilidad de las máquinas durante el periodo de Julio- Setiembre revela que, en promedio, se mantuvo una disponibilidad del 97.44%, siendo las más sobresalientes el Desfibrador de caña (98.25%),

conductor de bagazo auxiliar y macheteros con un (98.14%), debido a su elevada demanda regularidad en el funcionamiento y periodos de reparación relativamente breves. Las maquinarias de bajo acceso, como pre evaporadores (96.22%), calderas (96.98%) y mesa alimentadora (97.04), evidencian la importancia de perfeccionar los procedimientos de mantenimiento correctivo y preventivo para las máquinas reducir los periodos de parada.

Paso 03: Determinación de las máquinas críticas basándose en su disponibilidad.

Tabla 11. Selección de Máquinas Críticas

Selección de Máquinas Críticas				
AREAS	(MTBF)	(MTTR)	Disponibilidad	Observación
Nivelador N° 1	199	4.00	98.03	Superior del 98%
Grúa Hilo	197	5.33	97.37	Debajo del 98%
Conductores De Bagazo 1,2,4 y 6	136	3.85	97.26	Debajo del 98%
Molinos 1,2,3,4,5 y 6	221	6.63	97.09	Debajo del 98%
Calderas 1,2,4 y 6	197	6.11	96.98	Debajo del 98%
Mesa Alimentadora	197	6.00	97.04	Debajo del 98%
Nivelador Kiker	222	6.50	97.15	Debajo del 98%
Pre Evaporadores 1,2,3 y 4	195	7.67	96.22	Debajo del 98%
Conductor De Bagazo Auxiliar	224	4.25	98.14	Superior del 98%
Tanque De Jarabe	197	5.33	97.37	Debajo del 98%
Conductores Intermedios 1,2,3 y 4	178	4.20	97.70	Superior del 98%
Desfibrador De Caña	256	4.57	98.25	Superior del 98%
Conductores De Caña 2 y 3	178	4.60	97.48	Debajo del 98%
Machetero 1 y 2	199	3.78	98.14	Superior del 98%
PROMEDIO			97.44	

Fuente. Elaboración Propia, 2025

3.5. Propuesta de Investigación

3.5.1. Análisis de Costo por Falla de Maquina en Uso/Cambio de Materiales (Julio – Setiembre 2024)

Tabla 12. Análisis de Costo por Falla de Maquina (Julio – Setiembre 2024)

Equipo	N° de Fallas	Tiempo de Paro (Horas)	Falla	A+6ctividad Realizada	Costo de Materiales (S/.)
Nivelador N° 1	9	36	Diente Roto del Sprocket de la Transmisión	Se soldó y cambio	130
Grúa Hilo	9	48	Falla del Sistema de Izage	Se debe aplicar lubricante especializado a los cables, poleas y gavilán para reducir fricción y evitar corrosión.	80
Conductores de Bagazo 1, 2, 4 y 6	13	50	Tabla Rota/Suelta	Se cambia la tabla rota	50
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	8	53	Falla Zuela/Anillo del Sistema Hidráulico	Se cambio zuela rota-lado piñón	250
Calderas 1, 2, 4 y 6	9	55	Baja Presión de Vapor	Se cambio tapa de rodamiento de motor suelta-caldera F/S	300
Mesa Alimentadora	9	54	Descarrilo de Paño 4	Se encarriló y se corrigió por descarrilos continuos	100

Nivelador Kiker	8	52	Falla de Chumacera/Pernos Suelos	Se ajusto perno y se lubrico	160
Pre – Evaporadores 1, 2, 3 y 4	9	69	Niveles Altos /Retención de Materiales	Se realizo una lubricación o reemplazo de las piezas dañadas	300
Conductor de Bagazo Auxiliar	8	34	Falta de Retroalimentación	Cambio de chumacera	500
Tanque de Jarabe	9	48	Fuga de Jarabe	Se soldaron agujeros	80
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	10	42	Eslabón Roto	Cambio de eslabón	130
Desfibrador de Caña	7	32	Atoro con Caña/Sobre Carga	Se limpio y desatoró	60
Conductores de Caña 2 y 3	10	46	Materia Extraña en la Limpieza del Patio	Se realizo una limpieza	70
Macheteros 1 y 2	9	34	Machetes con Pernos Flojos/Rotos	Se repuso y ajusto con pernos nuevos	30
TOTAL					2240

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

- ✓ **Costos Mano de Obra:** El análisis de costos permitió planificar eficientemente los recursos necesarios, lo cual garantizo que el personal involucrado tenga la experiencia requerida para realizar dichas actividades necesarias en el mantenimiento. Estos costos abarcan los sueldos del jefe de Mantenimiento y sus colaboradores, a quienes se les abonan S/50 diarios, Julio-Setiembre asistiendo 76 días.

Tabla 13. *Costos de Mano de Obra*

Julio – Setiembre	
Puesto	Salario
Jefe de Planner	4 000
Asistente 1	1 600
Asistente 2	2 600
Total	8 200

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

- ✓ **Costos Totales de Fallas:** El costo total de las averías en los equipos de la azucarera hace referencia al total de los costos generados por las interrupciones y reparaciones requeridas cuando estas máquinas sufren fallos. Este gasto abarca no solo el costo de los materiales y los costos asociados a los mismos, piezas de recambio, así como el tiempo de parada de las máquinas y la fuerza laboral necesaria para llevar a cabo las reparaciones.

Tabla 14. *Costos Totales de Fallas*

Costo	Total de Fallas
Mano de obra	8 200
Costo de materiales	2 240
Total	10 440

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Se puede observar que el total del costo que se realizó en el mantenimiento correctivo llevado a cabo durante Julio-Setiembre asciende a 10440 soles.

3.5.2. Capacitación Técnica al Personal

- ✓ **Propuesta:** Tiene como objetivo incrementar la disponibilidad de equipos en la empresa.
- ✓ **Acciones:**
 - Realizar reuniones para explicar a los trabajadores sobre las fallas más comunes en los equipos y que deben hacer si ocurriera una avería.
 - Capacitar sobre el uso de nuevas herramientas como un análisis predictivo.
 - Realizar métodos de limpieza, lubricación para evitar fallos futuros y evitar desgastes de los equipos.
- ✓ **Beneficio:** Aumenta la eficacia del mantenimiento preventivo y reduce los errores humanos.

3.5.3. Implementación de Métodos de Mantenimiento Predictivo

- ✓ **Propuesta:** Incorporar el mantenimiento preventivo con tecnologías predictivas para prever averías.
- ✓ **Acciones:**
 - Llevar a cabo evaluaciones de vibraciones en molinos y motores eléctricos.
 - Utilizar termografía infrarroja en calderas para identificar áreas calientes o fugas de agua.

- Seguimiento del estado del aceite en equipos hidráulicos.
- Aplicar ultrasonido para identificar corrientes de vapor o averías en los rodamientos.
- ✓ **Beneficio:** Identificar fallos iniciales minimiza gastos y previene interrupciones no anticipadas.

3.5.4. Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs)

- ✓ **Propuesta:** Implementar indicadores clave de rendimiento que evalúen la eficacia del mantenimiento preventivo.
- ✓ **Indicadores propuestos:**
 - **Disponibilidad de Equipos:** Es el porcentaje de tiempo que los equipos están operativos.
 - **Tasa de Fallas:** Números de fallas por unidad de tiempo o por equipo.
 - **Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF):** Indica la confiabilidad del equipo.
 - **Tiempo Medio Para Reparar (MTTR):** Mide la eficiencia en reparaciones.
- ✓ **Beneficio:** Seguimiento mensual de los KPIs para modificar las estrategias de mantenimiento.

3.5.5. Realización de Reportes Diarios de las Fallas de los Equipos

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

REPORTE DIARIO DE TIEMPO PERDIDO EN OPERACIÓN

FECHA:

Tabla 15. Realización de Reportes Diarios de las Fallas de los Equipos

TIEMPO PERDIDO			AREA DE ORIGEN	EQUIPO	MODO DE FALLA	CAUSA
H. INICIO	H.FIN	T. TOTAL				
08:40:00 a. m.	10:40:00 a. m.	2 hora	Molien da	Conductor intermedio	Pin faltante	Se repuso el pin
12:40:00 p. m.	01:20:00 p. m.	40 min	Molien da	Grúa hilo	Falla estructural de la grúa	Soldando vigueta de soporte de columna
03:15:00 p. m.	04:00:00 p. m.	45 min	Elaboración	Pre – Evaporadores	Niveles altos	Niveles altos en pre-evaporador
07:00:00 p. m.	08:15:00 p. m.	1 hora, 15 min	Molien da	Desfibrador de caña	Atoro de caña	Falla operacional
09:00:00 p. m.	12:12:00 p. m.	1 hora	Calderas	Conductor de bagazo auxiliar	Falta de retroalimentación	Baja presión del vapor
12:12:00 p. m.	01:12:00 p. m.	1 hora, 12 min	Calderas	Caldera 1	Baja presión del vapor	Baja presión del vapor
02:50:00 a. m.	04:50:00 a. m.	2 horas	Molien da	Molino 6	Maza embazagada del molino	Brazo templador roto

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

3.5.6. Plan de Mantenimiento Preventivo para Una Empresa Azucarera

Objetivo Principal:

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo y ponerlo en marcha tiene como objetivo incrementar la disponibilidad y fiabilidad de los equipos, disminuir la frecuencia y severidad de las averías, también maximizar el tiempo de funcionamiento y reducir los gastos relacionados respecto con las reparaciones correctivas. Este plan va a garantizar la continuidad del proceso de producción, incrementar la eficacia en la utilización de los recursos, extender la durabilidad de los activos industriales y aportar la sostenibilidad y competitividad en la empresa azucarera.

El presente plan se elaboró en el programa Project donde esta todas las tareas con las fechas que se deben realizar en el mantenimiento preventivo.

Tabla 16. Tareas con las Fechas que se Deben Realizar en el Mantenimiento Preventivo

EDT	Nombre de Tarea	Duración	Comienzo	Fin	Nombres de los Recursos
1	DEPARTAMENTO "MOLIENDA"	98 horas	mar 8/10/24	sáb 12/10/24	
1.1	DEPARTAMENTO MOLIENDA	98 horas	mar 8/10/24	sáb 12/10/24	
1.1.1	GRUA HILO	17 horas	mar 8/10/24	mar 8/10/24	
1.1.1.1	REVISION DE ACOPLAMIENTO Y/O CAMBIO	1 hora	mar 8/10/24	mar 8/10/24	Supervisor 1
1.1.1.2	REVISION DE POLEAS Y LUBRICACION	4 horas	mar 8/10/24	mar 8/10/24	Chávez
1.1.2	MESA ALIMENTADORA		mar 8/10/24	vie 11/10/24	
1.1.2.1	CAMBIO DE PLANCHA DE FONDO DE DESGASTE CANTIDAD (4)	24 horas	mié 9/10/24	jue 10/10/24	Mtza
1.1.2.2	DESTAPAR CHUMACERAS DE CONTRAEJE PARA REVISIÓN	4 horas	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Montalvo
1.1.2.3	REVISIÓN Y LUBRICACION DE POLINES	2 horas	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Montalvo
1.1.2.4	LUBRICACIÓN DE CHUMACERAS EJE CABECERO	2 horas	vie 11/10/24	vie 11/10/24	Montalvo
1.1.2.5	CAMBIO DE 6 PLATINAS DE 1/2"X4"X20 PIES	24 horas	vie 11/10/24	sáb 12/10/24	Chávez
1.1.3	CONDUCTOR DE CAÑA		mar 8/10/24	sáb 12/10/24	
1.1.3.1	LUBRICACION DE POLINES Y CHUMACERAS (DESTAPAR CHUMACERA TAMBOR)	4 horas	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Litano
1.1.3.2	ACORTAR CADENA DE ARRASTRE DEL CONDUCTOR	8 horas	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Chávez

1.1.3.3	CAMBIO DE PLATINA DE DESGASTE (2)	24 horas	vie 11/10/24	sáb 12/10/24	Montalvo
1.1.4	NIVELADOR 1		mar 8/10/24	mié 9/10/24	
1.1.4.1	TEMPLADO DE CADENA DE TRANSMISION	1 hora	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Montalvo
1.1.4.2	LUBRICACIÓN DE CHUMACERAS	1 hora	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Montalvo
1.1.5	NIVELADOR KIKER		mar 8/10/24	mié 9/10/24	
1.1.5.1	REVISIÓN DE ESTRUCTURA (VIGAS, COLUMNAS, SOPORTES, ETC.)	1 hora	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Montalvo
1.1.5.2	REVISIÓN DE CADENA Y SPROCKET TRANSMISION	1 hora	vie 11/10/24	vie 11/10/24	Montalvo
1.1.6	MACHETEROS		mar 8/10/24	mié 9/10/24	
1.1.6.1	REVISIÓN DE ACOUPLE	2 horas	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Montalvo
1.1.6.2	TEMPLADO DE FAJA DE TRANSMISION	2 horas	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Montalvo
1.1.6.3	REVISION DE CONTRAEJE DE TRANSMISION	2 horas	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Pérez
1.1.6.4	CAMBIO DE MACHETES	12 horas	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Montalvo
1.1.6.5	CAMBIO DE 04 PORTAMACHETES	24 horas	mié 9/10/24	jue 10/10/24	Mtza
1.1.7	DESFIBRADOR		mar 8/10/24	mié 9/10/24	
1.1.7.1	REVISIÓN DE PERNOS DE PLACAS	3 horas	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Mtza
1.1.7.2	TEMPLADO DE FAJAS DE TRANSMISIÓN	3 horas	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Mtza

1.1.7.3	VERIFICAR ALINEAMIENTO DE CONTRAEJE	4 horas	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Mtza
1.1.7.4	CAMBIO DE MARTILLOS NUEVOS	6 horas	vie 11/10/24	vie 11/10/24	Mtza
1.1.8	MOLINOS		mar 8/10/24	mié 9/10/24	
1.1.8.1	CAMBIO DE ACOPLAMIENTO CUADRADO	6 horas	mar 8/10/24	mar 8/10/24	Martínez
1.1.8.2	REVISIÓN DE CUADRADO DE MAZA - DADOS ACOPLE-PUENTES Y PORTAPUENTES	6 horas	mar 8/10/24	mar 8/10/24	Martínez
1.1.8.3	REVISION Y/O CAMBIO DE PEINES	12 horas	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Martínez
1.1.8.4	RECTIFICAR GUARDAJUGO DE LA MAZA SUPERIOR Y CUARTA MAZA	12 horas	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Martínez
1.1.8.5	REVISION DE SISTEMA DE TRANSMISION ABIERTA	24 horas	mar 8/10/24	mié 9/10/24	Litano
1.1.8.6	REVISION DE REDUCTOR	24 horas	mar 8/10/24	mié 9/10/24	Romero
1.1.8.7	RECUPERACION DE CUADRADO DE LA MAZA SUPERIOR	20 horas	mié 9/10/24	jue 10/10/24	Huamán
1.1.9	CONDUCTORES INTERMEDIOS		mar 8/10/24	mié 9/10/24	
1.1.9.1	REVISION DE CONDUCTORES INTERMEDIO N°4-5	12 horas	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Santoyo
1.1.9.2	CAMBIO DE INTERMEDIO 2, CON EJE MOTRIZ	12 horas	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Santoyo
1.1.9.3	MONTAJE DE CADENAS INTERMEDIO	24 horas	vie 11/10/24	sáb 12/10/24	Santoyo
1.1.9.4	CAMBIO DE INTERMEDIO 5	24 horas	vie 11/10/24	sáb 12/10/24	Santoyo
1.1.9.5	CAMBIO DE INTERMEDIO 6	24 horas	jue 10/10/24	vie 11/10/24	Santoyo

2	DEPARTAMENTO "CALDERAS"	88 horas	mar 8/10/24	vie 11/10/24	
2.1	CALDERAS	48 horas	mié 9/10/24	vie 11/10/24	
2.1.1	CALDERAS	48 horas	mié 9/10/24	vie 11/10/24	
2.1.1.1	Limpieza de hornos 1, 2, 3, limpieza de toberas y los ceniceros de caldera.	12 horas	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Llureta Castillo
2.1.1.2	Mantenimiento de compuertas de caída bagazo (LUBRICACION, LIMPIEZA CORREDERAS.)	4 horas	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Vílchez Delgado
2.1.1.3	Lubricación, revisión de alineamiento del ventilador y motor: TIRO FORZADO, INDUCIDO Y AIRE S.	4 horas	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Pupuche Vásquez
2.1.1.4	Revisión y/o reparación de la mampostería - hornos, puertas y pared frontal de caldera.	12 horas	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Burga Coronado
2.1.1.5	Pruebas hidrostáticas, reparación de fugas en tubería de agua y vapor, PRUEBAS DE CONFIRMACION	4 horas	vie 11/10/24	vie 11/10/24	Saldarriaga López
2.1.1.6	Sondeo de tubería de agua de calderas	8 horas	jue 10/10/24	jue 10/10/24	Carranza calvo
2.2	CONDUCTORES DE BAGAZO	88 horas	mar 8/10/24	vie 11/10/24	
2.2.1	CONDUTOR	74 horas	mar 8/10/24	vie 11/10/24	
2.2.1.1	Lubricación de chumaceras y Revisión de alineamiento, templar cadena en sistema de transmisión.	4 horas	mar 8/10/24	mar 8/10/24	Saucedo montes
2.2.1.2	Mantenimiento a motorreductor de conductor	4 horas	mar 8/10/24	mar 8/10/24	Arrascue Arica
2.2.1.3	Realizar montaje de tablas y pernos faltantes	2 horas	vie 11/10/24	vie 11/10/24	Vidaurre chozo
2.2.2	CONDUCTOR AUXILIAR	12 horas	vie 11/10/24	vie 11/10/24	

	Lubricación de chumaceras y				
2.2.2.1	Revisión de alineamiento, templar cadena en sistema de transmisión.	4 horas	vie 11/10/24	vie 11/10/24	Saucedo montes
2.2.2.2	Mantenimiento a motorreductor de conductor	4 horas	vie 11/10/24	vie 11/10/24	Arrascue Arica
2.2.2.3	Realizar montaje de tablas y pernos faltantes	2 horas	vie 11/10/24	vie 11/10/24	Vidaurre chozo
3	DEPARTAMENTO " ELABORACIÓN "	28 horas	mar 8/10/24	mié 9/10/24	
3.1	EVAPORACIÓN	28 horas	mar 8/10/24	mié 9/10/24	
3.1.1	PRE EVAPORADORES	28 horas	mar 8/10/24	mié 9/10/24	
3.1.1.1	PRE EVAPORADORES	28 horas	mar 8/10/24	mié 9/10/24	Sup. Jhonny Cortegana
3.1.1.1.1	Limpieza mecánica	6 horas	mar 8/10/24	mar 8/10/24	Medina
3.1.1.1.2	Prueba hidráulica y revisión de calandria	4 horas	mar 8/10/24	mar 8/10/24	Medina
3.1.1.1.3	Revisión de válvulas tuberías y colectoras de jugo	4 horas	mié 9/10/24	mié 9/10/24	Chávez

Fuente. *Project de la Empresa, 2025*

El Checklist es una herramienta práctica en el cual se ha realizado un registro y seguimiento de una lista de actividades del mantenimiento preventivo de los equipos de la azucarera, teniendo como objetivo poder mejorar la disponibilidad operacional y así garantizar un desempeño más óptimo, al diseñar este instrumento permitió verificar su cumplimiento de las tareas que se planificaron.

Figura 1. Checklist 01

COMMISSIONING CHECKLIST - MANTENIMIENTO DE FABRICA				
C.- EXTRACCIÓN				
C.1.- GRUA HILO				
		STATUS	Observación	
I.- MECANICO				
Cables de Isaje		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Engrase general		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Ruedas de Traslación		1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
		2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
		3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
		4	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sistema de transmisión		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
II.- ELECTRICO				
Motor Sistema Traslación		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Motor Principal de Accionamier (Inc. ver. sent. de rotación)		<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Tablero de Control		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
III.- OPERACIONAL				
Levante y desenso de garfio		<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Movimiento de traslación de pluma		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
C.2.- MESA ALIMENTADORA				
I.- MECANICO				
Estructura soporte		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Planchaje de fondo, volutas y correderas		<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Engrase general de chumaceras y polines		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Sistema de transmisión		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Cadenas de Arrastre		<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Sprockets de cadenas de arrastre		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Polines de Cola		<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Polines Auxiliares de retorno bajo la mesa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	

Fuente. Elaboración Propia, 2025

Figura 2. Checklist 02

COMMISSIONING CHECKLIST - MANTENIMIENTO DE FABRICA		
	STATUS	Observación
C.5.- MACHETEROS		
I.- MECANICO - ELECTRICO - OPERACIONAL		
Engrase general de chumaceras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Machetes Instalados y ajustados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sistema de transmisión - Acoplamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Motor Principal de Accionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Funcionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
C.6.- CONDUCTOR DE CAÑA		
I.- MECANICO		
Planchaje de fondo, laterales y correderas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Engrase general de chumaceras	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sistema de transmisión - Acoplamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Cadenas de Arrastre + Arrastradores	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sprockets de cadenas de arrastre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Tambor de Cola	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Polines Auxiliares de retorno bajo el conductor	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
II.- ELECTRICO		
Motor Principal de Accionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sistema de control - mandos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
III.- OPERACIONAL		
Movimiento de cadenas de arrastre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
C.7.- NIVELADOR DE CAÑA		
I.- MECANICO - ELECTRICO - OPERACIONAL		
Engrase general de chumaceras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sistema de transmisión - Acoplamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Motor Principal de Accionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>

Fuente. Elaboración Propia, 2025

Figura 3. Checklist 03

COMMISSIONING CHECKLIST - MANTENIMIENTO DE FABRICA		
A.- CALDERAS		
A.1.- CONDUCTOR DE BAGAZO		
I.- MECANICO	STATUS	Observación
Planchaje de fondo, laterales y correderas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Engrase general de chumaceras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sistema de transmisión - Acoplamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Cadenas de Arrastre + Arrastradores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sprockets de cadenas de arrastre	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Tambor de Cola	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
II.- ELECTRICO		
Motor Principal de Accionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sistema de control - mandos	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
III.- OPERACIONAL		
Movimiento de cadenas de arrastre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
A.2.- CONDUCTOR DE BAGAZO AUXILIAR		
I.- MECANICO		
Planchaje de fondo, laterales y correderas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Engrase general de chumaceras	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sistema de transmisión - Acoplamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Cadenas de Arrastre + Arrastradores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sprockets de cadenas de arrastre	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Tambor de Cola	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
II.- ELECTRICO		
Motor Principal de Accionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Sistema de control - mandos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
III.- OPERACIONAL		
Movimiento de cadenas de arrastre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>

Fuente. Elaboración Propia, 2025

Figura 4. Checklist 04

COMMISSIONING CHECKLIST - MANTENIMIENTO DE FABRICA		
D.5.- ESTACION DE EVAPORACION		
I.- MECANICO		
Pre Evaporador No. 1 - Calandria - Prueba hidraulica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 2 - Calandria - Prueba hidraulica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 3 - Calandria - Prueba hidraulica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 4 - Calandria - Prueba hidraulica	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 1 - válv. Ingreso y salida vapor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 2 - válv. Ingreso y salida vapor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 3 - válv. Ingreso y salida vapor	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 4 - válv. Ingreso y salida vapor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 1 - Tub. Y Válv. ingreso y salida de jugo	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 2 - Tub. Y Válv. ingreso y salida de jugo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 3 - Tub. Y Válv. ingreso y salida de jugo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 4 - Tub. Y Válv. ingreso y salida de jugo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 1 - tube. salida condensado - Trampas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 2 - tube. salida condensado - Trampas	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 3 - tube. salida condensado - Trampas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Pre Evaporador No. 4 - tube. salida condensado - Trampas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
D.5.- ESTACION DE EVAPORACION	STATUS	Observación
I.- MECANICO		
Evaporador 1A - Calandria - prueba hidraulica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Evaporador 1A - Válv. Ingreso y salida vapor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Evaporador 1A - Tub. y Válv. ingreso y salida de jugo	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Evaporador 1A - Tub. salida condensado - Sifon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Evaporador 2A - Calandria - prueba hidraulica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Evaporador 2A - Tub. y Válv. ingreso y salida de jugo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Evaporador 2A - Tub. salida condensado - Sifon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Evaporador 3A - Calandria - prueba hidraulica	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>

Fuente. Elaboración Propia, 2025

3.5.7. Análisis de los Resultados

Cálculo de los Indicadores Después de la Implementación

Tabla 17. Fallas Totales Entre los Meses de Octubre – Diciembre

EQUIPOS	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Nivelador N° 1	2	-	1	3
Grúa Hilo	1	1	2	4
Conductores De Bagazo 1, 2, 4 y 6	-	2	1	3
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	2	1	-	3
Calderas 1, 2, 4 y 6	3	-	2	5
Mesa Alimentadora	-	2	1	3
Nivelador Kiker	1	-	1	2
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	-	1	2	3
Conductor de Bagazo Auxiliar	2	-	1	3
Tanque de Jarabe	1	2	2	5
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	-	2	1	3
Desfibrador de Caña	2	1	-	3
Conductores de Caña 2 y 3	1	-	2	3
Machetero 1 y 2	3	-	1	4
TOTAL FALLAS				47

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación

Después de haber implementado el mantenimiento preventivo, se obtuvo una reducción de fallas lo cual se registró un total de 47 fallas en los equipos posterior a los 3 meses siguientes, siendo las calderas y el tanque de jarabe con más fallas, por otro lado, el nivelador Kiker es el equipo que menos fallas tuvo.

Tabla 18. Horas para la Reparación TTR

Tiempo Total de Reparación (TTR)				
AREAS	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Nivelador N° 1	2	-	4	6
Grúa Hilo	3	5	3	11
Conductores De Bagazo 1, 2, 4 y 6	-	3	3	6
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	3	5	-	8
Calderas 1, 2, 4 y 6	3	-	3	6
Mesa Alimentadora	-	3	5	8
Nivelador Kiker	4	-	3	7
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	-	4	2	6
Conductor de Bagazo Auxiliar	3	-	6	9
Tanque de Jarabe	4	3	2	9
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	-	3	5	8
Desfibrador de Caña	4	2	-	6
Conductores de Caña 2 y 3	4	-	3	7
Machetero 1 y 2	3	-	2	5
TOTAL HORAS				102

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación:

En el periodo de octubre a diciembre del 2024, se registró un total de 102 horas de tiempo de reparación. Los equipos que tienen con mayor tiempo acumulado es la grúa hilo, tanque de jarabe y conductor de bagazo auxiliar.

Tabla 19. Tiempo Total de Reparación (TTR)

Tiempo Total de Reparación (TTR)				
Días Laborables por Mes	25	25	26	
AREAS	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Nivelador N°1	600	600	624	1 824
Grúa Hilo	600	600	624	1 824
Conductores De Bagazo 1,2,4 y 6	600	600	624	1 824
Molinos 1,2,3,4,5 y 6	600	600	624	1 824
Calderas 1,2,4 y 6	600	600	624	1 824
Mesa Alimentadora	600	600	624	1 824
Nivelador Kiker	600	600	624	1 824
Pre Evaporadores 1,2,3 y 4	600	600	624	1 824
Conductor De Bagazo Auxiliar	600	600	624	1 824
Tanque De Jarabe	600	600	624	1 824
Conductores Intermedios 1,2,3 y 4	600	600	624	1 824
Desfibrador De Caña	600	600	624	1 824
Conductores De Caña 2 y 3	600	600	624	1 824
Machetero 1 y 2	600	600	624	1 824
TOTAL				25 536

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación

En el periodo de octubre a diciembre de 2024 se obtuvo un tiempo total programado 25536 que se distribuyeron en los equipos de la planta, esto demuestra una planificación estricta para optimizar. La producción a lo largo de los 25 días de trabajo mensuales. Esta perspectiva garantiza que cada equipo tenga el tiempo necesario para funcionar y aportar de manera eficaz al proceso de producción global de la fábrica.

Tabla 20. Tiempo Total de Operación

Tiempo Total de Operación por Máquina (TTO)			
AREAS	TTP	(TTR)	(TTO)
Nivelador N° 1	1 824	6	1 818
Grúa Hilo	1 824	11	1 813
Conductores de Bagazo 1, 2, 4 y 6	1 824	6	1 818
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	1 824	8	1 816
Calderas 1, 2, 4 y 6	1 824	6	1 818
Mesa Alimentadora	1 824	8	1 816
Nivelador Kiker	1 824	7	1 817
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	1 824	6	1 818
Conductor de Bagazo Auxiliar	1 824	9	1 815
Tanque de Jarabe	1 824	9	1 815
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	1 824	8	1 816
Desfibrador de Caña	1 824	6	1 818
Conductores de Caña 2 y 3	1 824	7	1 817
Machetero 1 y 2	1 824	5	1 819
TOTAL			25 434

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación:

En el periodo de octubre a diciembre, se ha registrado un total acumulado 25434 de tiempo de operación por equipos, los macheteros con un total 1819 horas después 5 horas dedicadas a las reparaciones, con un tiempo total programado de 1824 horas. El resto de las máquinas mostraron operaciones similares con variaciones mínimas en los tiempos de reparación, reflejando un compromiso general con la eficiencia operativa durante todo el período.

Tabla 21. Mantenibilidad o Tiempo Medio de Reparación

Tiempo Medio para Restaurar por Maquina en Horas (MTTR)			
AREAS	(TTR)	Numero de fallas	(MTTR)
Nivelador N° 1	6	3	2.00
Grúa Hilo	11	4	2.75
Conductores de Bagazo 1, 2, 4 y 6	6	3	2.00
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	8	3	2.67
Calderas 1, 2, 4 y 6	6	5	1.20
Mesa Alimentadora	8	3	2.67
Nivelador Kiker	7	2	3.50
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	6	3	2.00
Conductor de Bagazo Auxiliar	9	3	3.00
Tanque de Jarabe	9	5	1.80
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	8	3	2.67
Desfibrador de Caña	6	3	2.00
Conductores de Caña 2 y 3	7	3	2.33
Machetero 1 y 2	5	4	1.25
PROMEDIO			2.27

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación

En el periodo de octubre a diciembre se registró un promedio de 2.27, lo cual destacan los equipos como el nivelador Kiker con un promedio de 3.50 y conductor de bagazo auxiliar con un promedio de 3.00. Esto demuestra los esfuerzos y la eficacia del equipo de mantenimiento en la recuperación rápida de la funcionalidad de las máquinas tras las averías documentadas.

Tabla 22. Tiempo Medio Entre Fallas

MTBF (Tiempo Medio Entre Falla en Horas)			
AREAS	(TTO)	Numero de	AREAS
Nivelador N° 1	1 818	3	606
Grúa Hilo	1 813	4	453
Conductores De Bagazo 1, 2, 4 y 6	1 818	3	606
Molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6	1 816	3	605
Calderas 1, 2, 4 y 6	1 818	5	364
Mesa Alimentadora	1 816	3	605
Nivelador Kiker	1 817	2	909
Pre Evaporadores 1, 2, 3 y 4	1 818	3	606
Conductor de Bagazo Auxiliar	1 815	3	605
Tanque de Jarabe	1 815	5	363
Conductores Intermedios 1, 2, 3 y 4	1 816	3	605
Desfibrador de Caña	1 818	3	606
Conductores de Caña 2 y 3	1 817	3	606
Machetero 1 y 2	1 819	4	455
PROMEDIO			571

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación:

En el periodo de octubre a diciembre se obtuvo un promedio de 571, se presentaban fluctuaciones notables en sus tiempos medios entre fallas, evidenciando tantos periodos de funcionamiento estable con extensos MTBF.

Tabla 23. Confiabilidad

Confiabilidad			
AREAS	TTP	(TTO)	Confiabilidad
Nivelador N°1	1 824	1 818	99.67
Grúa Hilo	1 824	1 813	99.40
Conductores De Bagazo 1,2,4 Y 6	1 824	1 818	99.67
Molinos 1,2,3,4,5 Y 6	1 824	1 816	99.56
Calderas 1,2,4 Y 6	1 824	1 818	99.67
Mesa Alimentadora	1 824	1 816	99.56
Nivelador Kiker	1 824	1 817	99.62
Pre Evaporadores 1,2,3 Y 4	1 824	1 818	99.67
Conductor De Bagazo Auxiliar	1 824	1 815	99.51
Tanque De Jarabe	1 824	1 815	99.51
Conductores Intermedios 1,2,3 Y 4	1 824	1 816	99.56
Desfibrador De Caña	1 824	1 818	99.67
Conductores De Caña 2 Y 3	1 824	1 817	99.62
Machetero 1 Y 2	1 824	1 819	99.73
PROMEDIO			99.60

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación

Tras implementar el mantenimiento preventivo en el periodo de octubre a diciembre, se registró un avance notable en la confiabilidad operativa de las máquinas en la planta. La confiabilidad se determinó al comparar el tiempo total programado (TTP), que simboliza el tiempo total previsto (TTP), tiempo teóricamente apto para funcionar, con el tiempo total de operación (TTO) registrado de manera efectiva. Esto logró establecer que, en términos promedio, la confiabilidad llegó al 99.60%.

Tabla 24. Disponibilidad

Disponibilidad de las Máquinas			
AREAS	(MTBF)	(MTTR)	Disponibilidad
Nivelador N°1	606	2.00	99.67
Grúa Hilo	453	2.75	99.40
Conductores De Bagazo 1,2,4 Y 6	606	2.00	99.67
Molinos 1,2,3,4,5 Y 6	605	2.67	99.56
Calderas 1,2,4 Y 6	364	1.20	99.67
Mesa Alimentadora	605	2.67	99.56
Nivelador Kiker	909	3.50	99.62
Pre Evaporadores 1,2,3 Y 4	606	2.00	99.67
Conductor De Bagazo Auxiliar	605	3.00	99.51
Tanque De Jarabe	363	1.80	99.51
Conductores Intermedios 1,2,3 Y 4	605	2.67	99.56
Desfibrador De Caña	606	2.00	99.67
Conductores De Caña 2 Y 3	606	2.33	99.62
Machetero 1 Y 2	455	1.25	99.73
PROMEDIO			99.60

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación

Se alcanzó una disponibilidad del 99.60%. Las máquinas se encontraban en funcionamiento y a disposición para la producción cerca del 99.09% del tiempo total teóricamente disponible para su funcionamiento. Equipos como machetero1 y 2, Pre evaporadores, nivelador N°1 y otros más que destacaron con disponibilidades superiores al 99.6%, esto evidencia una combinación efectiva de periodos extensos entre las fallas y breves periodos de reparación.

3.5.8. Comparación de Resultados

Tabla 25. Comparación de Resultados

EQUIPOS	FALLAS ANTES	FALLAS ACTUALES	TTR ANTES	TTR ACTUAL	TTP ANTES	TTP ACTUAL	TTO ANTES	TTO ACTUAL	MTTR ANTES	MTTR ACTUAL	MTBF ANTES	MTBF ACTUAL	CONFIABILIDAD ANTES	CONFIABILIDAD ACTUAL	DISPONIBILIDAD ANTES	DISPONIBILIDAD ACTUAL
NIVELADOR N°1	9	3	36	6	1824	1824	1788	1818	4.00	2.00	199	606	98.03	99.67	98.03	99.67
GRUA HILO CONDUCTORES DE BAGAZO 1,2,4 Y 6	9	4	48	11	1824	1824	1776	1813	5.33	2.75	197	453	97.37	99.40	97.37	99.40
MOLINOS 1,2,3,4,5 Y 6	13	3	50	6	1824	1824	1774	1818	3.85	2.00	136	606	97.26	99.67	97.26	99.67
CALDERAS 1,2,4 Y 6	8	3	53	8	1824	1824	1771	1816	6.63	2.67	221	605	97.09	99.56	97.09	99.56
MESA ALIMENTADORA	9	5	55	6	1824	1824	1769	1818	6.11	1.20	197	364	96.98	99.67	96.98	99.67
NIVELADOR KIKER	9	3	54	8	1824	1824	1770	1816	6.00	2.67	197	605	97.04	99.56	97.04	99.56
EVAPORADORES 1,2,3 Y 4	8	2	52	7	1824	1824	1772	1817	6.50	3.50	222	909	97.15	99.62	97.15	99.62
CONDUCTOR DE	9	3	69	6	1824	1824	1755	1818	7.67	2.00	195	606	96.22	99.67	96.22	99.67
	8	3	34	9	1824	1824	1790	1815	4.25	3.00	224	605	98.14	99.51	98.14	99.51

BAGAZO																
AUXILIAR																
TANQUE DE																
JARABE	9	5	48	9	1824	1824	1776	1815	5.33	1.80	197	363	97.37	99.51	97.37	99.51
CONDUCTO																
RES																
INTERMEDIO	10	3	42	8	1824	1824	1782	1816	4.20	2.67	178	605	97.70	99.56	97.70	99.56
S 1,2,3 Y 4																
DEFIBRAD																
OR DE	7	3	32	6	1824	1824	1792	1818	4.57	2.00	256	606	98.25	99.67	98.25	99.67
CAÑA																
CONDUCTO																
RES DE	10	3	46	7	1824	1824	1778	1817	4.60	2.33	178	606	97.48	99.62	97.48	99.62
CAÑA 2 Y 3																
MACHETER																
O 1 Y 2	9	4	34	5	1824	1824	1790	1819	3.78	1.25	199	455	98.14	99.73	98.14	99.73
TOTAL	127	47	653	102	2553 6	25536	2488 3	25434	5.20	2.27	200	571	97.44	99.60	97.44	99.60

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Interpretación: En comparación de ambos periodos el primero de Julio a Setiembre y el segundo de octubre a diciembre, se puede observar una mejoría notable en la disponibilidad de los equipos en el periodo actual, en su gran mayoría de los equipos se han mostrado significativos aumentos, por ejemplo, los pre evaporadores de 96.22% paso a un 99.67%, y la mesa alimentadora en el primer periodo tuvo un 97.04% lo cual para el segundo periodo hubo una mejoría de 99.56%. Estas mejoras en la disponibilidad se derivan directamente de disminuciones en el tiempo medio de reparación (MTTR) y en el tiempo medio entre fallas (MTBF), lo que señala un aumento en la eficiencia operativa y una disminución en la frecuencia de fallos durante el período analizado.

Análisis entre la disponibilidad presente de los equipos y la disponibilidad prevista.

- ✓ **Disponibilidad Anterior:** 97.44%
- ✓ **Disponibilidad Actual:** 99.60%

El incremento porcentual del indicador de disponibilidad sería:

$$\frac{99.60\% - 97.44\%}{97.44\%} = \boxed{2.16\%}$$

Análisis Beneficio – Costo

Para el estudio del beneficio costo, se establecieron los gastos que se originaron durante los dos periodos del 2024, tales como los costos de materiales y herramientas, así como la mano de obra. Estos costos se originaron debido a las frecuentes averías de máquinas que provocaron que el personal estuviese reparando más tiempo de lo previsto, generando así más costos.

Costos Generados por Fallas de Máquina

Tabla 26. *Gasto Total por Mes*

Costo	Total de Fallas
Mano de obra	8 200
Costo de materiales	2 240
Total	10 440

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

El gasto total por mes llega a 10,440 soles. Esta investigación busca reducir estos gastos en un mínimo del 50%, de modo que el costo estimado como beneficio para la investigación sería de 5, 220 soles, lo que nos permitiría

calcular nuestro beneficio costo de las mejoras implementadas. Respecto al costo proyectado para la puesta en marcha de las mejoras, tenemos.

Tabla 27. Costo Proyectado para la Puesta en Marcha de las Mejoras

Detalle	Monto en soles	Personal	Costo Mensual
Costo Implementación	2 000	-	2 000
Contrato Jefe de Mantenimiento	3 000	1	3 000
Total			5 000

Fuente. *Elaboración Propia, 2025*

Calculo Beneficio – Costo

$$\frac{S/. 5\ 220}{S/. 5\ 000} = \boxed{S/. 1.04}$$

Por lo tanto, se puede concluir que la propuesta es económicamente viable, produciendo un beneficio de 1.04 soles por cada sol que se invierte en las propuestas de mejora, lo que señala un avance notable en los costos operacionales y un incremento en la rentabilidad. Este hallazgo evidencia que la inversión de mantenimiento preventivo no lo va a disminuir las averías y el periodo de parada de los equipos, sino que también posibilita la recuperación de la inversión en un plazo razonable de esta manera garantizando la viabilidad económica del proyecto.

III. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

Con respecto a la disponibilidad, en la empresa azucarera se obtuvo un rendimiento alcanzado de 97.44%, lo que se encuentra por debajo del 98.0 % esperado. Lo cual representa una desviación que podría atribuirse a diversos factores como paradas inesperadas en la producción y mantenimiento correctivo no programado. Esto concuerda con el estudio de gestión del mantenimiento en la industria de procesamiento de caña de azúcar en República Dominicana [5], respecto a la disponibilidad se apreció que son valores bajos, lo cual se obtuvo 62.2% esto quiere decir que la indisponibilidad es de 37,8%.

Con respecto a los indicadores de mantenimiento en la empresa azucarera se obtuvo un incremento porcentual de 2,16% lo cual reflejo una mejora permitiendo reducir los tiempos de inactividad y así mejorar la productividad, asegurando un mejor rendimiento de los equipos. Comparativamente la compañía Colombiana de Cerámica Colcerámica [8], adoptaron un diagnóstico de mantenimiento preventivo que es lo indicadores de confiabilidad y mantenibilidad que actualmente es ejecutado en departamento de mantenimiento, desarrollando aquello se obtuvo una estimación en un 2.5% de las pérdidas para la empresa CORONA ya que disminuyó en \$ 82.814.400 mensualmente lo cual fue ahorro muy significativo para la organización.

Con respecto al plan de mantenimiento en la empresa azucarera se realizaron capacitaciones técnicas al personal, implementación de métodos de mantenimiento predictivo, indicadores clave de rendimiento (KPIs) y realización de reportes diarios de las fallas de los equipos. El presente plan se elaboró en el programa Project donde esta todas las tareas con las fechas que se deben realizar en el mantenimiento preventivo. Comparativamente al estudio realizado en una

Empresa Azucarera, dedicada al cultivo e industrialización de la Caña de Azúcar [5] esta investigación sugiere soluciones alternativas en la Administración del Mantenimiento, a través de la implementación de Programas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en las Zonas de producción de azúcar, con el fin de reducir los Tiempos Perdidos en la Fábrica que resultan en la pérdida de tiempo. impactan los ingresos de la compañía.

Conclusiones

El análisis efectuado mostró que el 97.44% de los equipos esenciales en la Empresa Azucarera que estaban disponibles, con elevados gastos y con interrupciones no programadas constantes en mantenimiento correctivo. Por ello, los indicadores mostraron un MTBF de 200 horas y un MTTR de 5.20 horas, factores que impactaban en la eficiencia operacional de la Empresa.

Mediante la investigación que se realizaron en los criterios de mantenimiento, se obtuvo que la escala de fiabilidad de los equipos afectaba de manera adversa a la productividad. Además, la ausencia de un mantenimiento programado causaba gastos extras en reparaciones y extensos periodos de inactividad.

La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo facilitó la mejora en la administración de repuestos, también en la programación de revisiones periódicas y por último en la formación del personal técnico. Esto benefició el aumento del 98% en la disponibilidad de los equipos, mejoró la fiabilidad y disminuyó las averías imprevistas.

Finalmente, en cuanto a la evaluación del Beneficio – Costo se observó que la implementación del mantenimiento preventivo aseguró la continuidad de las operaciones y se optimizó la eficacia de los recursos de la empresa, mejorando los periodos de reparación, con una reducción del MTTR a 2.27 horas y un incremento del MTBF a 571 horas.

V. REFERENCIAS

- [1] R. del Pilar López-Padilla, E. Benites-Alfaro, L. R. Rodríguez-Alegre, J. Gutiérrez-Ascón, J. H. Iturrizaga-Romero, y J. C. Martínez-Loayza, «Application of Crystal Ball in Preventive Maintenance Management and its influence on the productivity of a cardboard company», presentado en Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2022. doi: 10.18687/LACCEI2022.1.1.691.
- [2] I. A. Loynaz y V. Clara, «Procedure based on the Conceptual Model of Maintenance Centered on Reliability for the Reconversion of the Sugar Industry in the Cuban Context».
- [3] F. R. Moreano-Castillo y E. Pérez-Vega, «Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte neumático», *Dominio de las Ciencias*, vol. 6, n.º 4, Art. n.º 4, oct. 2020, doi: 10.23857/dc.v6i4.1469.
- [4] «Elorza et al. - Diagnóstico de un Plan de Mantenimiento Preventivo.pdf». Accedido: 22 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1286/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [5] I. A. Loynaz y V. Clara, «Procedure based on the Conceptual Model of Maintenance Centered on Reliability for the Reconversion of the Sugar Industry in the Cuban Context».
- [6] D. H. G. Pereira, «Julio Fernando Tejax Elías», 2021.
- [7] C. A. Gálvez Ulloa, A. B. I. Tisnado Jáuregui, M. L. Rantes Valverde, y K. J. Solórzano Iparraguirre, «Design of a Preventive Maintenance Plan, ABC,

Coding, Kanban System, FMEA and Forecasts to reduce costs in the metalworking company Ingenieros en Acción S.R.L.», presentado en Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2021. doi: 10.18687/LACCEI2021.1.1.154.

- [8] «IV_FIN_108_TE_Urquiza Leon_2023.pdf». Accedido: 14 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13449/3/IV_FIN_108_TE_Urquiza%20Leon_2023.pdf
- [9] K. A. Guevara Mondragon, «Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad de la línea de producción en la empresa Gemar Group E. I.R. L. para disminuir sus utilidades no percibidas», 2020, Accedido: 14 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2956>
- [10] D. R. Timoteo Lluen, «Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa molinera para reducir pérdidas», 2022, Accedido: 14 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4970>
- [11] «AT03-038_20.pdf». Accedido: 22 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/2475/AT03-038_20.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [12] «content.pdf». Accedido: 22 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unitec.edu/server/api/core/bitstreams/39ca795c-7583-4baf-9e98-4478ca26eea8/content>

- [13] M. P. Elorza, D. A. R. Ayala, y E. J. R. González, «Diagnóstico de un Plan de Mantenimiento Preventivo para un Molino MRV 200 en la».
- [14] «Jave_ZMF.pdf». Accedido: 3 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/116027/Jave_ZMF.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- [15] «García Gurbillón, José Antonio.pdf». Accedido: 3 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14590/Garc%c3%ada%20Gurbill%c3%b3n%2c%20Jos%c3%a9%20Antonio.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- [16] J. E. V. Caceres *et al.*, «Gestión de mantenimiento de maquinaria y equipos en diferentes sectores agroindustriales: Revisión sistemática», *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, vol. 8, n.º 23, pp. 559-575, ago. 2024, doi: 10.33996/revistaalfa.v8i23.286.
- [17] C.-G. C. Francisco, G.-C. J. A. Francisco, M.-O. G. Segundo, V.-P. M. Walter, y R.-R. Y. Vanessa, «Preventive maintenance to increase the availability of the production machines of Novagro-Ag S.A.C. Trujillo - Peru», presentado en Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2023.
- [18] J. S. López Loayza, «Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para el área de preparación de caña en la Empresa Azucarera Agrolmos.»
- [19] A. P. Amado, «Gonzales Chamba José Martín», 2019.

- [20] «¿Qué es el mantenimiento preventivo? | IBM». Accedido: 7 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-preventive-maintenance>
- [21] «¿Cómo calcular y optimizar la disponibilidad en mantenimiento?», <https://www.dimomaint.es/>. Accedido: 7 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.dimomaint.es/gestion-mantenimiento/disponibilidad-en-mantenimiento/>
- [22] «Qué es la productividad: tipos, características y fórmula». Accedido: 7 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://blog.hubspot.es/marketing/maximizar-tu-productividad>
- [23] «INVESTIGACION_NO_EXPERIMENTAL.pdf». Accedido: 3 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/CIPS/2018_1/Documentos/INVESTIGACION_NO_EXPERIMENTAL.pdf

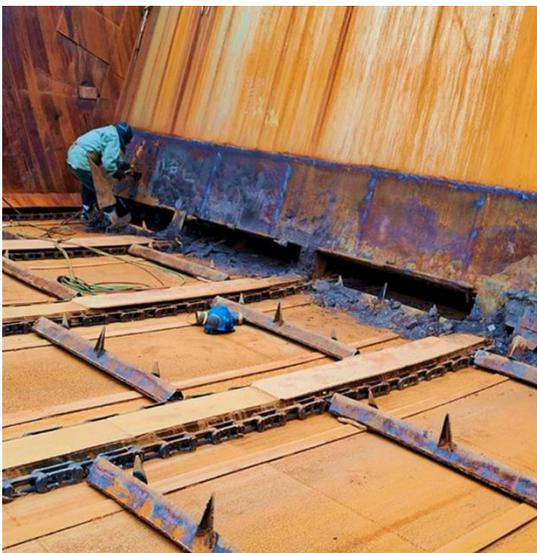
ANEXOS



Anexo N° 01. *Desmontaje, revisión y cambio de bronces en poleas de izaje de balancín, así como cambio de cable de izaje de la grúa hilo*



Anexo N° 02. *Desacople de motor Machetero N° 1*



Anexo N° 03. *Cambio de Cartelas de Mesa Alimentadora*



Anexo N° 04. *Retiro de Maza Molino 5 – Para su Recuperación*



Anexo N° 05. *Revisión de tablas y pernos en conductores de bagazo*



Anexo N° 06. *Mantenimiento y Limpieza de Motores Kiker y Mesa Alimentadora*



Anexo N° 07. *Limpieza mecánica de pre evaporadores*



Anexo N° 08. *Limpieza de Hornos – Caldera N° 1*

Anexo N° 09. Ficha de reportes diarios de mantenimiento

TIEMPO PERDIDO			AREA DE ORIGEN	EQUIPO	MODO DE FALLA	CAUSA
H.INICIO	H.FIN	T.TOTAL				



José Manuel Armas Zavaleta
 ING. INDUSTRIAL
 R. CIP. N° 221101

Anexo N° 10. Indicadores de Mantenimiento

Tiempo total de reparacion (TTR)				
AREAS	JULI O	AGOST O	SETIEMB RE	TOT AL
NIVELADOR N°1				
GRUA HILO				
CONDUCTORES DE BAGAZO 1,2,4 Y 6				
MOLINOS 1,2,3,4,5 Y 6				
CALDERAS 1,2,4 Y 6				
MESA ALIMENTADORA				
NIVELADOR KIKER				
PRE EVAPORADORES 1,2,3 Y 4				
CONDUCTOR DE BAGAZO AUXILIAR				
TANQUE DE JARABE				
CONDUCTORES INTERMEDIOS 1,2,3 Y 4				
DESFIBRADOR DE CAÑA				
CONDUCTORES DE CAÑA 2 Y 3				
MACHETERO 1 Y 2				
TOTAL HORAS				

Tiempo total de operación por máquina (TTO)			
AREAS	TT P	(TTR)	(TTO)
NIVELADOR N°1			
GRUA HILO			
CONDUCTORES DE BAGAZO 1,2,4 Y 6			
MOLINOS 1,2,3,4,5 Y 6			
CALDERAS 1,2,4 Y 6			
MESA ALIMENTADORA			
NIVELADOR KIKER			
PRE EVAPORADORES 1,2,3 Y 4			
CONDUCTOR DE BAGAZO AUXILIAR			
TANQUE DE JARABE			
CONDUCTORES INTERMEDIOS 1,2,3 Y 4			
DESFIBRADOR DE CAÑA			
CONDUCTORES DE CAÑA 2 Y 3			
MACHETERO 1 Y 2			
TOTAL			

Tiempo medio para restaurar por maquina en horas (MTTR)			
AREAS	(TT R)	Numero de fallas	(MTTR)
NIVELADOR N°1			
GRUA HILO		
CONDUCTORES DE BAGAZO 1,2,4 Y 6			
MOLINOS 1,2,3,4,5 Y 6			
CALDERAS 1,2,4 Y 6			
MESA ALIMENTADORA			
NIVELADOR KIKER			
PRE EVAPORADORES 1,2,3 Y 4			
CONDUCTOR DE BAGAZO AUXILIAR			
TANQUE DE JARABE			
CONDUCTORES INTERMEDIOS 1,2,3 Y 4			
DESFIBRADOR DE CAÑA			
CONDUCTORES DE CAÑA 2 Y 3			
MACHETERO 1 Y 2			
PROMEDIO			