



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA**

INDUSTRIAL

“PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA
CONFIABILIDAD (RCM) PARA REDUCIR
COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA
CALZATURE JHARSIL, TRUJILLO - 2024”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

German Humberto Junior Cabellos Rojas

Asesor:

Dr. Pedro Segundo Castañeda Vargas

<https://orcid.org/0000-0003-1865-1293>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Miguel Enrique Alcalá Adrianzen	17904461
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Oscar Alberto Goicochea Ramírez	18089007
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Julio Cesar Cubas Rodriguez	17864776
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)

ORIGINALITY REPORT

20%	20%	6%	9%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.upn.edu.pe Internet Source	5%
2	Submitted to Universidad Privada del Norte Student Paper	5%
3	hdl.handle.net Internet Source	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	1%
6	repositorio.ucc.edu.ni Internet Source	<1%
7	repositorio.uasf.edu.pe Internet Source	<1%
8	repositorio.unac.edu.pe Internet Source	<1%
9	repository.usta.edu.co Internet Source	<1%

Dedicatoria

*Este trabajo está dedicado a mi amada familia, mi
Esposa Shirley Arroyo Jiménez, mi hijo Giacomo
Cabellos Arroyo y a mis queridos padres; el Señor
Arnaldo Cabellos Sifuentes y la señora María Isabel
Rojas Rodríguez.*

Agradecimiento

*Agradecer a mi tía Graciela Consuelo Cabellos Sifuentes,
Miguel Rodríguez Cabellos y Rolando Israel Rodríguez
Cabellos; agradecerles por creer en mí, por darme la
oportunidad de superarme.*

Gracias totales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR.....	ii
INFORME DE SIMILITUD	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Capítulo 1. Introducción.....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	19
1.3. Objetivos	20
1.3.1. Objetivo General	20
1.3.2. Objetivos Específicos.....	20
1.4. Hipótesis.....	20
Capítulo 2. Metodología.....	21
2.1. Tipo de investigación	21
2.2. Población y muestra	22
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos.....	23
2.4. Procedimientos.....	25
2.5. Aspectos éticos	26

Capítulo 3. Resultados.....	27
3.1. Diagnóstico de la situación problemática de los costos de mantenimiento	27
3.2. Diseño del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM).....	34
3.3. Evaluación económica del plan de mantenimiento	52
3.4. Variabilidad de los costos de mantenimiento.....	56
3.5. Contratación de hipótesis.....	58
Capítulo 4. Discusión y conclusiones.....	61
Referencias	67
Anexos.....	71

Índice de tablas

Tabla 1	Técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados	24
Tabla 2	Impacto económico de las causas raíces priorizadas	31
Tabla 3	Listas de herramientas de mejora e indicadores	32
Tabla 4	Determinación de ingresos y egresos del plan de mantenimiento propuesto	52
Tabla 5	Inversión estimada para la implementación del plan de mantenimiento	54
Tabla 6	Principales indicadores del análisis económico del plan de mantenimiento	55
Tabla 7	Determinación de la variabilidad de los costos de mantenimiento.....	57
Tabla 8	Descripción de planteamiento de prueba de hipótesis general	58
Tabla 9	Prueba de normalidad Shapiro-Wilk – Costos mensuales de mantenimiento	59
Tabla 10	Prueba t Student para hipótesis general	60

Índice de figuras

Figura 1 Ranking de mayores productores de calzado 2023.....	11
Figura 2 Importaciones y exportaciones de calzado (millones US\$) - Industria peruana ..	13
Figura 3 Nivel de sobrecosto de las operaciones de gestión de mantenimiento - Año 2023	27
Figura 4 Diagrama de Ishikawa de la problemática	29
Figura 5 Análisis de Pareto para la priorización de causas raíces	30
Figura 6 Procedimiento del Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM)	34
Figura 7 Diagrama de Gantt del plan de mantenimiento propuesto	37
Figura 8 Procedimiento de implementación de AMEF	38
Figura 9 Ficha de análisis documental para el registro del análisis AMEF.....	41
Figura 10 Proyección del Tiempo medio entre fallas (MTBF) (horas).....	42
Figura 11 Procedimiento de implementación de Gestión de Repuestos	44
Figura 12 Proyección de la Tasa de reemplazo de componentes	45
Figura 13 Procedimiento de implementación de Mantenimiento.....	47
Figura 14 Proyección del tiempo medio de reparación (MTTR)	48
Figura 15 Procedimiento de implementación de Estandarización de procesos.....	50
Figura 16 Proyección de la eficacia del mantenimiento.....	51

Resumen

Se llevó a cabo una investigación con el propósito de determinar el impacto de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) sobre la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Calzature Jharsil, Trujillo - 2024. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, estructurado como una investigación aplicada, orientada a resolver problemas específicos relacionados con los costos de mantenimiento y la eficiencia operativa. La muestra incluyó diversos equipos críticos de la empresa, utilizando como instrumentos de recolección de datos las fichas técnicas de los equipos, registros de mantenimiento anteriores y entrevistas con el personal técnico. Estos datos fueron analizados para identificar fallos recurrentes y determinar las causas subyacentes de los costos elevados de mantenimiento. Los resultados mostraron que, tras la implementación del RCM, hubo una reducción significativa en los costos totales de mantenimiento, disminuyendo en un 30% respecto al año anterior. Esto fue resultado directo de la optimización de los procesos de mantenimiento, la mejora en la selección de repuestos y una formación más efectiva del personal técnico. La conclusión final del estudio indicó que el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) reduce los costos de mantenimiento de la empresa Calzature Jharsil, Trujillo – 2024.

Palabras claves: RCM, costos de mantenimiento, AMEF, mantenimiento autónomo

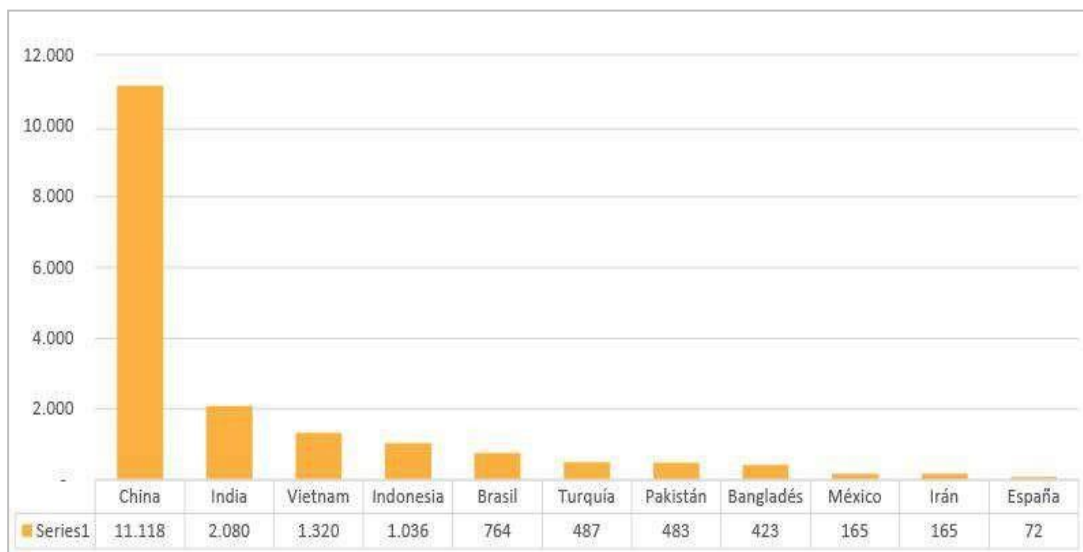
Capítulo 1. Introducción

1.1. Realidad problemática

En el escenario internacional, la industria del calzado ha enfrentado cambios sustanciales que han redefinido los patrones de producción y su repercusión en la clase trabajadora. Ciolli (2021) destaca que la distribución territorial de la manufactura del calzado refleja una especialización regional que impacta directamente en la dinámica laboral y económica de los países involucrados. Al observar la Figura 1, es evidente que Asia oriental, con China a la vanguardia, lidera la producción global de calzado en el año 2023, un dominio que refleja su capacidad de generar grandes volúmenes de producción a escalas que otros países luchan por alcanzar.

Figura 1

Ranking de mayores productores de calzado 2023



Nota. Los datos se encuentran en millones de pares de zapatos. Son los países de Asia oriental los que lideran el mercado de calzado.

La preeminencia de ciertas regiones, como se muestra en el gráfico, plantea desafíos a nivel local e internacional. Por ejemplo, Pohl (2021) examina las adaptaciones de la industria en regiones específicas como España, donde la evolución del sector del calzado ha requerido de una constante reinversión ante la competencia global. En Argentina, los

productores de calzado se enfrentan a escenarios cambiantes que demandan nuevos enfoques y estrategias para mantenerse competitivos (Szpigiel et al., 2019).

En paralelo, el desarrollo técnico y la formación profesional surgen como elementos clave para el fortalecimiento del sector. Bustos y Sandoval (2021) investigan cómo la formación técnica especializada puede catalizar el emprendimiento en la industria del calzado, insinuando que la educación técnica puede ser una herramienta poderosa para impulsar la innovación y el desarrollo en zonas rurales.

A nivel de calidad y productividad, el análisis de Burgos et al. (2022) sobre el calzado de seguridad en Ecuador resalta que la calidad del producto y la productividad de las organizaciones están directamente influenciadas por factores operativos y de gestión, aspectos que la Figura 1 sugiere como ventajas competitivas de los principales productores.

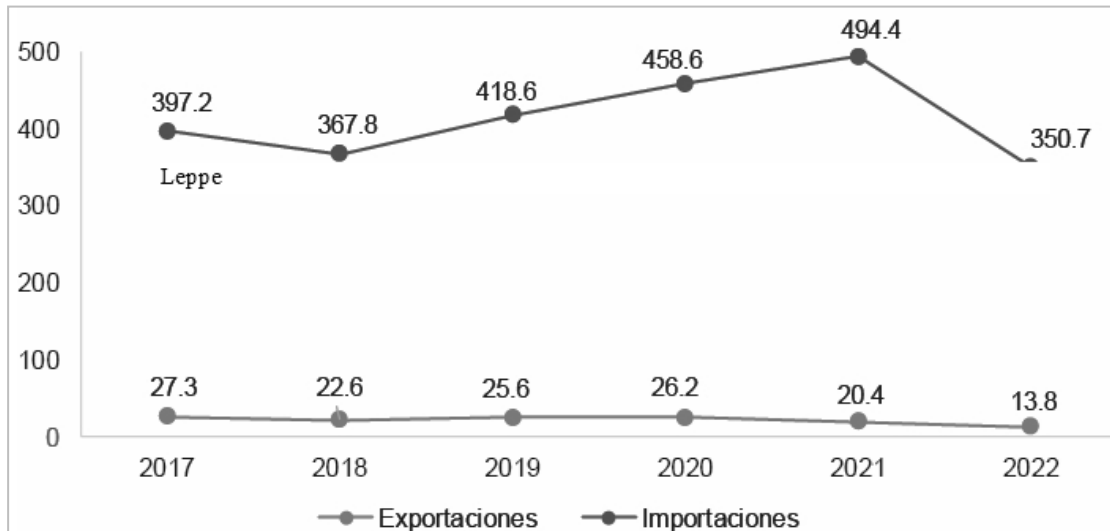
Dentro del contexto peruano, la industria del calzado ha enfrentado retos significativos en su esfera comercial, especialmente en relación con el balance entre importaciones y exportaciones. La Figura 2 muestra que, mientras las importaciones de calzado han tenido una tendencia generalmente ascendente hasta el 2021, con una leve disminución en 2022, las exportaciones han disminuido de manera constante desde 2017. Este desequilibrio resalta las dificultades que las empresas peruanas enfrentan al acceder a mercados internacionales y competir contra la producción de países con economías de escala más robustas.

Caballero y Gavidia (2020) han explorado los factores que limitan a las empresas exportadoras del calzado en Trujillo, identificando que procedimientos complejos y restricciones arancelarias representan barreras significativas. Estos desafíos operacionales y fiscales, reflejados en las cifras de comercio exterior, subrayan la importancia de estrategias eficientes como el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la competitividad. Cruzado (2020) aborda cómo la aplicación del RCM en la industria de

refinación puede ser un modelo para la industria del calzado, optimizando los procesos y reduciendo costos operativos.

Figura 2

Importaciones y exportaciones de calzado (millones US\$) - Industria peruana



Nota. Los datos fueron expuestos en el reporte anual de la cámara de comercio exterior de Lima y ha considerado lo reportado por empresas formales.

Calderón (2020) propone que la implementación de un plan de RCM en la manufactura de calzado es una estrategia viable para combatir los costos elevados y mejorar la eficiencia, lo cual podría ser un factor diferenciador en el ámbito internacional. En la misma línea, Uribe (2020) demuestra que un plan de RCM puede mejorar la disponibilidad y rendimiento de maquinaria crítica, una lección valiosa para el sector calzadista peruano que busca fortalecer su posición en el mercado.

Reyes (2022) ilustra que la implementación del RCM puede reducir significativamente los costos de mantenimiento en la industria minera, un principio que se puede trasladar al contexto del calzado para mejorar la sostenibilidad económica de las empresas nacionales frente a la competencia extranjera. Estos estudios colectivamente apuntan a la necesidad de innovar y adoptar prácticas de mantenimiento avanzadas como medio para mejorar la posición competitiva de Perú en la industria del calzado global

Entonces ante esta situación surge la necesidad de poder innovar y aplicar los conocimientos existentes de metodologías que permitan mejorar el proceso de la gestión del mantenimiento en las empresas, una alternativa que lleva años y que sus principales conceptos aún resultan vigentes es el caso del Mantenimiento Productivo Total (TPM), cuyo enfoque es el de aplicar un.

En la empresa Calzature Jharsil Trujillo, la problemática actual radica en los elevados costos de mantenimiento que superan significativamente el presupuesto inicialmente previsto, lo cual ha generado un sobre costo considerable y ha impactado negativamente en la rentabilidad de la empresa. El análisis de la situación en 2023 reveló que los costos reales de las operaciones de mantenimiento excedieron el presupuesto por una amplia margen (S/ 342,119.37), atribuible a varios factores críticos interrelacionados.

Adicionalmente, la ausencia de procedimientos estandarizados en las actividades de mantenimiento ha resultado en variaciones significativas en la calidad y eficacia de las reparaciones, incrementando tanto los tiempos como los costos asociados a estas actividades. Esta problemática se ve exacerbada por el uso de repuestos de baja calidad, elegidos posiblemente por su menor costo inicial, pero que fallan frecuentemente, aumentando así los tiempos de inactividad y la necesidad de reemplazos adicionales.

Otro factor crítico es la capacitación insuficiente del personal técnico. La falta de formación adecuada ha impedido que los técnicos realicen diagnósticos precisos y reparaciones eficientes, prolongando los períodos de inactividad y aumentando los costos laborales relacionados. Además, se han identificado fallos en equipos principales y diversos desperdicios en el proceso, como ocio y paradas menores, reducción de velocidad y defectos en el proceso, que subrayan las deficiencias operativas que contribuyen a elevar los costos de mantenimiento.

La combinación de todos estos factores ha resultado en que los costos de mantenimiento excedan el presupuesto destinado en un 146%, destacando la necesidad crítica de revisar y mejorar las prácticas de mantenimiento en la empresa. Esta situación subraya la importancia de implementar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), que podría ofrecer una solución eficaz y económicamente viable para estos desafíos persistentes.

En el marco teórico de la investigación sobre la relación entre el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y los costos de mantenimiento, es fundamental comprender cómo estas variables interactúan y se influyen mutuamente en un entorno industrial. El RCM es una metodología que se enfoca en la confiabilidad y la integridad operativa de los equipos, teniendo como objetivo la optimización de las tareas de mantenimiento para asegurar la disponibilidad y la seguridad al mínimo costo posible (Andrade & Herrera, 2021). Este enfoque estratégico no solo contempla las acciones correctivas y preventivas, sino que también se basa en un entendimiento profundo de los modos de fallo y sus efectos en la operación (Medina et al., 2020).

La confiabilidad operacional, particularmente en procesos críticos como la soldadura de mantenimiento, es crucial para el funcionamiento ininterrumpido de la producción. La adopción de RCM busca garantizar que tales procesos no solo sean eficientes, sino también resilientes frente a potenciales fallas (Zambrano & Real, 2021). Por otro lado, Martínez y Ruiz (2023) argumentan que una estrategia de mantenimiento bien diseñada y ejecutada puede reducir significativamente las interrupciones inesperadas, lo que directamente afecta la eficiencia en costos de producción.

La gestión de costos, particularmente en producción, es una variable crítica que incide directamente en la rentabilidad de cualquier empresa. Villalba et al. (2021) enfatizan que un control meticuloso de los costos de producción es esencial para la sostenibilidad del

negocio, y la eficiencia en el mantenimiento juega un papel vital en este control. La metodología RCM puede ofrecer un camino hacia la optimización de costos sin comprometer la calidad o la capacidad de producción (Arias et al., 2020).

Además, la investigación de Guarnizo y Cardenas (2020) destaca que el análisis detallado de costos, incluyendo los asociados con las órdenes de producción y los procesos, es clave para una gestión efectiva. Por su parte, Campo et al. (2020) sugieren que la optimización de los costos de producción puede ser alcanzada a través de estrategias de mantenimiento que previenen los desperdicios y maximizan el uso de recursos.

En el sector avícola, Allaica et al. (2020) han demostrado cómo los costos de producción inciden significativamente en la rentabilidad, un principio aplicable a la industria manufacturera en su conjunto. Rodríguez, Quintero, y Pacheco (2020) resaltan que la innovación en la gestión de costos de producción puede ser un diferenciador competitivo para las mipymes, subrayando la importancia de prácticas estratégicas eficientes.

En conjunto, la literatura sugiere que el RCM, aplicado sistemáticamente, puede influir favorablemente en los costos de mantenimiento y, por ende, en los costos de producción en general, ofreciendo un modelo para una gestión más efectiva y sostenible en el entorno industrial moderno.

A nivel internacional se tiene la investigación de Espinosa et al. (2020), quienes realizaron un estudio esencial para comprender la contribución del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en equipos consumidores de energía eléctrica. Situado en el ámbito de la eficiencia energética, su investigación tuvo como objetivo principal identificar y reducir los fallos en equipos críticos, con el fin de optimizar el consumo energético y reducir los costos asociados. La naturaleza del estudio fue analítica y aplicada, y se utilizó una metodología cuantitativa para medir los efectos del RCM. Los resultados revelaron una mejora del 15% en la eficiencia energética y una reducción del 20% en los costos de

mantenimiento. La conclusión subrayó la efectividad del RCM como herramienta para mejorar la confiabilidad de los equipos y contribuir significativamente a la sostenibilidad operativa.

Por otro lado, Cañaveral y Bustamante (2022) diseñaron un programa de mantenimiento utilizando la metodología RCM para una empresa manufacturera de látex en Colombia. El estudio se centró en la industria del látex, donde el mantenimiento efectivo es crucial para la continuidad de la producción. El objetivo fue disminuir los costos de mantenimiento en un 30% e incrementar la productividad en un 25%. Este estudio de caso adoptó un enfoque de investigación-acción, integrando datos cuantitativos y cualitativos. Los resultados mostraron que la aplicación del RCM logró una reducción de costos de mantenimiento del 35% y un aumento de la productividad del 30%. La investigación concluyó que el RCM no solo es viable, sino que también es una inversión rentable para la industria manufacturera.

Narváez (2020) propuso un modelo innovador de Gestión de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) para los activos críticos del Terminal Nuevo de Productos Limpios Cuenca de EP Petroecuador. El estudio se contextualiza en la industria petrolera, donde la fiabilidad de los activos es fundamental para la seguridad y la eficiencia operacional. El objetivo principal fue mejorar la confiabilidad de los activos críticos y reducir los costos de mantenimiento en un 30%. Este trabajo de investigación fue de naturaleza aplicada y utilizó un diseño exploratorio. Los resultados indicaron una reducción del 25% en los costos de mantenimiento y un aumento del 20% en la disponibilidad de los activos críticos. La conclusión enfatizó la viabilidad del RCM como estrategia para optimizar la gestión de activos en la industria petrolera.

Por su parte, Fuchs et al. (2020) desarrollaron una propuesta de mejora para el plan de gestión de mantenimiento utilizando una combinación de RCM y Lean Office en el

proceso de inyección de polímeros. Enfocado en la manufactura de plásticos, este estudio buscó incrementar la eficiencia operacional y reducir los desperdicios de producción. El objetivo fue lograr una reducción de los tiempos de inactividad por mantenimiento en un 40%. La investigación adoptó un enfoque de estudio de caso con un análisis cuantitativo. Los hallazgos mostraron una disminución del 45% en los tiempos de inactividad y una reducción de costos del 30%. La conclusión resaltó la efectividad de integrar RCM y Lean Office para mejorar la gestión de mantenimiento y la eficiencia de la producción.

A nivel nacional se tiene la investigación de Cruzado (2020) quien analizó la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en las bombas de carga de una refinería en Piura, Perú, destacando la necesidad de mejorar la confiabilidad y eficiencia operacional. El objetivo principal fue desarrollar un plan RCM que redujera los tiempos de inactividad y los costos de mantenimiento en un 25%. El estudio fue de tipo aplicado y descriptivo, utilizando un enfoque cuantitativo para evaluar la efectividad del RCM. Los resultados revelaron que, tras la implementación del RCM, los tiempos de inactividad se redujeron en un promedio de 30 horas al mes, y los costos de mantenimiento se disminuyeron en un 20%. La conclusión final fue que el RCM es una estrategia viable y efectiva para mejorar la operatividad y reducir costos en entornos industriales complejos.

Calderon (2020) llevó a cabo un estudio sobre la implementación de un plan de RCM en una empresa manufacturera de calzado, buscando disminuir los costos operativos y aumentar la eficiencia en la producción. El objetivo fue establecer un RCM que lograra reducir los costos operativos en un 15% mediante la optimización del mantenimiento. El tipo de estudio fue exploratorio y de intervención, donde se aplicaron métodos cuantitativos para medir los cambios. Los resultados indicaron una reducción del 18% en los costos operativos y un incremento del 5% en la productividad. La conclusión fue que el RCM proporcionó un marco significativo para la mejora continua y la rentabilidad en la industria del calzado.

Uribe (2020) desarrolló una investigación sobre la implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la disponibilidad de una máquina remalladora en una empresa textil. Este estudio se contextualiza en la necesidad de optimizar el uso de maquinaria crítica en la industria textil, buscando mejorar la eficiencia operativa y reducir tiempos muertos. El objetivo principal fue incrementar la disponibilidad de la máquina remalladora en un 30% y disminuir los costos de mantenimiento en un 20%. El tipo de estudio fue un caso de aplicación práctica con metodología cuantitativa. Los resultados mostraron que, tras la aplicación del RCM, la disponibilidad de la máquina aumentó en un 35%, y los costos de mantenimiento se redujeron en S/ 50,000 anuales. La conclusión del estudio indicó que el RCM es una estrategia efectiva para mejorar la disponibilidad de maquinaria y optimizar los costos en el sector textil.

Reyes (2022) analizó la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en un molino de barras en una empresa minera para reducir costos de mantenimiento. En el contexto de la minería, donde el equipo pesado es esencial, el estudio buscó identificar cómo el RCM podría minimizar los costos operativos y mejorar la eficiencia. El objetivo fue lograr una reducción del 25% en los costos de mantenimiento y un aumento del 15% en la eficiencia operativa del molino. Se trató de un estudio de intervención con un enfoque cuantitativo. Los resultados destacaron una disminución del 28% en los costos y un aumento del 18% en la eficiencia operativa. Como conclusión, se estableció que el RCM es clave para la sostenibilidad económica y operativa en la industria minera.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) sobre la reducción de los costos de mantenimiento de la empresa Calzature Jharsil, Trujillo - 2024?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar el impacto del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) sobre la reducción de los costos de mantenimiento de la empresa Calzature Jharsil, Trujillo - 2024.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación problemática de los costos de mantenimiento de la empresa Calzature Jharsil, Trujillo – 2024.
- Diseñar el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para la empresa Calzature Jharsil, Trujillo – 2024.
- Evaluar económicamente el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para la empresa Calzature Jharsil, Trujillo – 2024.
- Calcular la variabilidad de los costos de mantenimiento después de la aplicación del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) en la empresa Calzature Jharsil, Trujillo – 2024.

1.4. Hipótesis

El plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) reduce los costos de mantenimiento de la empresa Calzature Jharsil, Trujillo – 2024.

Capítulo 2. Metodología

2.1. Tipo de investigación

Una investigación aplicada de acuerdo con Ríos (2020) se enfoca en encontrar soluciones prácticas a problemas específicos, aplicando conocimientos teóricos y técnicos en contextos reales. Dicha investigación busca resultados que tengan un impacto directo y tangible en situaciones particulares o sectores específicos, a menudo con el objetivo de mejorar procesos, productos o servicios. En el caso de la presente investigación se clasifica como investigación aplicada porque directamente aborda y busca resolver un problema concreto de la empresa: la reducción de los costos de mantenimiento excesivos. Utiliza métodos cuantitativos para evaluar la efectividad de un plan de mantenimiento innovador, aplicando principios de la confiabilidad para lograr mejoras prácticas en la gestión de mantenimiento de la empresa.

Una investigación con enfoque cuantitativo según Méndez (2020) se caracteriza por la recolección y análisis de datos numéricos para formular hechos y descubrir patrones en la investigación. Este tipo de estudio utiliza métodos estadísticos para cuantificar los datos y generalmente se presenta en forma de cifras y estadísticas. En el caso de la presente investigación, se adopta un enfoque cuantitativo porque busca medir el impacto de la implementación de un plan de mantenimiento en términos numéricos, específicamente, la reducción en los costos de mantenimiento. Se utilizan herramientas cuantitativas para analizar datos como costos de mantenimiento antes y después de la implementación, eficiencia en el uso de repuestos, y tiempo de inactividad reducido, lo que permite evaluar de manera objetiva la eficacia del plan RCM introducido

Una investigación explicativa de acuerdo con Pérez et al. (2020) se centra en entender las causas de un fenómeno, explicando por qué ocurre algo de la manera en que lo hace. Este tipo de investigación busca identificar y analizar las relaciones entre variables para entender

las dinámicas internas y las causalidades subyacentes en un contexto particular. En la presente investigación se clasifica como explicativa porque no solo describe los costos elevados de mantenimiento y su impacto en la empresa, sino que también busca establecer un vínculo causal entre la implementación del RCM y la reducción de estos costos. Mediante el uso de técnicas cuantitativas, la investigación explora cómo y por qué la aplicación de estrategias basadas en la confiabilidad afecta directamente los costos operativos, proporcionando una comprensión profunda de las relaciones entre las prácticas de mantenimiento y la eficiencia financiera.

Un diseño pre experimental, según Niño (2019) incluye una intervención y una observación, pero carece de un grupo de control riguroso y de asignación aleatoria. Este diseño es utilizado a menudo para obtener una primera aproximación sobre los efectos de una intervención en un escenario en el que los controles estrictos no son posibles o prácticos. En la presente investigación se emplea un diseño pre experimental porque se observa el impacto de una intervención específica, la implementación del RCM, sobre los costos de mantenimiento, sin utilizar un grupo de control. Este diseño permite evaluar los cambios en los costos antes y después de la intervención, aunque con limitaciones en términos de control sobre otras variables que podrían influir en los resultados

2.2. Población y muestra

La elección de los reportes mensuales de costos de mantenimiento de todos los años de funcionamiento de la empresa como población de estudio para esta investigación es fundamental debido a su capacidad de proporcionar una visión completa y precisa de la evolución y tendencias de los costos de mantenimiento a lo largo del tiempo. Este enfoque permite analizar datos históricos exhaustivos, facilitando la identificación de patrones, anomalías y factores influyentes en el incremento o reducción de los costos. Al estudiar todos los reportes disponibles, la investigación asegura que la evaluación del impacto del Plan de

Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) sea lo más representativa y confiable posible, abarcando la totalidad del contexto operativo de la empresa sin sesgos de selección. Este análisis integral es crucial para establecer comparaciones válidas y fundadas antes y después de la implementación del plan, permitiendo atribuir con mayor precisión cualquier cambio en los costos a la intervención realizada.

En esta investigación, se optó por un muestreo no probabilístico y por conveniencia para la selección de la muestra debido a las limitaciones impuestas por la disponibilidad de datos proporcionados por la empresa. Este método fue necesario porque la empresa solo facilitó acceso a los datos de mantenimiento correspondientes al año 2023, restringiendo así el horizonte temporal del estudio. El muestreo no probabilístico y por conveniencia permite focalizar el análisis en este conjunto específico de datos, aunque no garantiza la representatividad de la muestra en relación con otros periodos operativos de la empresa. Sin embargo, este enfoque fue el más práctico y factible bajo las circunstancias dadas, permitiendo realizar un análisis detallado del impacto de la implementación del Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) durante el año en cuestión, maximizando los recursos y la información disponible.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos

Es crucial definir las técnicas e instrumentos adecuados para la recolección de datos en esta investigación. Se seleccionaron la observación y la gestión documental como métodos principales debido a la naturaleza de campo del estudio. Estas técnicas son especialmente apropiadas para el diseño de investigación planteado, ya que se manejarán datos primarios que requieren una organización efectiva (Méndez, 2020).

La observación directa será utilizada como una técnica clave para capturar la dinámica cotidiana dentro de la empresa, permitiendo documentar aspectos críticos que requieran análisis y evaluación. Esta técnica se aplicará en las etapas iniciales del

diagnóstico y en la formulación de procedimientos dentro del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), utilizando hojas de observación para registrar eficientemente los detalles observados durante el proceso.

Por otro lado, la gestión documental se empleará para acceder y recopilar datos esenciales a través de fuentes primarias dentro de la empresa, fundamentales para la interpretación y análisis subsiguiente. Los instrumentos que se utilizarán en este proceso incluyen registros del historial de costos de mantenimiento, formatos para el análisis de las causas raíces, registros de incidencias, documentación de procedimientos actuales y propuestos, presupuestos de inversión, cálculos de tasas de rendimiento aceptables, y formatos para la evaluación económica del plan de mantenimiento propuesto. Estos documentos serán vitales para proporcionar una base de datos completa para el estudio en curso.

Tabla 1

Técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados

Etapa de investigación	Fuente de información	Técnica empleada	Instrumentos empleados
Diagnóstico de la situación problemática	Procesos de mantenimiento de la empresa	Observación	Hoja de observación
	Registros oficiales del área de mantenimiento y gerencia de la empresa	Gestión Documental	Registro de historial de costos de mantenimiento
			Registro de historial de incidencias de mantenimiento
			Formato de costeo de causas raíces
Desarrollo del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM)	Procesos de mantenimiento de la empresa	Observación	Hoja de observación
	Registros oficiales del área de mantenimiento y gerencia de la empresa	gerencia de la empresa	Parte de registro de
Gestión Documental			

procedimientos actuales

Parte de registro de

procedi

mientos propuestos

Evaluación económica del Plan de Mantenimiento	Estados financieros oficiales de la empresa	Gestión Documental	Formato de presupuesto de inversión
			Formato de cálculo de tasa mínima de rendimiento aceptable
			Formato de ingresos y egresos
			Formato de análisis económico
Cálculo de variabilidad de costos de mantenimiento	Datos proyectados de la investigación	Gestión Documental	Formato de costeo de causas raíces después de la aplicación del estímulo
			Formato de variabilidad de costos de mantenimiento después de la aplicación del estímulo

2.4. Procedimientos

Este estudio se estructuró en seis fases clave siguiendo la metodología de investigación. Inicialmente, se definió el problema de investigación describiendo el entorno específico de los costos de mantenimiento y formulando las preguntas esenciales para entender las dimensiones del problema. Esto llevó a la definición de los objetivos y a justificar la relevancia del estudio.

Tras establecer el problema, el siguiente paso fue desarrollar el marco teórico, que proporciona una base sólida de conceptos y teorías para el análisis. Durante esta fase, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica para identificar y recopilar la literatura relevante, definir los conceptos clave, identificar variables, revisar metodologías y explorar estudios anteriores. Esta etapa también incluyó la precisión de términos clave según la matriz de operacionalización de variables, asegurando una comprensión clara y estructurada del enfoque teórico del estudio.

2.5. Aspectos éticos

En la realización de esta tesis, se prestaron especial atención y cuidado a los aspectos éticos implicados en la investigación académica. Primordialmente, se garantizó la confidencialidad y el anonimato de cualquier dato que pudiera identificar directa o indirectamente a la empresa involucrada y a sus empleados. Todos los datos recopilados se utilizaron exclusivamente con fines académicos y se almacenaron de manera segura para evitar accesos no autorizados.

Además, se obtuvo el consentimiento informado de la empresa antes de comenzar la recopilación de datos. Esto aseguró que todos los participantes estuvieran plenamente informados sobre el propósito de la investigación, los métodos utilizados, y cómo se manejarían y se divulgarían los resultados. Este consentimiento se realizó por escrito, proporcionando a los participantes una explicación detallada del estudio y la opción de retirarse en cualquier momento sin ninguna consecuencia.

Otro aspecto ético relevante fue el compromiso con la integridad académica. Se cuidó rigurosamente de citar todas las fuentes de información y teorías utilizadas en la formulación del marco teórico y en el análisis de datos, respetando los derechos de autor y contribuyendo a la comunidad académica con transparencia y honestidad. Además, se evitó cualquier sesgo personal o profesional que pudiera influir en los resultados del estudio, asegurando una interpretación objetiva y basada en evidencias.

Finalmente, la investigación se llevó a cabo con un compromiso firme hacia la responsabilidad social y profesional, considerando no solo los beneficios académicos y prácticos del estudio, sino también sus posibles impactos en los empleados y en la gestión de la empresa. Se buscó en todo momento que los resultados del estudio aportaran valor tanto a la comunidad académica como a la práctica industrial, promoviendo mejoras sostenibles y éticas en el mantenimiento de instalaciones.

Capítulo 3. Resultados

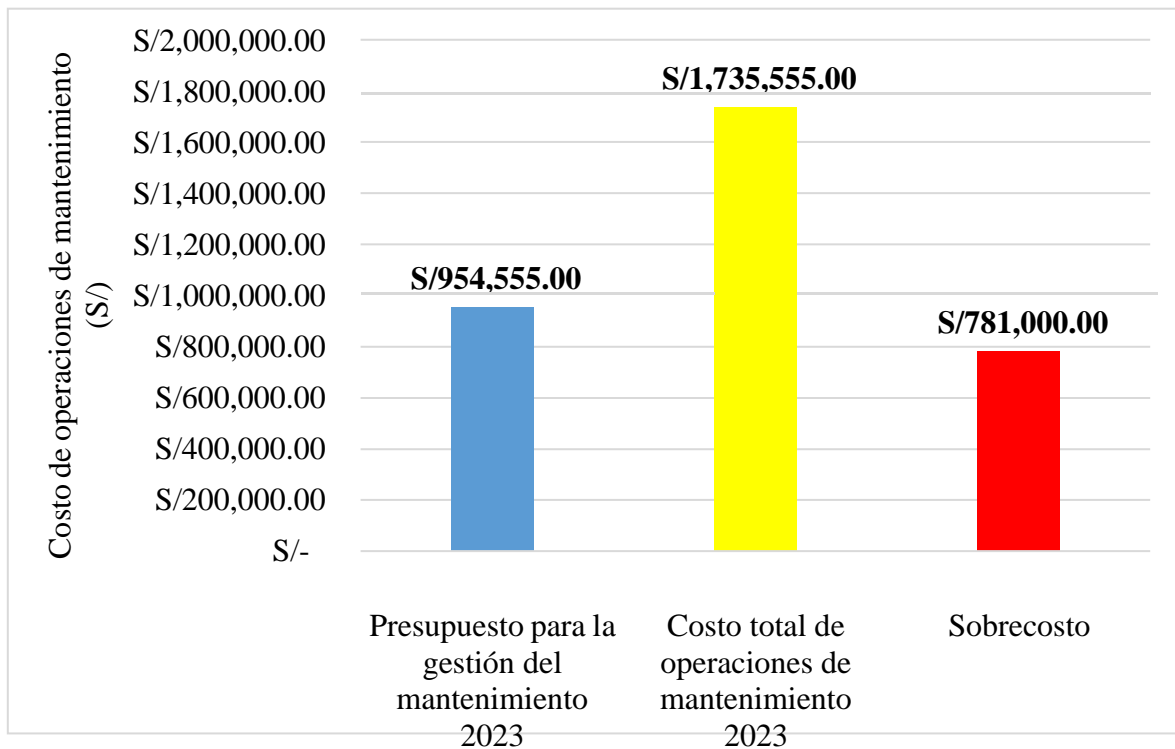
3.1. Diagnóstico de la situación problemática de los costos de mantenimiento

La figura 3 presentada resume y compara los costos de operaciones de mantenimiento de la empresa Calzature Jharsil durante el año 2023. Se pueden observar tres barras, cada una representando una categoría financiera distinta: el presupuesto para la gestión del mantenimiento, el costo total de operaciones de mantenimiento y el sobrecosto incurrido.

El presupuesto inicial para la gestión del mantenimiento en 2023 fue de S/ 954,555.00, cifra que se esperaba cubriera todas las necesidades de mantenimiento durante el año. Sin embargo, el costo total real de las operaciones de mantenimiento ascendió a S/ 1,735,555.00, sobrepasando significativamente el presupuesto inicial. Esta diferencia pone de manifiesto una gestión de mantenimiento que se ha desarrollado por encima de las expectativas presupuestarias, incurriendo en un sobrecosto de S/ 781,000.00.

Figura 3

Nivel de sobrecosto de las operaciones de gestión de mantenimiento - Año 2023



Nota. La evidente discrepancia entre los costos presupuestados y reales subraya la importancia de investigar y mejorar las prácticas de mantenimiento dentro de la empresa.

La magnitud del sobre costo, representado en la barra roja, sugiere desviaciones significativas en la planificación o la ejecución del mantenimiento. Esto puede deberse a una variedad de factores, incluyendo pero no limitado a: subestimación de los costos al momento de la presupuestación, incremento inesperado en los precios de repuestos o servicios, emergencia de reparaciones no planificadas o fallos en la maquinaria que requirieron intervenciones urgentes y costosas. Es por ello que el siguiente procedimiento fue realizar una observación y revisión profunda para encontrar las principales causas raíces que generan esta problemática.

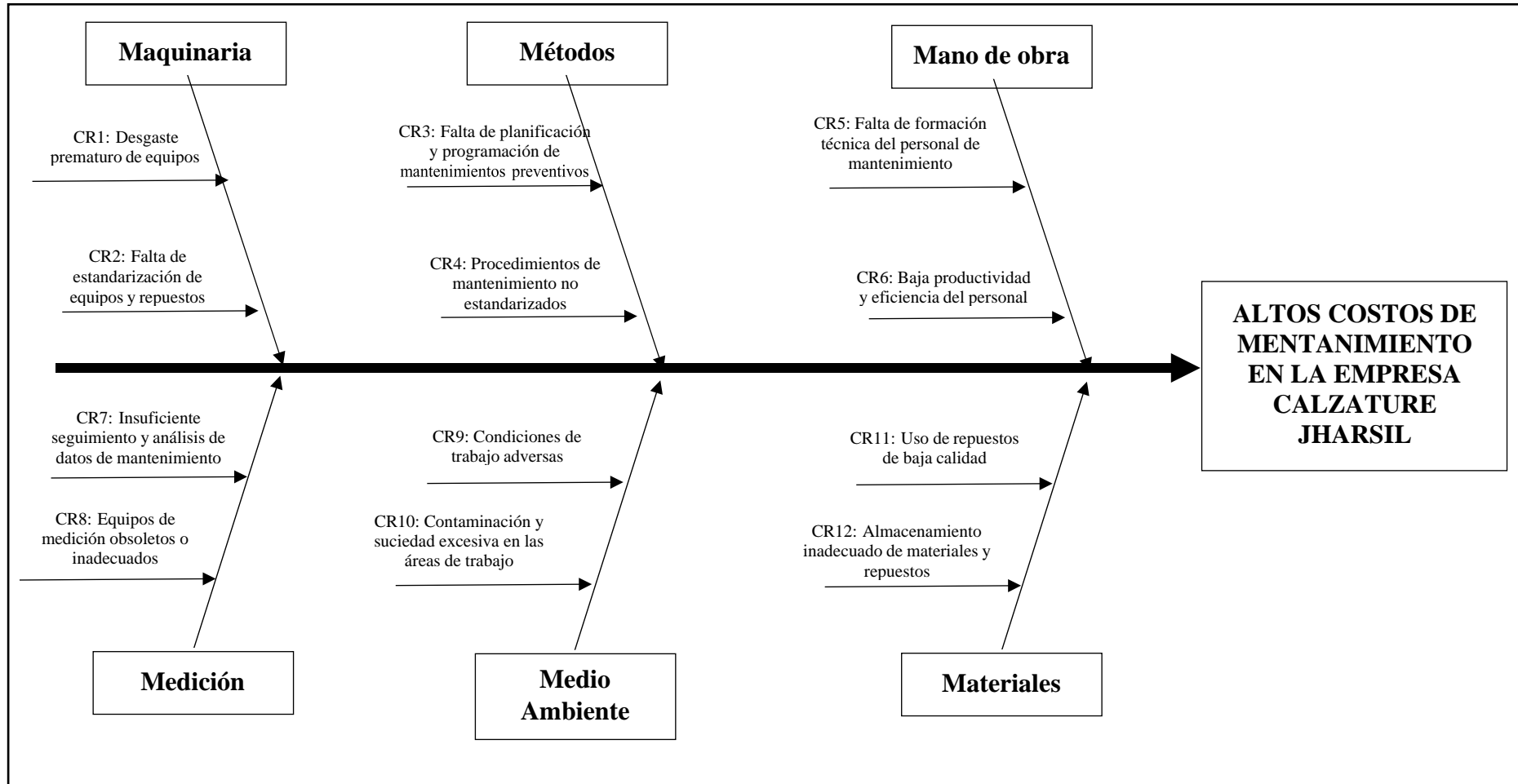
En la Figura 4 se presentada el análisis de Ishikawa, donde se logró desglosar las causas raíces que originan los altos costos de mantenimiento en la empresa Calzature Jharsil. Para el diagrama se empleó el criterio de las 6M: maquinaria, métodos, mano de obra, materiales, medición y medio ambiente; para un análisis más exhaustivo. Cada categoría se descompone en factores más específicos.

Cada una de estas categorías y subcategorías proporciona un marco detallado para analizar cómo los distintos elementos de la operación contribuyen al aumento de costos, ofreciendo un punto de partida para la formulación de estrategias que busquen optimizar el mantenimiento y, por ende, reducir costos en Calzature Jharsil.

Cada rama del diagrama representa una categoría de factores que podrían estar contribuyendo al problema, lo que permite una visión integral y sistémica de la situación problemática para facilitar la toma de decisiones estratégicas en la mejora de la gestión de mantenimiento.

Figura 4

Diagrama de Ishikawa de la problemática



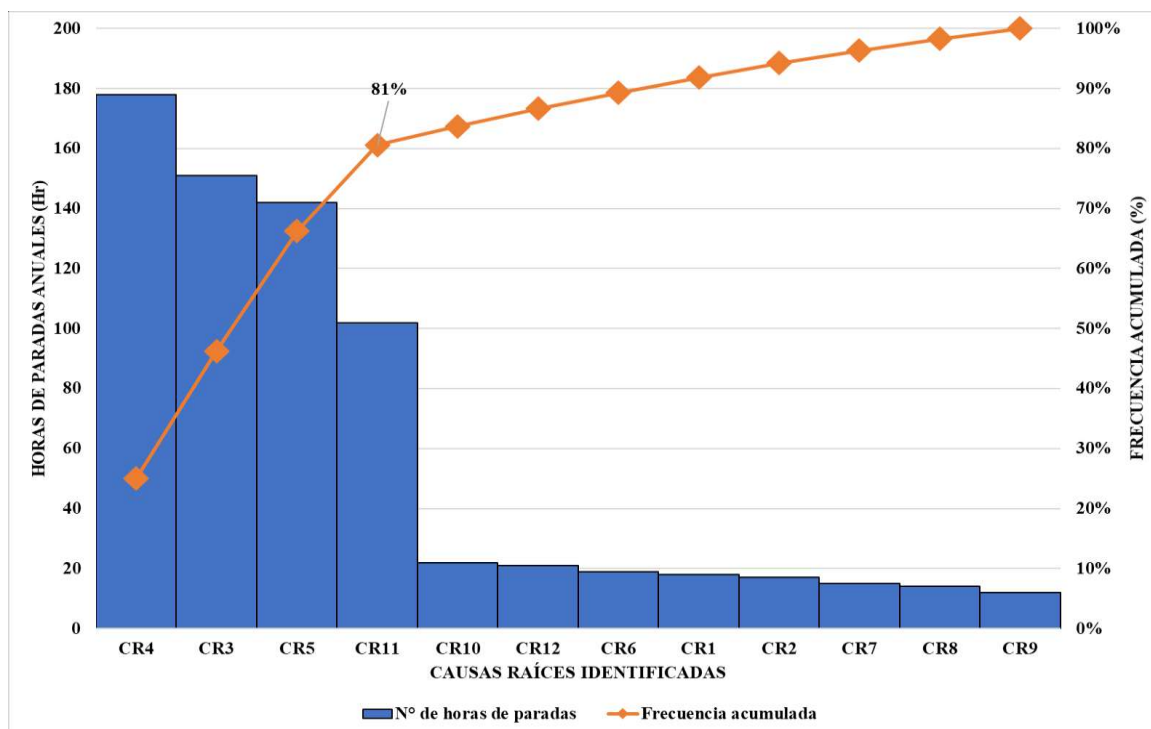
Nota. Cada rama del diagrama representa una categoría de factores que podrían estar contribuyendo al problema, lo que permite una visión integral y sistémica de la situación problemática para facilitar la toma de decisiones estratégicas en la mejora de la gestión de mantenimiento

Una vez identificadas las causas raíces del problema de los altos costos de mantenimiento en la empresa Calzature Jharsil, se procedió a realizar un análisis de Pareto. Este método permitió priorizar las causas que tenían una mayor relevancia en la problemática en cuestión, siguiendo la regla del 80/20. Para ello, se empleó como variable el número de horas de paradas anuales, basándose en registros internos de la empresa, para cada causa identificada.

El análisis reveló que una proporción significativa del problema se debía a un conjunto concentrado de factores. La representación gráfica en la Figura 5 mostró que las causas principales acumulaban el 80% de las horas totales de paradas. Esta acumulación de impacto en unas pocas causas permitió enfocar los esfuerzos de mejora en áreas donde se conseguiría un mayor beneficio en términos de reducción de tiempo improductivo y, por ende, de costos de mantenimiento.

Figura 5

Análisis de Pareto para la priorización de causas raíces



Nota. Las barras azules representan el número de horas de parada atribuidas a cada causa, ordenadas de mayor a menor. La línea anaranjada indica la frecuencia acumulada, resaltando cómo un porcentaje menor de causas es responsable de la mayoría de las paradas.

La Tabla 2 presenta un análisis detallado del impacto económico que las causas raíces priorizadas han tenido sobre los costos de mantenimiento de la empresa, con especial énfasis en las horas de paradas anuales y el sobre costo anual generado por cada una de estas causas.

Tabla 2
Impacto económico de las causas raíces priorizadas

Causa raíz priorizada	Horas de paradas anuales	Sobre costo anual generado
Procedimientos de mantenimiento no estandarizados	178	S/ 195,524.57
Falta de métodos para identificar fallos potenciales en máquinas	151	S/ 165,866.35
Falta de formación técnica del personal de mantenimiento	142	S/ 155,980.28
Uso de repuestos de baja calidad	102	S/ 112,042.17
Totales	573	S/ 629,413.37

Nota. El costo promedio por hora de parada que tiene la empresa es de S/ 1,098.45

La causa principal, procedimientos de mantenimiento no estandarizados, es responsable de 178 horas de paradas anuales, lo que conlleva a un sobre costo de S/ 195,524.57. Esto indica que la falta de un protocolo uniforme en las actividades de mantenimiento no solo afecta el tiempo productivo, sino que también tiene un peso considerable en la estructura de costos de la empresa.

La segunda causa, falta de métodos para identificar fallos potenciales en máquinas, con 151 horas de parada, genera un costo adicional de S/ 165,866.35. Esto sugiere una oportunidad significativa de mejora en los procesos predictivos y preventivos de la compañía.

La tercera causa, falta de formación técnica del personal de mantenimiento, con 142 horas de parada, incurre en costos de S/ 155,980.28. Esto subraya la importancia de una capacitación adecuada para el personal, que podría evitar paradas innecesarias y mejorar la eficiencia general.

El uso de repuestos de baja calidad es la cuarta causa priorizada, con 102 horas de parada, reflejando un costo de S/ 112,042.17. Esta cifra resalta cómo la selección de materiales y componentes afecta directamente la operatividad y los gastos de mantenimiento.

En suma, estas cuatro causas raíces suman 573 horas de parada en total, con un impacto económico combinado de S/ 629,413.37. Este análisis resalta la importancia de abordar estos factores críticos para mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos de mantenimiento en la empresa.

En la tabla 3, se ofrece una visión integral de la estrategia adoptada para la elaboración de plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), cuya finalidad fue eliminar las causas raíces identificadas que contribuyeron a los altos costos de mantenimiento. Se detalla una selección meticulosa de herramientas de mejora, específicamente alineadas con los principios del mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), junto con indicadores clave de rendimiento que permitieron medir el impacto de las intervenciones realizadas.

Tabla 3
Listas de herramientas de mejora e indicadores

Causa raíz	Herramienta de mejora	Indicador	Valor actual	Valor meta (50%)
Procedimientos de mantenimiento no estandarizados	Estandarización de procesos	Eficacia del mantenimiento	60.87%	91%
Falta de métodos para identificar fallos potenciales en máquinas	AMEF	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	52 horas	78 horas
Falta de formación técnica del personal de mantenimiento	Mantenimiento autónomo	Tiempo medio de reparación (MTTR)	3.46 horas	1.73 horas
Uso de repuestos de baja calidad	Gestión de repuestos	Tasa de reemplazo de componentes	2.10 repuestos/hora	1.05 repuestos/hora

Para la causa raíz de, procedimientos de mantenimiento no estandarizados, se seleccionó la estandarización de procesos como herramienta de mejora. El indicador elegido fue la eficacia del mantenimiento, cuyo valor inicial fue del 60.87%. Se buscó alcanzar una mejora del 50% y situar este valor en 91%, lo que reflejaría una adhesión casi perfecta a los procesos estandarizados, asegurando así la calidad y uniformidad en las actividades de mantenimiento.

En el caso de la falta de métodos para identificar fallos potenciales en máquinas, se eligió el Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMEF), con el objetivo de duplicar la efectividad de este proceso, pasando de un Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) de 52 horas a una meta de 78 horas. Esta mejora significaría una mayor confiabilidad y disponibilidad de las máquinas.

Para la falta de formación técnica del personal de mantenimiento se seleccionó el mantenimiento autónomo como herramienta de mejora, con el fin de capacitar al personal para realizar tareas de mantenimiento básicas y detectar anomalías. El Tiempo Medio de Reparación (MTTR) inicial fue de 3.46 horas, y la meta era reducirlo a la mitad, 1.73 horas, lo que demostraría una mejora sustancial en la capacidad de respuesta y habilidad del personal técnico.

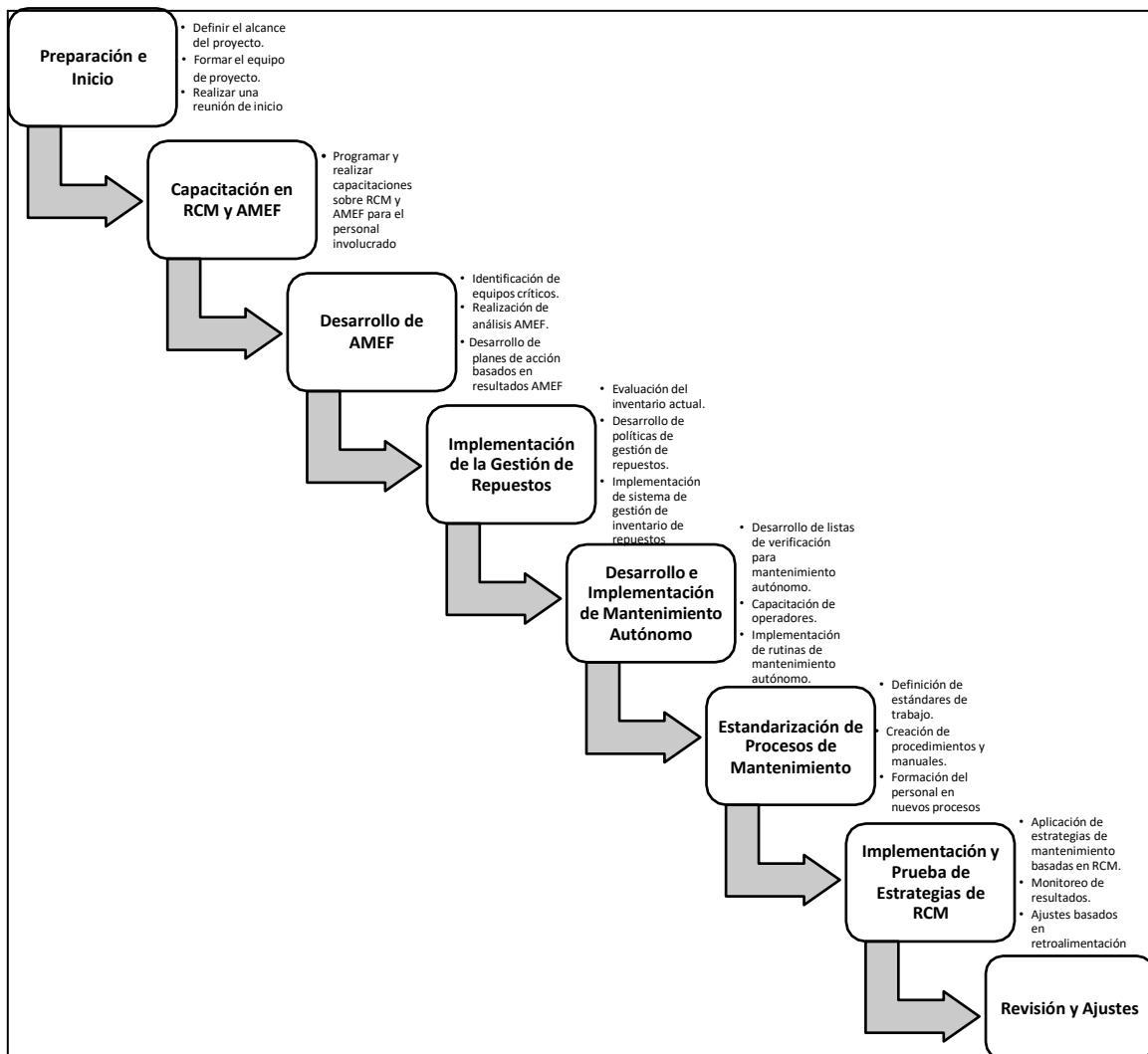
Finalmente, para el uso de repuestos de baja calidad, se eligió la gestión de repuestos, para lo cual se estableció como indicador principal la Tasa de Reemplazo de Componentes que tenía un valor inicial de 2.10 repuestos/hora. La meta propuesta fue reducir esta tasa a 1.05 repuestos/hora, lo que indicaría un uso más eficiente y efectivo de repuestos de mayor calidad, con una reducción del desperdicio y los costos asociados.

3.2. Diseño del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM)

Habiéndose diagnosticado a profundidad la situación inicial de los costos de mantenimiento de la empresa y seleccionado las principales herramientas de mejora, se procedió con el diseño de un plan detallado en busca de la optimización de los procesos de mantenimiento mediante la aplicación de la metodología RCM. Este plan se articuló en varias etapas secuenciales, cada una con actividades específicas y responsables claramente definidos.

Figura 6

Procedimiento del Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM)



Nota. El diseño captura el flujo y las conexiones entre cada fase, desde el inicio del plan hasta las etapas de seguimiento, alineándose con el enfoque estructurado de RCM.

Inicialmente, se definió el alcance del proyecto, que comprendía la determinación precisa de objetivos y límites del plan RCM, seguido por la formación del equipo de proyecto que integraba puestos claves de la empresa, tales como el investigador, gerente de mantenimiento, y gerente de producción y logística. Una reunión de inicio se llevó a cabo, donde se alinearon las expectativas y se estableció el rumbo del proyecto.

Posteriormente, se programaron y realizaron sesiones de capacitación en RCM y AMEF, dirigidas al personal técnico de mantenimiento y operadores de máquina. Estas capacitaciones tuvieron como finalidad asegurar la comprensión uniforme de los principios y técnicas subyacentes en RCM y AMEF por parte de todos los involucrados en el proceso de mantenimiento.

La etapa siguiente abarcó el desarrollo del AMEF, empezando con la identificación de los equipos críticos. Se realizó un meticuloso análisis AMEF, que permitió el desarrollo de planes de acción enfocados en la prevención y mitigación de fallos. Los resultados del AMEF orientaron la toma de decisiones estratégicas en la gestión de mantenimiento.

En lo que concierne a la gestión de repuestos, se evaluó el inventario existente, lo que llevó al desarrollo e implementación de políticas de gestión de repuestos y un sistema de gestión de inventario, optimizando así la disponibilidad y utilización de los mismos.

El mantenimiento autónomo se desarrolló a través de la creación de listas de verificación y la capacitación de los operadores, culminando en la implementación de rutinas de mantenimiento autónomo, lo que promovía una mayor participación del personal operativo en la conservación de sus equipos.

La estandarización de los procesos de mantenimiento fue un paso crucial. Se definieron estándares de trabajo, se crearon procedimientos y manuales, y se formó al

personal en los nuevos procesos estandarizados, garantizando así la coherencia y eficacia en las operaciones de mantenimiento.

La implementación y prueba de las estrategias de RCM incluyeron la aplicación de estrategias de mantenimiento basadas en RCM, el monitoreo de los resultados obtenidos, y la realización de ajustes basados en la retroalimentación recibida. Este ciclo iterativo de revisión y mejora permitía afinar continuamente el plan de mantenimiento.

Finalmente, se llevó a cabo una revisión y ajuste del progreso del plan de RCM. Se realizaron ajustes estratégicos según fuese necesario y se planificaron actividades de seguimiento para asegurar la sostenibilidad y la mejora continua del mantenimiento basado en la confiabilidad.

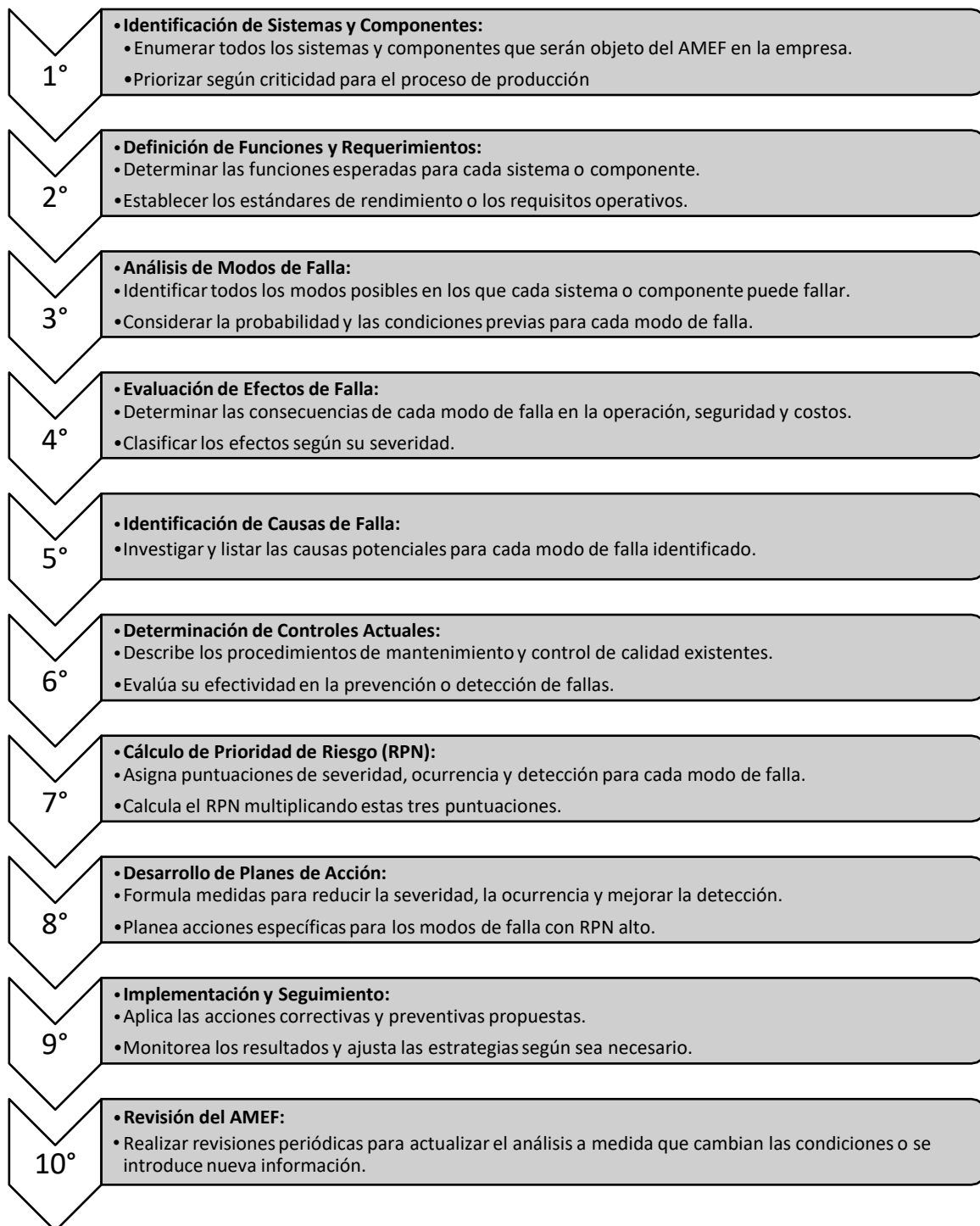
Este proceso integral reflejó un compromiso firme con la eficiencia operativa y la reducción de costos de mantenimiento, situando a la empresa Calzature Jharsil en un camino hacia la excelencia en el mantenimiento y la operación de sus activos.

La figura 8 presenta un diagrama de Gantt del plan de mantenimiento, que fue una herramienta de gestión de proyectos que sirvió para programar las actividades y monitorear el avance del plan. Este tipo de gráfico fue esencial para visualizar la duración de las tareas a lo largo del período de tiempo establecido y para identificar cómo estas se relacionan entre sí.

Este diagrama fue particularmente útil en el contexto de la presente investigación que abordó el desarrollo y la implementación de un plan de mantenimiento, ya que permitió al equipo del proyecto y a los stakeholders tener una representación gráfica clara del calendario del proyecto, facilitando la supervisión del progreso y garantizando que el proyecto se mantenga en el camino previsto. El detalle de actividad desarrollada se encuentra disponibles en los anexos xxxx.

Dentro del contexto del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para la empresa Calzature Jharsil, se ejecutó un exhaustivo proceso de Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF). En la figura 8 se muestra el procedimiento ejecutado.

Figura 8
Procedimiento de implementación de AMEF



Nota. El AMEF se integra dentro de la estrategia de mantenimiento de la empresa para mejorar la confiabilidad y reducir los costos de mantenimiento.

Este proceso comenzó con la meticulosa identificación de todos los sistemas y componentes relevantes para la producción. Cada elemento fue evaluado y priorizado según su importancia y su impacto potencial en la continuidad operativa y la seguridad.

A continuación, se definieron con precisión las funciones y los requisitos de rendimiento para cada sistema y componente. Esto estableció un marco de referencia claro para valorar la adecuación operativa y las expectativas de desempeño. Una vez establecidas estas bases, se procedió al análisis detallado de los modos en los que cada elemento podría fallar, tomando en cuenta la probabilidad y las condiciones previas que podrían conducir a tales fallos.

El siguiente paso involucró la evaluación de los efectos de cada posible falla, donde se consideraron las implicaciones en términos de operatividad, seguridad y costos, clasificando los efectos según su gravedad. Este análisis permitió la identificación de las causas raíz potenciales de las fallas, proporcionando así pistas esenciales para el desarrollo de estrategias de mitigación.

Se llevó a cabo una revisión de los controles existentes para detectar y prevenir fallas, lo que incluyó una valoración de los procedimientos de mantenimiento actuales y las prácticas de control de calidad. La eficacia de estos controles se midió, permitiendo reconocer oportunidades de mejora.

Posteriormente, se calculó la Prioridad de Riesgo (RPN) para cada modo de falla, asignando puntuaciones de severidad, ocurrencia y detección. El RPN proporcionó una cuantificación del riesgo que ayudó a priorizar las acciones correctivas y preventivas.

Con base en estas evaluaciones, se formularon y aplicaron planes de acción detallados dirigidos a los modos de falla con los RPN más altos. Estas acciones se enfocaron en reducir la severidad y la ocurrencia, así como en mejorar la detección de fallas.

Finalmente, se implementaron las estrategias propuestas y se estableció un sistema de monitoreo para evaluar la eficacia de las intervenciones. Ajustes se hicieron según fue necesario, basados en la retroalimentación continua y los resultados observados. Este proceso culminó con revisiones periódicas del AMEF, asegurando que el análisis se mantuviera actualizado y reflejara con precisión el entorno operativo cambiante y las mejoras implementadas.

Este riguroso proceso AMEF se desarrolló con el propósito de fortalecer el plan de mantenimiento RCM, fundamentando las decisiones en datos sólidos y análisis sistemáticos, y demostrando ser un componente esencial en la estrategia global de la empresa para mejorar la confiabilidad y optimizar los costos de mantenimiento.

La figura 9 captura el estudio de dos procesos primordiales: corte y apurado, abarcando equipos específicos como las troqueladoras de bandera y máquinas TESEO para el corte, y máquinas de coser de dos y una aguja para el apurado.

Para cada equipo, se identificaron sus funciones esenciales, modos de falla y los efectos resultantes. Por ejemplo, en las troqueladoras de bandera, el desgaste de la matriz de corte era un modo de falla que llevaba a cortes imprecisos y aumento del material desechado. Las causas de estas fallas se atribuyeron al uso continuo y al mantenimiento inadecuado, con controles actuales consistiendo en inspecciones visuales irregulares.

El análisis utilizó una cuantificación basada en la severidad, ocurrencia y detección de las fallas, calculando un Número de Prioridad de Riesgo (NPR) para determinar la urgencia de intervención. Para las troqueladoras de bandera con un modo de falla de desgaste de la matriz, el NPR inicial fue de 448, basado en una alta severidad, ocurrencia y detección de la falla.

Figura 9

Ficha de análisis documental para el registro del análisis AMEF

Ficha de análisis documental para el registro del análisis AMEF															
Nombre del proyecto:		Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil													
Responsable de actividad:		Bach. Germán Cabellos Rojas													
Fórmula para el cálculo del NPR:		NPR = Severidad x Ocurrencia x Detección													
Escala de evaluación:		500 – 1000		Alto riesgo de falla											
		125 – 499		Riesgo de falla medio											
		1 – 124		Riesgo de falla bajo											
		0		No existe riesgo de falla											
PROCESO	EQUIPO O MÁQUINA	FUNCIÓN DEL EQUIPO O MÁQUINA	MODO DE FALLO	EFEECTO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	CONTROLES ACTUALES	S	O	D	N	S	O	D	N	
							EV	CC	TE	PR	EV	CC	TE	PR	
							R	R	R	R	R	R	R	R	
							I	E	C	C	I	I	I	I	
							D	N	Ó	N	D	N	Ó	N	
							A	C	N	A	A	A	A	A	
CORTE	Troqueladoras de bandera	Realizar cortes precisos en materiales para la fabricación de calzado.	Desgaste de la matriz de corte.	Cortes imprecisos y aumento de material desechado.	Uso continuo y mantenimiento inadecuado.	Inspecciones visuales irregulares.	7	8	8	448	Programar inspecciones regulares y mantenimiento preventivo, establecer un plan de reemplazo para las matrices.	4	4	3	48
			Fallo en el sistema hidráulico.	Fallos en la operación de corte y paradas de producción.	Fugas de aceite o desgaste de componentes.	Revisión periódica sin un cronograma fijo.	8	9	9	648	Establecer un programa de mantenimiento para el sistema hidráulico, capacitar al personal en la detección de fugas y problemas comunes.	3	3	2	18
	Máquina TESEO	Realizar cortes automatizados de alta precisión en materiales diversos.	Errores de software/calibración.	Cortes incorrectos, desperdicio de material.	Actualizaciones de software inadecuadas, calibración incorrecta.	Re-calibración ocasional por personal técnico.	7	8	8	448	Implementar un calendario de actualizaciones y calibraciones regulares, entrenamiento técnico para operadores en la calibración básica y diagnóstico de errores.	4	5	3	60
			Desgaste o daño de la herramienta de corte.	Cortes no limpios, aumento en el tiempo de producción.	Uso continuo sin mantenimiento adecuado.	Cambio de herramientas basado en la detección de problemas de calidad.	8	9	9	648	Establecer parámetros de vida útil de herramientas y rutinas de mantenimiento preventivo, capacitación de operarios en inspecciones de pre-uso.	3	4	2	24
APARADO	Máquinas de poste 2 agujas	Realizar costuras detalladas y precisas en el calzado.	Rotura del hilo durante la costura.	Interrupciones en la producción, disminución de la calidad de la costura.	Tensión incorrecta del hilo o uso de hilo de baja calidad.	Verificación manual esporádica de la tensión y calidad del hilo.	7	8	8	448	Establecer procedimientos regulares de revisión y ajuste de la tensión del hilo, seleccionar proveedores de hilo de alta calidad.	4	3	3	36
			Desalineación de la aguja.	Costuras defectuosas, daño al material.	Montaje incorrecto o desgaste natural.	Reemplazo de la aguja cuando se observan defectos.	8	9	8	576	Capacitación de los operarios en la correcta instalación de las agujas y programar revisiones periódicas de alineación.	3	3	2	18
	Máquinas de poste de 1 aguja	Realizar costuras detalladas y precisas en el calzado.	Fallo del mecanismo de alimentación del material.	Alimentación irregular del material, lo que lleva a costuras torcidas o incompletas.	Desgaste de componentes, obstrucciones o ajustes incorrectos.	Limpieza y ajustes durante los cambios de turno o cuando se detectan problemas.	8	8	8	512	Implementación de inspecciones y mantenimientos rutinarios del mecanismo de alimentación, entrenamiento de mantenimiento preventivo para operarios.	4	4	4	64
			Sobrecalentamiento del motor.	Paradas forzadas, reducción de la vida útil del motor.	Uso excesivo sin períodos adecuados de descanso o fallo en el sistema de refrigeración.	Intervención basada en la falla del equipo.	8	9	8	576	Establecer tiempos de descanso regulares para las máquinas, verificar y mantener el sistema de refrigeración.	3	5	3	45

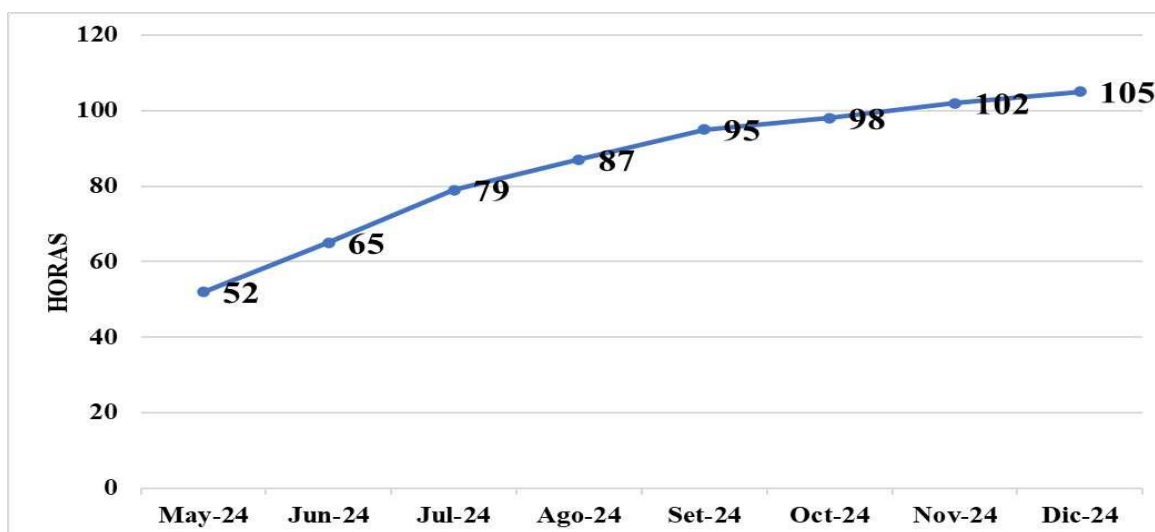
Nota. De acuerdo a la clasificación realizada por diversos autores la presente investigación por su finalidad es del tipo aplicada, porque busca aplicar los conocimientos teóricos y técnicos sobre el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad

Tras el análisis inicial, se propusieron controles recomendados para mitigar el riesgo y mejorar la confiabilidad de los equipos. Estas recomendaciones variaban desde la programación de inspecciones regulares y mantenimiento preventivo hasta la capacitación del personal y el establecimiento de programas de mantenimiento para sistemas específicos como el hidráulico en las troqueladoras.

El proceso AMEF reveló oportunidades significativas de mejora en el mantenimiento de equipos, y se tomaron acciones concretas para reducir el NPR en todos los casos. Por ejemplo, los controles recomendados para las troqueladoras redujeron el NPR de 448 a 48, una mejora sustancial que refleja un enfoque proactivo y metódico en la reducción de fallas y optimización de la producción.

La Figura 10 muestra la proyección del MTBF desde mayo hasta diciembre de 2024. En donde se observa un aumento progresivo del MTBF, que parte de 52 horas y alcanza las 105 horas al final del periodo proyectado. Este incremento refleja una mejora constante en la confiabilidad de los equipos, producto de la implementación de soluciones derivadas del análisis AMEF.

Figura 10
Proyección del Tiempo medio entre fallas (MTBF) (horas)



Nota. Los datos se proyectaron basados en un modelo matemático lineal, considerando una disminución del número de fallas por la cobertura de soluciones que el AMEF desarrolló.

Luego de aplicar AMEF se desarrolló un proceso meticuloso de gestión de repuestos. Inicialmente, se llevó a cabo una evaluación completa del inventario de repuestos, donde se clasificaron y determinaron aquellos críticos, utilizando como referencia el análisis AMEF y la información histórica del mantenimiento. En la figura 11 de la siguiente página se detalla el proceso completo.

Sobre la base de esta evaluación, se formularon políticas detalladas para la adquisición, almacenamiento y reemplazo de repuestos. Estas políticas incluían criterios precisos para definir los niveles óptimos de stock, puntos de reorden y cantidades económicas para los pedidos, asegurando la disponibilidad continua y evitando excesos onerosos.

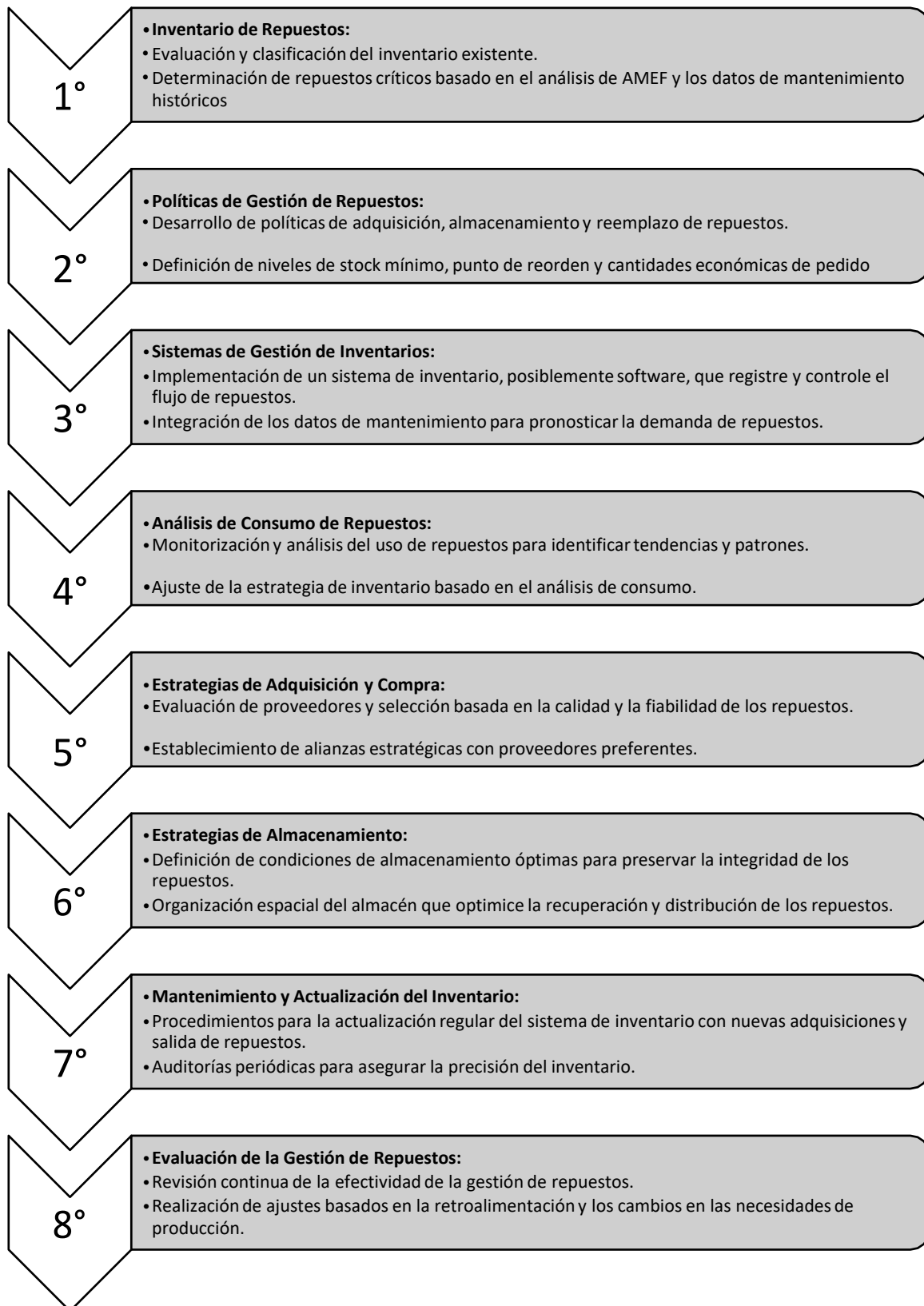
Con las políticas en su lugar, se implementó un avanzado sistema de gestión de inventario. Este sistema no solo registraba la entrada y salida de repuestos, sino que también se integraba con datos de mantenimiento existentes para prever futuras necesidades de repuestos de forma proactiva.

El consumo de repuestos fue monitorizado cuidadosamente para identificar tendencias, lo que facilitó ajustes dinámicos en la estrategia de inventario. Este seguimiento continuo también informaba las estrategias de adquisición, destacando la importancia de seleccionar proveedores que cumplieran con los estándares de calidad y confiabilidad demandados por la empresa.

Además, se definieron estrategias de almacenamiento meticulosas, estableciendo condiciones óptimas para la conservación de los repuestos y una organización del almacén que facilitara un acceso rápido y eficiente. Este enfoque estratégico no solo mejoraba la operatividad, sino que también se alineaba con las mejores prácticas de conservación de recursos

Figura 11

Procedimiento de implementación de Gestión de Repuestos



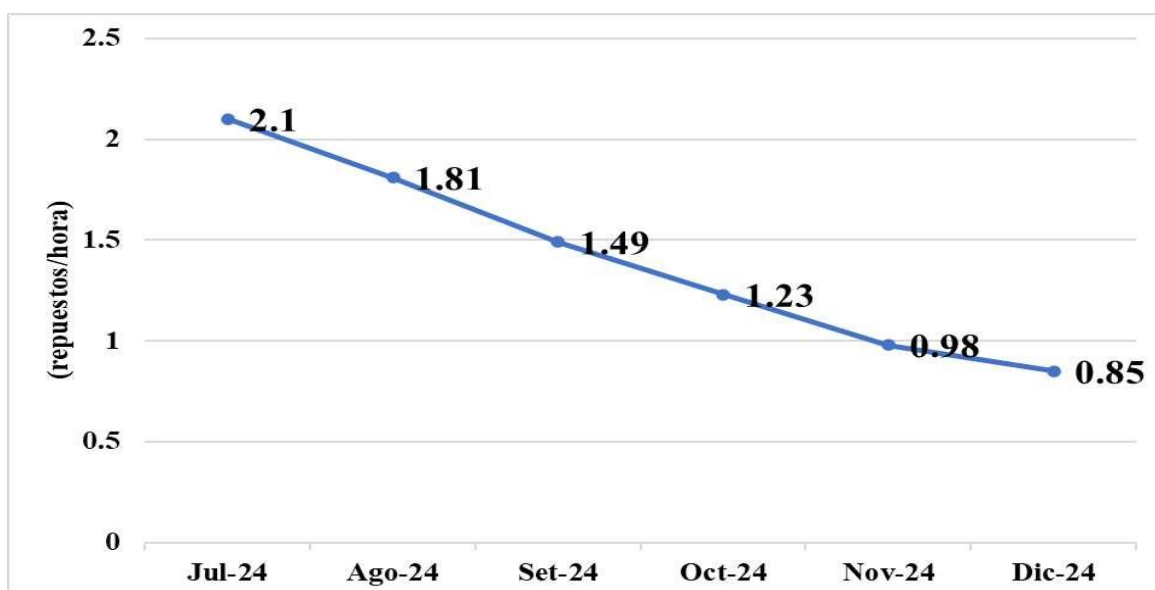
Nota. La Gestión de repuestos se integra dentro de la estrategia de mantenimiento de la empresa para mejorar la confiabilidad y reducir los costos de mantenimiento.

El mantenimiento y la actualización del inventario se convirtieron en procedimientos regulares, con actualizaciones tras cada nueva adquisición y uso de repuestos. Auditorías periódicas garantizaban la precisión y la fiabilidad del sistema de inventario.

Finalmente, se instituyó una evaluación continua de la gestión de repuestos, que permitía una revisión constante y la introducción de mejoras basadas en la retroalimentación operativa y los cambios en los requisitos de producción. Este proceso no solo afirmaba el compromiso con la eficiencia y la optimización de costos, sino que también aseguraba que la gestión de repuestos se mantuviera como un pilar clave en la estrategia general de mantenimiento de la empresa.

La Figura 12 ilustra la proyección de la Tasa de Reemplazo de Componentes en la empresa Calzature Jharsil a lo largo de la segunda mitad del año 2024. Esta tasa muestra una tendencia decreciente, partiendo de 2.1 repuestos por hora en julio y disminuyendo a 0.85 en diciembre. La progresiva reducción sugiere que las medidas adoptadas para la gestión de repuestos han sido efectivas.

Figura 12
Proyección de la Tasa de reemplazo de componentes



Nota. Los datos se proyectaron basados en un modelo matemático lineal, considerando una disminución del número de repuestos reemplazados por la cobertura de soluciones que la gestión de repuestos desarrolló.

En paralelo al desarrollo de la gestión de repuestos, se estableció la implementación del Mantenimiento Autónomo, diseñado para fortalecer la confiabilidad de los equipos y la eficiencia operacional. Este proceso se inició estableciendo los fundamentos del Mantenimiento Autónomo, cuya finalidad era la de empoderar a los operadores y crear un ambiente de mantenimiento proactivo, en consonancia con los principios de RCM. En la figura 13 se detalla el proceso completo.

Se desarrollaron estándares operativos, que proporcionaron una guía clara para las inspecciones y el mantenimiento regular, alineados con las directrices estratégicas del análisis AMEF. La creación de listas de verificación detalladas facilitó la implementación de inspecciones rutinarias y procedimientos de mantenimiento esenciales que los operadores podían llevar a cabo de manera independiente.

La capacitación fue una fase crucial en la que los operadores adquirieron habilidades necesarias para realizar tareas de mantenimiento básicas, enfatizando la importancia de su rol en la preservación de la maquinaria. Estas actividades formativas no solo mejoraron su competencia técnica, sino que también fomentaron una mayor responsabilidad y sentido de propiedad sobre los equipos.

Se instauraron rutinas de mantenimiento que se ejecutaban con regularidad, basadas en las listas de verificación. El seguimiento de estas actividades se registró meticulosamente, lo que permitió una evaluación y ajustes continuos. La comunicación y la retroalimentación entre los operadores y el personal de mantenimiento se fomentaron activamente, lo cual permitió refinar las prácticas de Mantenimiento Autónomo y adaptarlas a las necesidades cambiantes.

Se realizó un monitoreo continuo para evaluar la eficacia del Mantenimiento Autónomo. Este seguimiento incluyó el análisis de su impacto en indicadores clave como el MTTR.

Figura 13
Procedimiento de implementación de Mantenimiento

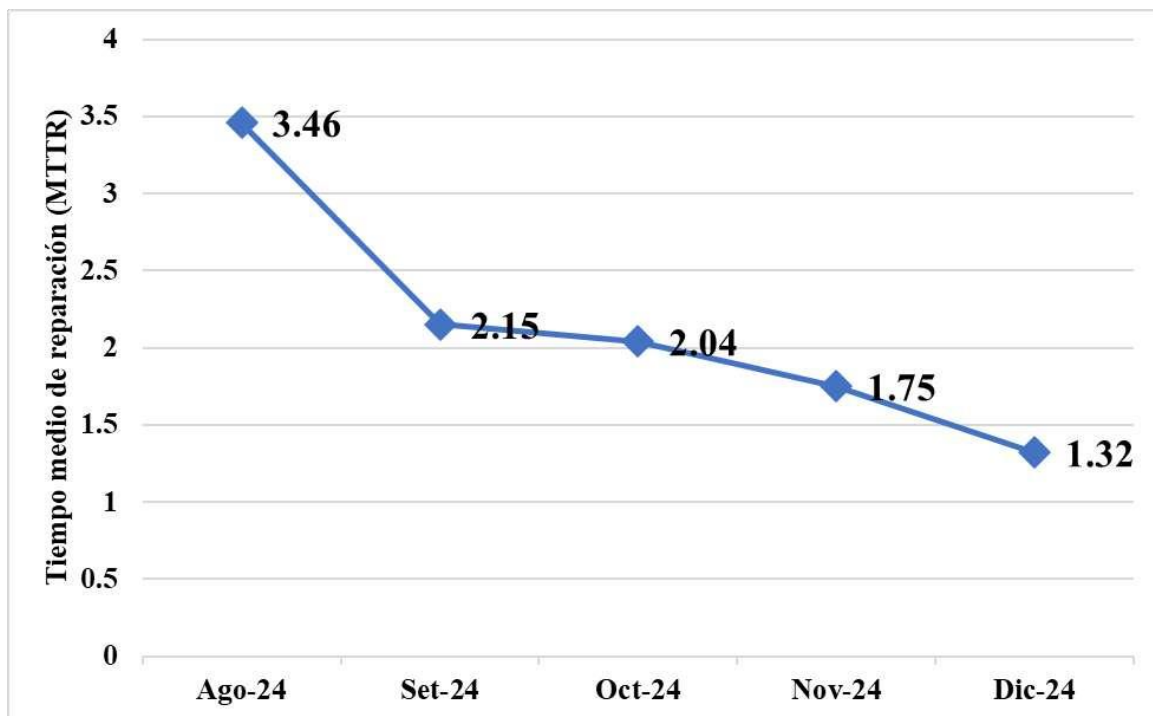


Nota. El Mantenimiento Autónomo se integra dentro de la estrategia de mantenimiento de la empresa para mejorar la confiabilidad y reducir los costos de mantenimiento.

Finalmente, el Mantenimiento Autónomo se integró como un pilar dentro de la estrategia global de mantenimiento de la empresa. Este enfoque holístico fue fundamental para cultivar una cultura de mantenimiento que valoraba el conocimiento, la iniciativa y la participación de cada operario, y se alineaba estrechamente con los objetivos de reducción de costos y mejora de la confiabilidad establecidos en la tesis.

La Figura 14 muestra la proyección del Tiempo Medio de Reparación (MTTR), desde agosto hasta diciembre de 2024. La gráfica refleja una tendencia decreciente en el MTTR, partiendo de 3.46 horas y disminuyendo hasta 1.32 horas al final del período. Esta reducción sugiere una mejora notable en la eficiencia de las reparaciones, atribuida a la implementación exitosa de estrategias de mantenimiento autónomo. Las intervenciones han optimizado los procedimientos de reparación y han fortalecido la capacidad de los operarios para abordar y resolver incidentes de manera efectiva.

Figura 14
Proyección del tiempo medio de reparación (MTTR)



Nota. Los datos se proyectaron basados en un modelo matemático lineal, considerando una disminución del número de incidencias de fallas por la cobertura de soluciones que el mantenimiento autónomo desarrolló.

La última herramienta de mejora en ejecutarse fue la estandarización de procesos de mantenimiento, inicialmente se efectuó un análisis exhaustivo de los procedimientos de mantenimiento vigentes, documentando las operaciones actuales y detectando variaciones e ineficiencias. En la Figura 15 se detalla el proceso completo.

Posteriormente, se procedió a la definición de las mejores prácticas, amalgamando recomendaciones de estándares industriales con las lecciones aprendidas a través del análisis AMEF y las prácticas de Mantenimiento Autónomo previamente implementadas. A partir de este cimiento de conocimiento, se desarrollaron procedimientos de mantenimiento estandarizados, los cuales incluían instrucciones detalladas, listas de verificación y especificaciones técnicas para asegurar la precisión y eficacia en todas las tareas de mantenimiento.

La documentación de los nuevos procesos se concretó en manuales de mantenimiento y guías operativas, herramientas cruciales para la consistencia y la transmisión del conocimiento a lo largo de la organización. El personal fue entonces capacitado en la aplicación y comprensión de estos procedimientos estandarizados, lo que fortaleció sus competencias y aseguró la adhesión a las nuevas prácticas.

Con la formación concluida, se implementaron los procedimientos estandarizados en las operaciones diarias, proporcionando supervisión y apoyo durante este periodo de transición. La retroalimentación jugó un papel fundamental, permitiendo el ajuste y la refinación continua de los procesos basados en las experiencias reales del personal.

El seguimiento y la evaluación de la implementación se realizaron a través de indicadores clave como el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) y el Tiempo Medio de Reparación (MTTR), cuyas mejoras reflejaron la efectividad de los procesos estandarizados. Además, los procedimientos se integraron en los sistemas de gestión de mantenimiento, utilizando herramientas de software para facilitar su adhesión y seguimiento continuo.

Figura 15
Procedimiento de implementación de Estandarización de procesos

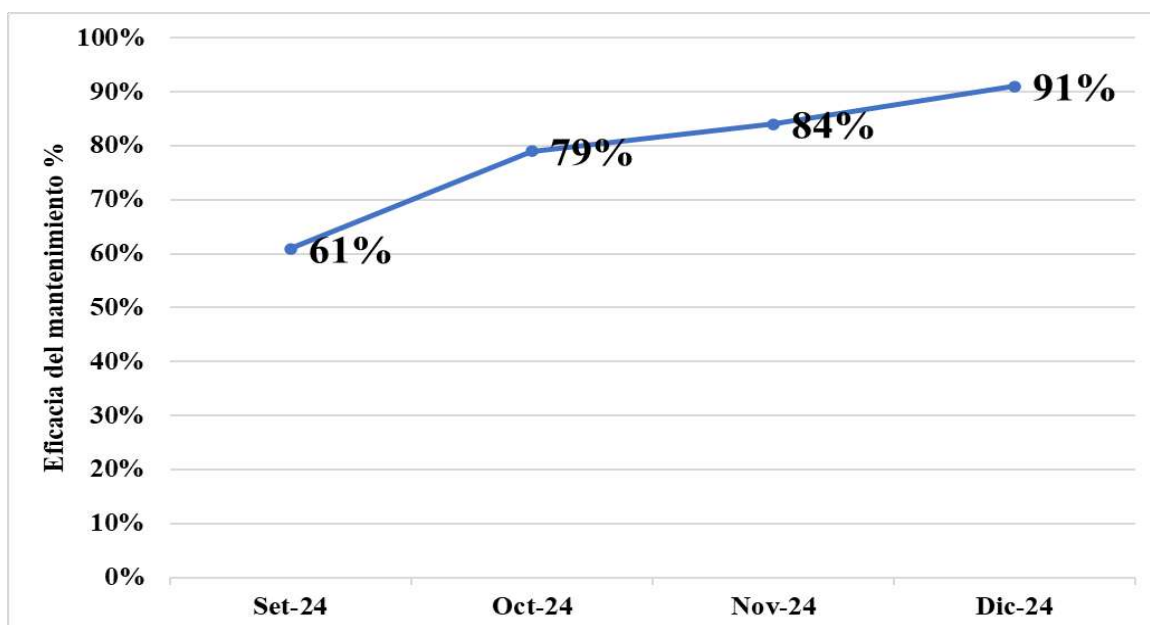


Nota. La estandarización de procesos se integra dentro de la estrategia de mantenimiento de la empresa para mejorar la confiabilidad y reducir los costos de mantenimiento.

Este enfoque metódico hacia la estandarización de los procesos de mantenimiento culminó con una mejora tangible en la confiabilidad de los equipos y una optimización de las operaciones de Calzature Jharsil, en línea con los objetivos planteados en la tesis. La estandarización se reveló como un paso decisivo en la búsqueda de la excelencia operativa y la reducción de costos en la empresa.

La Figura 16 ilustra la proyección de la eficacia del mantenimiento, mostrando un crecimiento sostenido desde septiembre hasta diciembre de 2024. La eficacia, medida como el porcentaje de reparaciones exitosas en el primer intento, aumentó de un 61% a un notable 91%. Este progreso refleja el impacto positivo que ha tenido la estandarización de procesos de mantenimiento en la empresa. La aplicación de un modelo matemático lineal para estas proyecciones sugiere que las mejoras implementadas, han fortalecido significativamente las operaciones de mantenimiento, llevando a una mayor eficiencia y confiabilidad en los procedimientos de reparación.

Figura 16
Proyección de la eficacia del mantenimiento



Nota. Los datos se proyectaron basados en un modelo matemático lineal, considerando un aumento del número de reparaciones exitosas al primer intento, por la cobertura de soluciones que la estandarización de procesos desarrolló.

3.3. Evaluación económica del plan de mantenimiento

Luego de que se completó el diseño del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), se tuvo que realizar el proceso de la evaluación económica, para calcular los principales indicadores que garanticen la viabilidad económica del plan, es decir para determinar si el plan genera un valor atractivo para la gerencia de la empresa.

La Tabla 4 proporciona un resumen claro y conciso de los resultados económicos derivados de la implementación del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil. Se efectuó una evaluación financiera que identificó tanto los ingresos como los egresos asociados con cada causa raíz de mantenimiento. En este análisis, los ingresos se calcularon como el ahorro generado, que se define por la diferencia entre el sobrecosto inicial y el sobrecosto final, reflejando así la disminución efectiva de los costos asociados a las fallas de mantenimiento gracias a la intervención del plan de RCM.

Tabla 4

Determinación de ingresos y egresos del plan de mantenimiento propuesto

Causa raíz	Sobrecosto inicial (A)	Horas de paradas proyectadas	Sobrecosto final (B) (Egresos)	Ahorro (A-B) (Ingresos)
Procedimientos de mantenimiento no estandarizados	S/ 195,524.57	35	S/ 38,445.75	S/ 157,078.82
Falta de métodos para identificar fallas potenciales	S/ 165,866.35	30	S/ 32,953.50	S/ 132,912.85
Falta de formación técnica del personal	S/ 155,980.28	28	S/ 30,756.60	S/ 125,223.68
Uso de repuestos de baja calidad	S/ 112,042.17	20	S/ 21,969.00	S/ 90,073.17
Totales	S/ 629,413.37	113	S/ 124,124.85	S/ 505,288.52

Nota. El costo promedio por hora de parada que tiene la empresa es de S/ 1,098.45

Por ejemplo, para los procedimientos de mantenimiento no estandarizados, el sobrecosto inicial fue de S/ 195,524.57. Tras la aplicación del plan de RCM, las horas de paradas se redujeron significativamente, basándose en proyecciones de modelos matemáticos lineales que asumieron mejoras continuas. Esto condujo a un sobrecosto final de S/ 38,445.75, resultando en un ahorro significativo de S/ 157,078.82. El criterio para considerar este ahorro como ingreso está justificado por el hecho de que representa una reducción de costos directos que la empresa habría incurrido de no ser por la implementación de mejoras en el mantenimiento.

De forma similar, cada causa raíz reflejó una disminución notable en las horas de paradas proyectadas y, por ende, en los sobrecostos finales, indicando que la ejecución del plan de RCM tuvo un impacto directo y favorable en la eficiencia y economía de las operaciones de mantenimiento.

Los egresos, representados por el sobrecosto final, encapsulan los costos residuales post-intervención del plan de RCM. Si bien aún existen costos asociados con el mantenimiento, su notable reducción es testimonio del éxito del plan implementado. Los ahorros totales se destacan como un indicador clave del valor agregado por el RCM al negocio, subrayando la importancia de una estrategia de mantenimiento efectiva para la salud financiera de la empresa.

La Tabla 5 presenta un desglose de la inversión estimada requerida para la implementación del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil. Esta estimación se realizó tras un cálculo detallado de los ingresos y egresos resultantes de la aplicación del plan, lo cual permitió una perspectiva financiera integral de la inversión necesaria.

Tabla 5

Inversión estimada para la implementación del plan de mantenimiento

Fases	Monto
Preparación y Planificación	S/29,620.00
Análisis y desarrollo de estrategias	S/23,900.00
Implementación y Capacitación	S/29,530.00
Evaluación y Mejora Continua	S/26,420.00
Inversión Total	S/109,470.00

Nota. Los montos reflejados en la tabla representan la inversión planificada y calculada para la implementación confiable del plan de mantenimiento, destacando el enfoque proactivo y calculado de la empresa para la optimización de sus operaciones.

La fase de preparación y planificación, que sentó las bases para el plan de RCM, implicó una inversión de S/29,620.00. Este monto cubrió las actividades iniciales, tales como la evaluación del estado actual de los equipos y la definición de los objetivos del plan.

Le siguió el análisis y desarrollo de estrategias, con un costo de S/23,900.00. Este monto financió el análisis detallado de los modos y efectos de las fallas, así como la formulación de estrategias correctivas y preventivas para mejorar la confiabilidad del equipo.

La implementación y capacitación requirieron una inversión de S/29,530.00, una cifra que refleja la ejecución de los procedimientos de mantenimiento estandarizados y la capacitación necesaria para asegurar que el personal técnico y los operarios estuvieran plenamente competentes en las nuevas prácticas de RCM.

La fase de evaluación y mejora continua, que garantiza el seguimiento y la optimización constante del plan de RCM, tuvo un costo estimado de S/26,420.00. Esta inversión aseguró que el plan pudiera ajustarse y evolucionar en respuesta a las dinámicas operativas y a los resultados de rendimiento.

La inversión total para la implementación del plan fue de S/109,470.00, una suma que demuestra el compromiso de Calzature Jharsil con la mejora de la eficiencia y la reducción de costos a través de una gestión de mantenimiento avanzada. Este desembolso inicial es una inversión estratégica en la confiabilidad y el futuro operativo de la empresa.

Luego de haber calculado los ingresos y egresos, así como también el monto de la inversión se procedió con el cálculo de los principales indicadores económicos. La tabla 6 resume los indicadores clave obtenidos del análisis económico realizado para determinar la viabilidad económica del plan de mantenimiento. El análisis se centró en comparar los beneficios proyectados del plan con los costos asociados para su implementación y mantenimiento continuo

Tabla 6

Principales indicadores del análisis económico del plan de mantenimiento

Detalle	Parámetro
Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) mensual	1.89%
Valor Actual Neto (VAN)	S/.228,810.38
Tasa interna de retorno (TIR)	27.43%
Relación beneficio costo (RBC)	2.04
Periodo de recuperación de la inversión	3.45

Nota. Los indicadores financieros reflejan la rentabilidad y el valor agregado por la implementación del plan de RCM, resaltando su contribución significativa a la eficiencia económica de las operaciones de mantenimiento de Calzature Jharsil.

Se estableció una Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR) mensual del 1.89%, que sirvió como punto de referencia para evaluar la rentabilidad de la inversión en el plan de RCM. El Valor Actual Neto (VAN) calculado fue de S/.228,810.38, lo que indica que los flujos de efectivo descontados generados por el plan excedían significativamente la inversión inicial y los costos operativos.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) alcanzó un valor sobresaliente de 27.43%, lo que evidencia que el plan de mantenimiento prometía retornos sustancialmente superiores a la tasa de descuento aplicada. Esta cifra destacaba la rentabilidad del proyecto y su potencial para agregar valor a la empresa.

La Relación Beneficio Costo (RBC) de 2.04 confirmó que, por cada sol invertido en el plan, la empresa podría esperar un retorno de más del doble de su inversión, subrayando nuevamente la fortaleza financiera del plan de RCM.

Finalmente, el periodo de recuperación de la inversión se estimó en 3.45 años, delineando el lapso en el que la empresa recuperaría su inversión inicial a través de los ahorros y eficiencias generados por el plan.

Estos indicadores, de manera conjunta, proporcionaron una conclusión sólida: el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad era no solo viable sino económicamente atractivo para Calzature Jharsil, demostrando que la implementación de prácticas de mantenimiento estratégicas y basadas en datos puede tener un impacto positivo y mensurable en la salud financiera de una empresa.

3.4. Variabilidad de los costos de mantenimiento

La Tabla 7 ofrece una perspectiva comparativa de los costos de mantenimiento incurridos en 2023 y las proyecciones para el año 2024 en Calzature Jharsil, reflejando el impacto económico del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM). En cada mes de 2024, se observó una disminución en los costos comparados con el año anterior, lo que resultó en ahorros significativos.

Al inicio del año, en enero, los costos se redujeron de S/ 202,052.49 a S/ 175,093.98, y esta tendencia de ahorro continuó en los meses subsiguientes. Notablemente, en mayo, el ahorro proyectado fue de S/ 53,748.43, lo que destacó el efecto acumulativo de las mejoras

del plan de mantenimiento sobre la reducción de costos. Julio marcó el ahorro más significativo, con S/ 95,544.08, lo que sugiere que las intervenciones del plan RCM fueron especialmente efectivas durante este periodo.

Tabla 7

Determinación de la variabilidad de los costos de mantenimiento

Meses	Costos de mantenimiento - 2023	Proyección de costos de mantenimiento - 2024	Ahorro proyectado después del plan
Enero	S/ 202,052.49	S/ 175,093.98	S/ 26,958.51
Febrero	S/ 94,578.95	S/ 65,509.98	S/ 29,068.97
Marzo	S/ 150,940.17	S/ 123,026.65	S/ 27,913.52
Abril	S/ 183,109.85	S/ 155,937.98	S/ 27,171.87
Mayo	S/ 110,347.41	S/ 56,598.98	S/ 53,748.43
Junio	S/ 138,657.75	S/ 135,329.31	S/ 3,328.44
Julio	S/ 138,844.40	S/ 43,300.32	S/ 95,544.08
Agosto	S/ 173,742.15	S/ 153,542.32	S/ 20,199.83
Setiembre	S/ 173,555.50	S/ 98,421.32	S/ 75,134.18
Octubre	S/ 92,037.53	S/ 75,873.65	S/ 16,163.88
Noviembre	S/ 190,911.05	S/ 86,118.65	S/ 104,792.40
Diciembre	S/ 86,777.75	S/ 61,513.32	S/ 25,264.43
Totales	S/ 1,735,555.00	S/ 1,230,266.48	S/ 505,288.52

Nota. La proyección de costos y el consiguiente ahorro reflejan la exitosa aplicación del plan de RCM, subrayando su impacto directo en la eficiencia operativa y el rendimiento económico de Calzature Jharsil

En conjunto, la proyección para el año 2024 mostró un ahorro total estimado después de la implementación del plan de S/ 505,288.52, lo que evidencia una disminución sustancial en los costos de mantenimiento debido a la adopción de prácticas más eficientes y la mejora en la confiabilidad de los equipos.

3.5. Contrastación de hipótesis

La Tabla 8 encapsula la estructura metodológica adoptada para la prueba de hipótesis en el estudio del impacto del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil durante el año 2024. Se planteó una hipótesis nula que postulaba la no existencia de una reducción de costos de mantenimiento como resultado de la implementación del plan RCM. En contraposición, la hipótesis alterna afirmaba que dicho plan sí generaba una reducción en los costos.

Tabla 8

Descripción de planteamiento de prueba de hipótesis general

Parámetros	Premisas
Hipótesis nula	El plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) no reduce los costos de mantenimiento de la empresa Calzature Jharsil, Trujillo – 2024.
Hipótesis alterna	El plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) reduce los costos de mantenimiento de la empresa Calzature Jharsil, Trujillo – 2024.
Regla de decisión	Si el nivel de significancia (p valor) es menor de 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Nota. La hipótesis nula y alterna se establecieron como premisas fundamentales para guiar el análisis estadístico y validar la efectividad económica del plan de RCM en Calzature Jharsil.

Para tomar una decisión respecto a estas hipótesis, se estableció una regla basada en el nivel de significancia estadística: si el valor p resultante de la prueba era inferior a 0.05, la hipótesis nula sería rechazada. Este criterio riguroso y convencionalmente aceptado permitió evaluar objetivamente la eficacia del plan RCM en términos económicos. El análisis subsiguiente, que no forma parte de esta tabla, mostraría si los datos empíricos sustentaban la efectividad del plan de RCM en la reducción de los costos de mantenimiento.

La Tabla 9 muestra los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk aplicada a los costos mensuales de mantenimiento de Calzature Jharsil, para dos periodos distintos: el inicial en 2023 y el final en 2024 tras la implementación del plan de RCM. El objetivo de

la prueba era determinar si los costos de mantenimiento se distribuían normalmente, lo cual es una suposición común en muchos análisis estadísticos.

Tabla 9

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk – Costos mensuales de mantenimiento

Parámetros	Estadístico	Tamaño de muestra	Nivel de significancia
Costos de mantenimiento inicial (2023)	0,913	12	0,248
Costos de mantenimiento final (2024)	0,878	12	0,087

Nota. La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indica que los costos de mantenimiento para ambos años no se desvían significativamente de una distribución normal, permitiendo análisis estadísticos adicionales bajo esta premisa.

En 2023, el valor del estadístico de Shapiro-Wilk fue de 0,913 para un tamaño de muestra de 12 meses. Con un nivel de significancia de 0,248, que es mayor que el umbral típico de 0,05, no se rechazó la hipótesis de normalidad, indicando que los datos de costos de mantenimiento de ese año podrían considerarse normalmente distribuidos.

De manera similar, en 2024, el estadístico de Shapiro-Wilk fue de 0,878, con un nivel de significancia de 0,087. Este resultado, también superior al límite convencional de 0,05, respalda la aceptación de la hipótesis de normalidad para los costos de mantenimiento en el año posterior a la aplicación del RCM.

Estos hallazgos sugieren que los costos de mantenimiento en ambos años no difieren significativamente de una distribución normal, lo que permite la utilización de pruebas paramétricas en análisis posteriores para profundizar en el entendimiento del impacto del plan de RCM en la estructura de costos de la empresa.

La Tabla 10 documenta los resultados de la prueba t de Student realizada para evaluar la hipótesis general del estudio sobre el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad

(RCM) de Calzature Jharsil. Esta prueba estadística se aplicó para comparar la diferencia en los costos de mantenimiento entre los años 2023 y 2024, con un tamaño de muestra combinado de 24 (12 meses por cada año).

Tabla 10

Prueba t Student para hipótesis general

Parámetros	Estadístico t	Tamaño de muestra	Significancia (bilateral)
Diferencia de costos de mantenimiento 2023 vs 2024	-18,58	24	0,012

Nota. La significativa estadística t y el correspondiente valor de p subrayan la reducción de costos de mantenimiento post-implantación del RCM, confirmando la efectividad del plan de mantenimiento propuesto

El estadístico t obtenido fue de -18,58, lo que indica una diferencia significativa entre los costos de mantenimiento de los dos años. El valor de significancia (p -valor) bilateral reportado fue de 0,012, que está claramente por debajo del umbral convencional de 0,05. Este resultado estadísticamente significativo lleva a rechazar la hipótesis nula de que no hay diferencia entre los costos de mantenimiento antes y después de implementar el plan RCM, confirmando que hubo una reducción significativa en los costos después de su aplicación.

La aplicación de la prueba t de Student proporcionó evidencia cuantitativa sólida que respaldó la eficacia del plan de RCM en términos de reducción de costos, apoyando la hipótesis alterna de que el RCM tuvo un impacto positivo en la economía de mantenimiento de la empresa.

Capítulo 4. Discusión y conclusiones

El primer objetivo específico de esta investigación se cumplió al diagnosticar la situación problemática de los costos de mantenimiento en la empresa, donde se identificó un sobrecosto de S/ 781,000.00 en el año 2023. Este exceso se atribuyó a causas raíces como procedimientos de mantenimiento no estandarizados, la ausencia de métodos eficaces para detectar fallas potenciales, la deficiencia en la formación técnica del personal y la utilización de repuestos de baja calidad. Estos factores desencadenaron 573 horas de paradas anuales y un sobrecosto total de S/ 629,413.37. La interpretación de estos resultados revela un impacto directo y significativo de las estrategias de mantenimiento deficiente sobre la eficiencia operacional y la rentabilidad. En comparación con los estudios de Narváez (2020) y Fuchs et al. (2020), los resultados son consistentes con la idea de que el RCM puede mitigar significativamente los costos al optimizar las operaciones de mantenimiento. Mientras que Narváez logró una reducción de costos en un entorno de la industria petrolera, y Fuchs et al. encontraron mejoras en el proceso de inyección de polímeros, el presente estudio refleja hallazgos similares en el sector del calzado. Este análisis reflexivo sugiere que independientemente del sector industrial, la implementación de prácticas de mantenimiento estandarizadas y la formación técnica especializada son cruciales para la reducción de costos y la mejora de la confiabilidad operacional.

Una vez concluido el diagnóstico de los costos de mantenimiento, se procedió a diseñar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para la empresa. Este plan se fundamentó en la implementación de cuatro herramientas de mejora: Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF), mantenimiento autónomo, estandarización de procesos y gestión de repuestos. Los indicadores clave seleccionados para medir la efectividad del plan fueron el Tiempo Medio Entre Fallas (105 horas), el Tiempo Medio de Reparación (1.73 horas), la eficacia del mantenimiento (91%) y la tasa de reemplazo de componentes (1.05

repuestos/hora). Estos resultados sugieren un avance significativo hacia la optimización del mantenimiento y la confiabilidad de los equipos. Contrastando con la investigación de Cruzado (2020), que aplicó RCM en el contexto de la refinación y reportó mejoras en la eficiencia operativa, este estudio también muestra que el RCM puede adaptarse y generar resultados positivos en diferentes sectores. Del mismo modo, Calderon (2020) evidenció que la aplicación de RCM contribuyó a la reducción de los costos operativos en la industria del calzado, alineándose con los resultados actuales que también apuntan hacia una mejora en la rentabilidad y eficiencia. Este análisis reflexivo enfatiza la importancia de un diseño meticuloso de RCM que, acompañado de herramientas especializadas y mediciones precisas, es fundamental para elevar los estándares de mantenimiento y alcanzar resultados sobresalientes en cualquier ámbito industrial.

El tercer objetivo específico, que consistía en evaluar económicamente el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), fue alcanzado satisfactoriamente. El análisis financiero reveló que el plan proyecta unos ingresos de S/505,288.52 frente a unos egresos de S/124,124.85, con una inversión inicial calculada de S/109,470.00. Indicadores económicos clave como el Valor Actual Neto (VAN) de S/.228,810.38, la Tasa Interna de Retorno (TIR) del 27.43%, y la Relación Beneficio-Costo (RBC) de 2.04 confirmaron la viabilidad económica del plan. La interpretación de estos resultados sugiere una rentabilidad notable y justifica la inversión en RCM. En comparación con los hallazgos de Uribe (2020), quien documentó mejoras en la disponibilidad de maquinaria en el sector textil tras la implementación del RCM, los resultados de este estudio corroboran que la metodología puede adaptarse eficazmente a diferentes industrias para mejorar la rentabilidad. Asimismo, los resultados apoyan las conclusiones de Reyes (2022), que indicaron una reducción significativa de costos en la industria minera gracias al RCM. Este análisis reflexivo resalta la trascendencia de evaluar meticulosamente los aspectos económicos del RCM,

demostrando que una inversión estratégica en mantenimiento puede ofrecer retornos financieros sustanciales y reforzar la posición competitiva de la empresa.

Cumpliendo con el cuarto objetivo específico, se calculó la variabilidad de los costos de mantenimiento, descubriendo que, tras aplicar el plan RCM en la empresa, la proyección para 2024 indica un ahorro estimado de S/ 505,288.52. Esta cifra refleja una disminución considerable en los costos de mantenimiento, lo cual puede atribuirse a la implementación de prácticas más eficientes y a la mejora significativa en la confiabilidad de los equipos. Al interpretar estos resultados, se aprecia un impacto directo del RCM en la reducción de gastos operativos. Esta observación encuentra resonancia en el trabajo de Espinosa et al. (2020), donde se evidenció que el RCM mejoraba la eficiencia energética y, por ende, reducía los costos asociados. Asimismo, se alinea con los hallazgos de Cañaverall y Bustamante (2022), que señalaron cómo un programa de mantenimiento adecuadamente diseñado según los principios del RCM podía disminuir los costos y aumentar la productividad en la manufactura de látex. Este análisis reflexivo sugiere que más allá de los ahorros cuantificables, la implementación del RCM puede ser una palanca estratégica para transformar el mantenimiento de una mera función de soporte en un centro de valor y eficiencia operativa.

Cabe resaltar que la presente investigación ha generado importantes implicancias tanto teóricas como prácticas. Desde una perspectiva teórica, este estudio contribuye al cuerpo existente de conocimiento sobre la gestión de mantenimiento, proporcionando evidencia empírica del impacto positivo del RCM en la reducción de costos y mejora de la eficiencia operativa. Este caso específico ilustra cómo las teorías de mantenimiento predictivo y preventivo pueden ser aplicadas efectivamente en el contexto industrial, extendiendo su relevancia y aplicabilidad en sectores críticos como el de la fabricación de calzado.

Con respecto a las implicancias prácticas, esta investigación ofrece un modelo replicable para otras empresas que buscan optimizar sus operaciones a través de prácticas de mantenimiento avanzadas. La metodología detallada y las herramientas específicas utilizadas, como AMEF, mantenimiento autónomo, estandarización de procesos y gestión de repuestos, proporcionan un marco claro para la implementación del RCM en diferentes entornos industriales. Además, los resultados económicos positivos, como el aumento del Valor Actual Neto (VAN) y la mejora de la Tasa Interna de Retorno (TIR), subrayan la viabilidad financiera de invertir en mantenimiento avanzado, incentivando a las empresas a adoptar estrategias de mantenimiento que no solo mantengan, sino que mejoren la capacidad operativa y la competitividad en el mercado.

No obstante, la presente investigación a pesar de sus notables hallazgos y contribuciones, enfrentó varias limitaciones que fueron importantes de reconocer para una adecuada interpretación de los resultados y para futuros estudios en esta área.

Una limitación significativa fue la duración del periodo de estudio, que abarcó un solo ciclo anual. Esta temporalidad restringida pudo no capturar completamente los efectos a largo plazo del RCM, especialmente en lo que se refiere a la durabilidad de los equipos y la sostenibilidad de las reducciones de costos. Investigaciones futuras podrían beneficiarse de un horizonte temporal más amplio para evaluar la persistencia de los beneficios observados.

Además, el estudio se centró exclusivamente en una sola empresa, lo que podría limitar la generalización de los resultados. Aunque Calzature Jharsil proporciona un contexto valioso y relevante, las características únicas de la empresa y del sector en el que opera pueden influir en la aplicabilidad de los hallazgos a otras industrias o contextos geográficos. Estudios futuros deberían considerar la replicación de esta investigación en diferentes entornos para validar y expandir la aplicabilidad de los resultados.

Otra limitación estuvo relacionada con la disponibilidad y la calidad de los datos. Aunque se recopiló una cantidad considerable de datos para el análisis, la integridad y precisión de estos podrían haber sido afectadas por los métodos de recolección y registro preexistentes en la empresa. Mejoras en los sistemas de datos y en las técnicas de recolección podrían proporcionar una base más robusta para análisis futuros.

Las principales conclusiones a las que se llegó en este estudio fueron:

1. Se diagnóstico la situación problemática de los costos de mantenimiento de la empresa, determinándose que hubo un sobre costo de S/ 781,000.00 en el año 2023, el cual fue generado de acuerdo al análisis por las siguientes causas raíces: procedimientos de mantenimiento no estandarizados, falta de métodos para identificar fallos potenciales en máquinas, falta de formación técnica del personal de mantenimiento y uso de repuestos de baja calidad; estas causas raíces ocasionaron 573 horas de paradas anuales y S/ 629,413.37 del sobre costo total.
2. Se diseñó el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), el cual se basó en el desarrollo de cuatro herramientas de mejora las cuales fueron: AMEF, mantenimiento autónomo, estandarización de procesos y gestión de repuestos; estableciéndose indicadores para medir el impacto del plan los cuales fueron: Tiempo medio entre fallas (105 horas), tiempo medio de reparación (1.73 horas), eficacia del mantenimiento (91%) y tasa de reemplazo de componentes (1.05 repuestos/hora).
3. Se evaluó económicamente el plan diseñado en donde se determinó que los ingresos proyectados del plan son S/505,288.52 y los egresos serán de S/124,124.85; la inversión calculada asciende a S/109,470.00; posteriormente se calcularon los principales indicadores económicos VAN, TIR, y RBC obteniéndose como resultado S/.228,810.38, 27.43% y 2.04 respectivamente,

dejando en evidencia que el plan de mantenimiento es económicamente viable para la empresa.

4. Se calculó la variabilidad de los costos de mantenimiento en donde la proyección para el año 2024 mostró un ahorro total estimado después de la implementación del plan de S/ 505,288.52, lo que evidencia una disminución sustancial en los costos de mantenimiento debido a la adopción de prácticas más eficientes y la mejora en la confiabilidad de los equipos.
5. Se determinó el impacto del plan de mantenimiento mediante la aplicación de la prueba t de Student la cual proporcionó evidencia cuantitativa sólida, el valor de significancia (p-valor) bilateral reportado fue de 0,012, que está claramente por debajo del umbral convencional de 0,05, indicando una diferencia significativa de los costos de mantenimiento entre los años 2023 y 2024, lo que permite afirmar la hipótesis de que el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) reduce los costos de mantenimiento de la empresa Calzature Jharsil, Trujillo – 2024.

Referencias

- Allaica, C., Allaica, J., Medina, P. & Parra, S. (2020). Los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad de una empresa avícola integrada del Ecuador: caso de estudio. *Visionario Digital*, 4(1), 43-66.
<https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v4i1.1089>
- Andrade, C. & Herrera, M. (2021). Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 4(8), 2-18.
<https://doi.org/10.46296/ig.v4i8.0021>
- Arias, I., Vallejo, M., & Ibarra, M. (2020). Los costos de producción industrial en el Ecuador. *Revista espacios*, 41(7), 8-18.
- Burgos, C., Villacrés, P., Cabrera, M., & Salazar, W. (2022). El calzado de seguridad en el Ecuador, factores que inciden en la calidad del producto y en la productividad de las organizaciones. *Revista Digital Novasinerгия*, 5(1), 61-82.
<https://doi.org/10.37135/ns.01.09.05>
- Bustos, D. A. M., & Sandoval, F. L. I. (2021). Análisis del Bachillerato Técnico Industria del Calzado y Marroquinería con proyección de emprendimiento en la zona rural. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(5), 1064-1078.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8016901>
- Caballero, O., & Gavidia, G. (2020). Principales factores que limitan a las empresas exportadoras de la industria del calzado trujillano acogerse al procedimiento de restitución simplificado de derechos arancelarios, Trujillo, 2020 (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/26517>

- Calderon, M. N. (2020). Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM) para reducir los costos operativos de una empresa manufacturera de calzado (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/24191>
- Campo, E., Cano, J., & Gómez, R. (2020). Optimización de costos de producción agregada en empresas del sector textil. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(3), 461-475. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052020000300461>
- Cañaveral, L. & Bustamante, D. (2022). Diseño de un programa de mantenimiento basado en la metodología RCM para una empresa manufacturera de látex. [Trabajo de grado de especialización, Universidad de Antioquia, Colombia]. <https://hdl.handle.net/10495/29350>
- Ciolfi, K. (2021). Ritmos globales y territoriales de la producción en la industria del calzado y su incidencia en la clase trabajadora. *H-Industria. Revista De Historia De La Industria Y El Desarrollo En América Latina*, (28), 165-180. [https://doi.org/10.56503/H-Industria/n.28\(15\)pp.165-180](https://doi.org/10.56503/H-Industria/n.28(15)pp.165-180)
- Cruzado, R. (2020). Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) a bombas de carga en una refinería (Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico-Eléctrico). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Mecánico-Eléctrica. Piura, Perú. <https://hdl.handle.net/11042/4479>
- Espinosa, J., De La Paz, E., Pérez, R. & Acosta, I. (2020). Contribución del mantenimiento centrado en la confiabilidad para el estudio de fallos a equipos consumidores de energía eléctrica. *Centro Azúcar*, 47(1), 22-32. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612020000100022&script=sci_arttext

- Fuchs, M., Rodríguez, A., Altamirano, E., Lastra, G. & Merino, J. (2020). Propuesta de mejora del plan de gestión de mantenimiento basado en RCM y Lean Office en el proceso de inyección de polímeros. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E37), 41-51.
<https://www.proquest.com/openview/4bf5aa02d2b33bad45779505ea2b4feb/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Guarnizo, F., & Cardenas, S. (2020). Costos por órdenes de producción y por procesos (Vol. 108). Universidad de la Salle.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xe_6DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=costos&ots=IIVe_ZAoUr&sig=AReiOyGz8kl0wGSDSsRIYOUbyP0#v=onepage&q=costos&f=false
<http://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/1394>
- Martínez, F., & Ruiz, M. (2023). Una estrategia de mantenimiento. *Revista Ingeniería Agrícola*, 13(2), 42-47. <https://doi.org/2284/v13n2e07>
- Medina, B., Camargo, L., & Gasca, M. (2020). Gestión del mantenimiento para la confiabilidad operacional. *Espacios*, 41(47 (2020)), 250-261.
- Narváez, F. (2020). Propuesta de un modelo de Gestión de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), de los activos críticos del Terminal Nuevo de Productos Limpios Cuenca de la EP Petroecuador. [Tesis de maestría, Universidad del Azuay, Ecuador]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10482>
- Pohl, C. (2021). Evolución de la industria del calzado en el Partido de la Matanza en el último quinquenio: Autores: Sandra Patricia Saracino, Nicolás Bianchetti, Diego Ciccone, Cecilia Herrazquin, Ruben Lutes, Pedro Marasco, Osvaldo Romano y Federico Gerstner. *RInCE. Revista de investigaciones del Departamento de Ciencias*

Económicas. UNLaM, 12(23).
<https://rince.unlam.edu.ar/index.php/rince/article/view/236>

Reyes, J. (2022). Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (rcm) en un molino de barras 10'-8" x 16' para reducir costos de mantenimiento de una empresa minera. [Tesis de titulación, Universidad Nacional del Callao, Perú].
<https://hdl.handle.net/20.500.12952/7047>

Szpigiel, D., Razu, C. & Filipetto, S. (2019). Escenarios cambiantes y nuevos desafíos para los productores de calzado en Argentina. RInCE, 3(5), 3-10.
<https://doi.org/10.54789/rince.51>

Rodríguez, M., Quintero, W. & Pacheco, C. (2020). Costos de producción: innovaciones y prácticas estratégicas de las mipymes manufactureras. Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, 8(1), 131-139. <https://doi.org/10.15649/2346030X.720>

Uribe, S. (2020). Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil. Ingeniería Industrial, (038), 15-31. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n038.4812>

Villalba, C., Liberio, R., Zambrano, C. & González, E. (2021). Gestión y costos de producción: Balances y perspectivas. Revista de Ciencias Sociales, 27(1), 302-314.
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/index>

Zambrano, M., & Real, G. (2021). Confiabilidad operacional en el proceso de soldadura de mantenimiento. Dominio de las Ciencias, 7(4), 63.
<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4>

Anexos

Anexo 01. Hoja de registro de observación de causas raíces del problema

Nombre de la Empresa:		CALZATURE JHARSIL	
Fecha:	25/01/2024	Hora:	09:45 a.m.
Área de Observación:		Mantenimiento	
Observador:		German Cabellos Rojas	
1. Descripción general del área observada:			
<p>El área de mantenimiento de la empresa se caracteriza por ser un sector crucial en la gestión y operatividad de la infraestructura y maquinaria organizacional. Esta división, esencial para el óptimo funcionamiento de los procesos productivos, se responsabiliza del cuidado y conservación de los equipos, así como de la implementación de acciones preventivas y correctivas necesarias para asegurar la continuidad y eficiencia de las operaciones.</p>			
2. Identificación de causas raíces bajo el criterio de las 6M			
Maquinaria	CR1	Desgaste prematuro de equipos	
	CR2	Falta de estandarización de equipos y repuestos	
Métodos	CR3	Falta de planificación y programación de mantenimientos preventivos	
	CR4	Procedimientos de mantenimiento no estandarizados	
Mano de obra	CR5	Falta de formación técnica del personal de mantenimiento	
	CR6	Baja productividad y eficiencia del personal	
Medición	CR7	Insuficiente seguimiento y análisis de datos de mantenimiento	
	CR8	Equipos de medición obsoletos o inadecuados	
Medio Ambiente	CR9	Condiciones de trabajo adversas	
	CR10	Contaminación y suciedad excesiva en las áreas de trabajo	
Materiales	CR11	Uso de repuestos de baja calidad	
	CR12	Almacenamiento inadecuado de materiales y repuestos	
3. Observaciones Adicionales:			
<p>Se identificaron equipos obsoletos y una notable falta de planificación en las tareas de mantenimiento, lo que conduce a interrupciones frecuentes en los procesos productivos. Además, se percibe una ausencia de métodos de trabajo estandarizados y de un sistema de mejora continua, lo que limita la capacidad de respuesta y adaptación a las demandas cambiantes. A nivel de recursos humanos, se observa una carencia de programas de incentivos laborales y de un análisis adecuado de los perfiles de puesto, afectando la motivación y el desempeño del personal. Estas condiciones, sumadas a la insuficiente gestión de materiales y a deficiencias en la estructura del entorno laboral, como una distribución de planta ineficiente y falta de señalización adecuada, configuran un panorama que requiere atención inmediata para mejorar la operatividad y productividad del área.</p>			
Firma del Observador:			
Firma del Supervisor/Responsable de Área:			

Anexo 02. Ficha de análisis documental de la cantidad de incidencias y tiempos improductivos

Nombre de la Empresa:	CALZATURE JHARSIL		
Fecha:	25/01/2024	Hora:	09:45 a.m.
Área de Observación:		Mantenimiento	
Autor:		German Cabellos Rojas	
1. Información general:			
Objetivo de la Ficha: Registrar y analizar la cantidad de incidencias y tiempos improductivos en el área de mantenimiento, asociados a cada causa raíz durante el año 2023.			
Metodología de Recopilación: Revisión de reportes de mantenimiento y registros operativos.			
2. Registro de Incidencias y Tiempos Improductivos por Causa Raíz			
Causas raíces	Nº de incidencias	Tiempo improductivo total (horas)	Observaciones
Desgaste prematuro de equipos	12	18	Alta frecuencia de interrupciones.
Falta de estandarización de equipos y repuestos	11	17	Paros prolongados por fallas.
Falta de métodos para identificar fallos potenciales en máquinas	48	151	Inconsistencias en los procedimientos.
Procedimientos de mantenimiento no estandarizados	46	178	Dificultades en optimizar procesos.
Falta de formación técnica del personal de mantenimiento	41	142	Impacto en la motivación del personal.
Baja productividad y eficiencia del personal	13	19	Inadecuada asignación de tareas.
Insuficiente seguimiento y análisis de datos de mantenimiento	10	15	Falta de seguimiento detallado.
Equipos de medición obsoletos o inadecuados	8	14	Dificultad en evaluar rendimiento.
Condiciones de trabajo adversas	9	12	Problemas de logística interna.
Contaminación y suciedad excesiva en las áreas de trabajo	16	22	Riesgos de seguridad y confusión.
Uso de repuestos de baja calidad	35	102	Desorden que afecta la eficiencia.
Almacenamiento inadecuado de materiales y repuestos	7	21	Interrupciones por falta de materiales.
3. Análisis preliminar:			
Los datos indican que las mayores incidencias se relacionan con la falta de planificación en los trabajos de limpieza y la acumulación de objetos innecesarios, seguido de la falta de un método de mejora continua y una deficiente distribución de planta. Estos factores sugieren áreas clave para intervenciones de mejora.			
Firma del analista:			

Anexo 04. Ficha de análisis documental para el registro del alcances del proyecto

Nombre del proyecto:	Implementación de un Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en la Empresa Calzature Jharsil		
Fecha de creación:	05 de enero de 2024	Creado por:	Germán Cabellos Rojas
Descripción del proyecto:			
Desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la eficiencia y reducir los costos de mantenimiento en la empresa Calzature Jharsil, enfocado en las áreas de corte y aparado.			
Objetivos del proyecto:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducir en un 20% los costos de mantenimiento en un período de 12 meses. 2. Aumentar la disponibilidad de las máquinas en las áreas de corte y aparado en un 15%. 3. Establecer un programa de mantenimiento preventivo basado en análisis de confiabilidad. 			
Alcance del Proyecto:			
<p>Incluidos en el Alcance:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis AMEF de las máquinas en las áreas de corte y aparado. 2. Implementación de un sistema de gestión de repuestos. 3. Desarrollo e implementación de un programa de mantenimiento autónomo para operarios. 4. Estandarización de procesos de mantenimiento. 			
<p>Excluidos del Alcance:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sistemas de mantenimiento en áreas distintas de corte y aparado. 2. Compra de nuevas maquinarias o grandes modificaciones en las existentes. 3. Implementación de sistemas de mantenimiento predictivo basados en tecnología IoT. 			
Hitos clave:			
<p>Excluidos del Alcance:</p> <p>Inicio del Proyecto - 03 de enero de 2024. Finalización del análisis AMEF - 30 de abril de 2024. Implementación completa del mantenimiento autónomo - 30 de julio de 2024.</p>			
Entregables principales:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Informe del análisis AMEF. 2. Sistema de gestión de repuestos operativo. 3. Programa de mantenimiento autónomo en funcionamiento. 4. Manual de procesos de mantenimiento estandarizados. 			
Supuestos del proyecto:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se contará con acceso total a las instalaciones y equipos para el análisis. 2. La gerencia de Calzature Jharsil apoyará todas las fases del proyecto. 3. No habrá interrupciones significativas en la producción debido a la implementación del proyecto. 			
Restricciones del Proyecto:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. El proyecto debe completarse en un plazo de 12 meses. 2. El presupuesto para la implementación es limitado. 3. Los cambios en las máquinas deben minimizar el tiempo de inactividad. 			
FIRMA DEL ANALISTA			
FIRMA DE GERENCIA			






Anexo 05. Ficha de análisis documental para el registro de actividad de formación del equipo del proyecto

Nombre del proyecto:	Implementación de un Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en la Empresa Calzature Jharsil		
Fecha de Creación:	15 de enero de 2024	Creado por:	Germán Cabellos Rojas
Ubicación de la formación:	Sala de conferencias, Calzature Jharsil, Trujillo		
Objetivo de la formación:			
Capacitar al equipo del proyecto sobre los fundamentos del RCM, su aplicación en la industria del calzado y los procedimientos específicos a ser implementados en Calzature Jharsil.			
Agenda de la formación:			
1. Introducción al RCM (09:00 - 10:30)			
-Objetivos y beneficios del RCM. - Historia y principios del RCM.			
2. Análisis AMEF (10:45 - 12:30)			
Conceptos y metodología del AMEF. Estudio de caso aplicado a la maquinaria de Calzature Jharsil.			
3. Gestión de Repuestos (13:30 - 15:00)			
Importancia de la gestión de repuestos en el RCM. Procedimientos para la implementación eficaz.			
4. Mantenimiento Autónomo (15:15 - 16:45)			
Rol de los operarios en el mantenimiento autónomo. Desarrollo e implementación de rutinas de mantenimiento autónomo.			
5. Estandarización de Procesos (17:00 - 18:30)			
Creación y aplicación de estándares operativos. Beneficios de la estandarización en el mantenimiento.			
Material Distribuido:			
Manuales de RCM y AMEF. Guías de Mantenimiento Autónomo. Plantillas para la Gestión de Repuestos. Documentación sobre Estandarización de Procesos.			
FIRMA DEL ANALISTA			
FIRMA DE GERENCIA			

Anexo 06. Ficha de análisis documental para el registro de programa de capacitación sobre RCM y AMEF

Nombre del programa:	Capacitación integral en RCM y AMEF para la mejora del mantenimiento en Calzature Jharsil		
Fecha de inicio:	22 de enero de 2024	Fecha de finalización:	22 de marzo de 2024
Ubicación de la formación:	Sala de conferencias, Calzature Jharsil, Trujillo		
Público objetivo:	Técnicos de mantenimiento, supervisores de planta, operarios de máquinas y personal de almacén de Calzature Jharsil.		
Coordinador del programa:	Germán Cabellos, Bachiller en Ingeniería Industrial y coordinador de proyecto de RCM		
Objetivos del programa:			
<p>Comprender los fundamentos y la importancia del RCM y el AMEF en el contexto de la industria del calzado. Capacitar al personal en la aplicación práctica de RCM y AMEF para mejorar la eficiencia y reducir costos de mantenimiento. Desarrollar habilidades para identificar y analizar modos de fallo, así como para establecer estrategias de mantenimiento efectivas.</p>			
Agenda de la capacitación:			
Semana 1 y 2 - Introducción al RCM:			
<p>Días 1, 2 y 3: Conceptos básicos del RCM, importancia y beneficios para Calzature Jharsil. Días 4 y 5: Identificación de funciones y rendimiento esperado de las máquinas clave. Días 6, 7 y 8: Identificación y priorización de equipos críticos. Días 9 y 10: Estudio de casos y ejercicios prácticos.</p>			
Semana 3 y 4 - Introducción al AMEF:			
<p>Días 1, 2 y 3: Fundamentos del AMEF, identificación de modos de fallo. Días 4 y 5: Evaluación de efectos y criticidad de fallos. Días 6, 7 y 8: Desarrollo de acciones preventivas y estrategias de mitigación. Días 9 y 10: Aplicación práctica del AMEF en maquinaria de Calzature Jharsil.</p>			
Semana 5 y 6 - Aplicación práctica de RCM y AMEF:			
<p>Días 1, 2,3 y 4: Talleres prácticos en planta con equipos seleccionados. Días 5, 6 y 7: Revisión de estudios de caso reales y aplicación de conocimientos. Días 8, 9 y 10: Evaluación de estrategias de mantenimiento desarrolladas por los participantes.</p>			
Semana 7 y 8 - Integración y planificación de mantenimiento:			
<p>Días 1, 2 y 3: Integración de RCM y AMEF en los procesos de mantenimiento existentes. Días 4 y 5: Desarrollo de planes de mantenimiento basados en RCM. Días 6, 7 y 8: Herramientas de seguimiento y evaluación de la efectividad del mantenimiento. Días 9 y 10: Cierre del programa, evaluación final y entrega de certificados.</p>			
Material y recursos provistos:			
<p>Manuales de RCM y AMEF. Acceso a software de análisis de fallos. Equipamiento y herramientas para prácticas en planta. Acceso a estudios de caso y bibliografía complementaria</p>			
Evaluación y certificación:			
<p> </p>			
FIRMA DEL ANALISTA			
FIRMA DE GERENCIA			






Anexo 07. Ficha de análisis documental para el registro de la identificación de equipos críticos en el área de corte de la empresa Calzature Jharsil

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha de actividad:	15 de marzo de 2024	Ubicación:	Área de Corte, Planta de Calzature Jharsil, Trujillo
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Objetivo de la actividad:	Identificar y clasificar los equipos críticos en el área de corte para priorizar las acciones de mantenimiento basadas en el análisis de confiabilidad.		
Listado de equipos evaluados en el área de corte:			
Equipo: Troqueladoras de bandera			
Función del Equipo: Corte de materiales de cuero y tela en formas específicas.			
Criterios de Criticidad: Alta frecuencia de uso, impacto significativo en la producción si falla.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: Troqueladoras de puente			
Función del Equipo: Corte de precisión para partes específicas del calzado.			
Criterios de Criticidad: Impacto directo en la calidad del producto, difícil reemplazo.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: Devastadoras			
Función del Equipo: Preparación de bordes y superficies para el ensamblaje.			
Criterios de Criticidad: Necesaria para el acabado de calidad, impacta en la fase siguiente de producción.			
Clasificación de Criticidad: Media			
Equipo: Máquina TESEO (cortes automatizados y de gran precisión)			
Función del Equipo: Corte automatizado para diseños complejos y de alta precisión.			
Criterios de Criticidad: Impacto alto en la eficiencia y calidad, dependencia tecnológica.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: Máquina cambradora			
Función del Equipo: Formación de curvaturas específicas en el material.			
Criterios de Criticidad: Esencial para el ensamblaje correcto del calzado, poca redundancia.			
Clasificación de Criticidad: Media			
Análisis y Observaciones:			
<p>Los equipos identificados como de alta criticidad son esenciales para mantener la continuidad y la calidad de la producción. Su fallo podría resultar en interrupciones significativas de la producción y afectar la satisfacción del cliente.</p> <p>Las devastadoras y las máquinas cambradoras, aunque clasificadas como de criticidad media, requieren monitoreo regular debido a su impacto en la calidad final del producto.</p>			
Acciones Recomendadas:			
<p>Desarrollar planes de mantenimiento preventivo prioritarios para las troqueladoras de bandera, troqueladoras de puente y la máquina TESEO. Programar revisiones regulares y mantenimiento para las devastadoras y las máquinas cambradoras.</p>			
FIRMA DEL ANALISTA			
FIRMA DE GERENCIA			

Anexo 08. Ficha de análisis documental para el registro de la identificación de equipos críticos en el área de aparado de la empresa Calzature Jharsil

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha de actividad:	15 de marzo de 2024	Ubicación:	Área de Aparado, Planta de Calzature Jharsil, Trujillo
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Objetivo de la actividad:	Identificar y clasificar los equipos críticos en el área de aparado para priorizar las acciones de mantenimiento basadas en el análisis de confiabilidad.		
Listado de equipos evaluados en el área de aparado:			
Equipo: Máquinas de poste 2			
Función del Equipo: Costura de partes superiores del calzado con complejidad media-alta.			
Criterios de Criticidad: Alta demanda de uso, impacto significativo en la producción si falla.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: Máquinas de poste de 1 aguja			
Función del Equipo: Costura detallada y de precisión para acabados finales.			
Criterios de Criticidad: Impacto directo en la calidad del acabado, difícil reemplazo y ajuste.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: Dobladoras de cuero			
Función del Equipo: Doblado de cuero para formar partes específicas del calzado.			
Criterios de Criticidad: Importante para el ensamblaje final, impacta la estética y la calidad.			
Clasificación de Criticidad: Media			
Equipo: Máquinas peletera			
Función del Equipo: Pelado y reducción del grosor del cuero en áreas específicas.			
Criterios de Criticidad: Necesaria para el ensamblaje correcto y la comodidad del calzado.			
Clasificación de Criticidad: Media			
Análisis y Observaciones:			
<p>Las máquinas de poste 2 y de 1 aguja han sido identificadas como críticas debido a su uso intensivo y su impacto directo en la calidad y la eficiencia de la producción.</p> <p>Aunque las dobladoras de cuero y las máquinas peletera tienen una clasificación de criticidad media, su funcionamiento adecuado es esencial para mantener los estándares de calidad de Calzature Jharsil.</p>			
Acciones Recomendadas:			
<p>Desarrollar e implementar planes de mantenimiento preventivo específicos para las máquinas de poste 2 y de 1 aguja dada su alta criticidad.</p> <p>Establecer procedimientos de inspección y mantenimiento regulares para las dobladoras de cuero y las máquinas peletera, con especial atención a las cuchillas y mecanismos de doblado.</p>			
FIRMA DEL ANALISTA			
FIRMA DE GERENCIA			






Anexo 09. Ficha de análisis documental para el registro de la identificación de equipos críticos en el área de armado de la empresa Calzature Jharsil

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha de actividad:	15 de marzo de 2024	Ubicación:	Área de Armado, Planta de Calzature Jharsil, Trujillo
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Objetivo de la actividad:	Identificar y clasificar los equipos críticos en el área de armado para priorizar las acciones de mantenimiento basadas en el análisis de confiabilidad.		
Listado de equipos evaluados en el área de armado:			
Equipo: Máquinas de coser			
Función del Equipo: Costura final y ensamblaje de las diferentes partes del calzado.			
Criterios de Criticidad: Impacto directo en la producción final, incidencia en la calidad del acabado.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: Máquinas rebajadoras			
Función del Equipo: Rebajado de bordes para preparación de piezas antes del ensamblaje.			
Criterios de Criticidad: Esencial para la calidad del ensamblaje, afecta la adherencia y el acabado.			
Clasificación de Criticidad: Media			
Equipo: Máquinas de montaje			
Función del Equipo: Montado final de la parte superior del calzado en la suela.			
Criterios de Criticidad: Fundamental para la integridad y funcionalidad del calzado.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: Máquinas ojalilladoras			
Función del Equipo: Inserción de ojales en las partes superiores del calzado.			
Criterios de Criticidad: Importante para la funcionalidad y estética del producto final.			
Clasificación de Criticidad: Media			
Equipo: Máquina termoadherente			
Función del Equipo: Activación térmica de adhesivos para unir distintas partes del calzado.			
Criterios de Criticidad: Impacto en la durabilidad y la calidad del ensamblaje final.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Análisis y Observaciones:			
<p>Las máquinas de coser, de montaje y la máquina termoadherente han sido identificadas como de alta criticidad debido a su impacto significativo en el proceso de producción y la calidad del producto final.</p> <p>Las máquinas rebajadoras y ojalilladoras, si bien son importantes, se han clasificado como de criticidad media. Es crucial asegurar su funcionamiento, pero su fallo tiene un impacto menor en la producción comparado con las máquinas de alta criticidad.</p>			
Acciones Recomendadas:			
<p>Implementar un riguroso plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de coser, de montaje y la máquina termoadherente.</p> <p>Establecer revisiones y mantenimientos regulares para las máquinas rebajadoras y ojalilladoras, enfocándose en la prevención de fallos y la optimización del rendimiento.</p>			
FIRMA DEL ANALISTA			
FIRMA DE GERENCIA			

Anexo 10. Ficha de análisis documental para el registro de la identificación de equipos críticos en el área de poliuretano de la empresa Calzature Jharsil

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha de actividad:	15 de marzo de 2024	Ubicación:	Área de Poliuretano, Planta de Calzature Jharsil, Trujillo
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Objetivo de la actividad:	Identificar y clasificar los equipos críticos en el área de poliuretano para priorizar las acciones de mantenimiento basadas en el análisis de confiabilidad.		
Listado de equipos evaluados en el área de poliuretano:			
Equipo: Máquina de inyección suelas de poliuretano			
Función del Equipo: Inyección de poliuretano para la formación de suelas de calzado.			
Criterios de Criticidad: Esencial para la producción de suelas, alto impacto en la línea de producción si falla.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: Máquina de inyección suelas de material TPU			
Función del Equipo: Inyección de TPU para suelas con requerimientos específicos de durabilidad y diseño.			
Criterios de Criticidad: Importante para la diversificación de productos y mantenimiento de estándares de calidad.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: Máquina mezcladora NIAGRA			
Función del Equipo: Mezcla de componentes para la producción de poliuretano y TPU.			
Criterios de Criticidad: Impacto directo en la calidad de los materiales producidos, esencial para la operación continua.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: Túnel de horno			
Función del Equipo: Curado y secado de suelas de poliuretano y TPU post-inyección.			
Criterios de Criticidad: Crítico para la finalización del proceso de fabricación de suelas, impacta en la calidad final del producto.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Análisis y Observaciones:			
<p>Todos los equipos evaluados en el área de poliuretano han sido clasificados como de alta criticidad debido a su papel fundamental en la producción de suelas y la calidad del producto final.</p> <p>La paralización de cualquiera de estas máquinas resultaría en interrupciones significativas en la producción y posibles retrasos en la entrega de productos a los clientes.</p>			
Acciones Recomendadas:			
<p>Desarrollar e implementar un programa de mantenimiento preventivo detallado para cada una de las máquinas identificadas.</p> <p>Establecer procedimientos de respuesta rápida para minimizar el tiempo de inactividad en caso de fallas.</p> <p>Capacitar al personal sobre operaciones y mantenimiento específico para cada tipo de equipo identificado como crítico.</p>			
FIRMA DEL ANALISTA			
FIRMA DE GERENCIA			

Anexo 11. Ficha de análisis documental para el registro de la identificación de equipos críticos en el área de alistado de la empresa Calzature Jharsil

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha de actividad:	15 de marzo de 2024	Ubicación:	Área de Alistado, Planta de Calzature Jharsil, Trujillo
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Objetivo de la actividad:	Identificar y clasificar los equipos críticos en el área de alistado para priorizar las acciones de mantenimiento basadas en el análisis de confiabilidad.		
Listado de equipos evaluados en el área de alistado:			
Equipo: MÁQUINA SELLADORA ETIQUETA			
Función del Equipo: Aplicación de etiquetas de marca y tamaño en el calzado.			
Criterios de Criticidad: Impacto directo en la presentación del producto y requisitos de marca.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: MÁQUINA SELLADORA PARA LOGO Y ETIQUETA			
Función del Equipo: Aplicación de logos y etiquetas de identificación en el calzado.			
Criterios de Criticidad: Importante para la identidad de marca y el marketing del producto.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: MÁQUINA SELLADORA DE CÓDIGO DE TRAZABILIDAD			
Función del Equipo: Aplicación de códigos de trazabilidad para el seguimiento del producto.			
Criterios de Criticidad: Esencial para la logística, seguimiento de productos y control de calidad.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Equipo: MÁQUINAS REBABEADORAS			
Función del Equipo: Remoción de rebabas y limpieza final de los productos antes del empaquetado.			
Criterios de Criticidad: Importante para la calidad final y la presentación del producto.			
Clasificación de Criticidad: Media			
Equipo: FAJA TRANSPORTADORA			
Función del Equipo: Transporte de calzado terminado hacia las áreas de inspección y empaquetado.			
Criterios de Criticidad: Fundamental para la eficiencia y fluidez de la línea de producción.			
Clasificación de Criticidad: Alta			
Análisis y Observaciones:			
<p>Los equipos de sellado de etiquetas y logos, así como las máquinas selladoras de códigos de trazabilidad, han sido identificados como críticos debido a su impacto en la identificación y presentación del producto final.</p> <p>La faja transportadora también ha sido clasificada como crítica por su rol esencial en el movimiento eficiente del producto terminado.</p> <p>La máquina rebabeadora, si bien importante para la presentación del producto, ha sido considerada de criticidad media.</p>			
Acciones Recomendadas:			
<p>Priorizar el mantenimiento preventivo de las máquinas selladoras y la faja transportadora para minimizar el riesgo de interrupciones en la producción.</p> <p>Programar revisiones regulares para la máquina rebabeadora, asegurando que continúe operando eficientemente sin afectar significativamente la producción general.</p>			
FIRMA DEL ANALISTA			
FIRMA DE GERENCIA			





Anexo 12. Ficha de análisis documental para el registro del análisis AMEF

Nombre del proyecto:		Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil													
Responsable de actividad:		Bach. Germán Cabellos Rojas													
Fórmula para el cálculo del NPR:		NPR = Severidad x Ocurrencia x Detección													
Escala de evaluación:		500 – 1000 Alto riesgo de falla													
		125 – 499 Riesgo de falla medio													
		1 – 124 Riesgo de falla bajo													
		0 No existe riesgo de falla													
PROCESO	EQUIPO O MÁQUINA	FUNCIÓN DEL EQUIPO O MÁQUINA	MODO DE FALLO	EFFECTO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	CONTROLES ACTUALES	S E V E R I D A D	O C U R R E N C I A	D E T E C T I V I D A D	N P R	CONTROLES RECOMENDADOS	S E V E R I D A D	O C U R R E N C I A	D E T E C T I V I D A D	N P R
CORTE	Troqueladoras de bandera	Realizar cortes precisos en materiales para la fabricación de calzado.	Desgaste de la matriz de corte.	Cortes imprecisos y aumento de material desechado.	Uso continuo y mantenimiento inadecuado.	Inspecciones visuales irregulares.	7	8	8	448	Programar inspecciones regulares y mantenimiento preventivo, establecer un plan de reemplazo para las matrices.	4	4	3	48
			Fallo en el sistema hidráulico.	Fallos en la operación de corte y paradas de producción.	Fugas de aceite o desgaste de componentes.	Revisión periódica sin un cronograma fijo.	8	9	9	648	Establecer un programa de mantenimiento para el sistema hidráulico, capacitar al personal en la detección de fugas y problemas comunes.	3	3	2	18
	Máquina TIESEO	Realizar cortes automatizados de alta precisión en materiales diversos.	Errores de software/calibración.	Cortes incorrectos, desperdicio de material.	Actualizaciones de software inadecuadas, calibración incorrecta.	Re calibración ocasional por personal técnico.	7	8	8	448	Implementar un calendario de actualizaciones y calibraciones regulares, entrenamiento técnico para operadores en la calibración básica y diagnóstico de errores.	4	5	3	60
			Desgaste o daño de la herramienta de corte.	Cortes no limpios, aumento en el tiempo de producción.	Uso continuo sin mantenimiento adecuado.	Cambio de herramientas basado en la detección de problemas de calidad.	4	9	9	648	Establecer parámetros de vida útil de herramientas y rutinas de mantenimiento preventivo, capacitación de operarios en inspecciones de pre-uso.	3	4	2	24
APARADO	Máquinas de poste 2 agujas	Realizar costuras detalladas y precisas en el calzado.	Rotura del hilo durante la costura.	Interrupciones en la producción, disminución de la calidad de la costura.	Tensión incorrecta del hilo o uso de hilo de baja calidad.	Verificación manual esporádica de la tensión y calidad del hilo.	7	8	8	448	Establecer procedimientos regulares de revisión y ajuste de la tensión del hilo, seleccionar proveedores de hilo de alta calidad.	4	3	3	36
			Desalineación de la aguja.	Costuras defectuosas, daño al material.	Montaje incorrecto o desgaste natural.	Reemplazo de la aguja cuando se observan defectos.	3	9	8	576	Capacitación de los operarios en la correcta instalación de las agujas y programar revisiones periódicas de alineación.	3	3	2	18
	Máquinas de poste de 1 aguja	Realizar costuras detalladas y precisas en el calzado.	Fallo del mecanismo de alimentación del material.	Alimentación irregular del material, lo que lleva a costuras socadas o incompletas.	Desgaste de componentes, obstrucciones o ajustes incorrectos.	Limpieza y ajustes durante los cambios de turno o cuando se detectan problemas.	8	8	8	512	Implementación de inspecciones y mantenimientos rutinarios del mecanismo de alimentación, entrenamiento de mantenimiento preventivo para operarios.	4	4	4	64
			Sobrecalentamiento del motor.	Paradas forzadas, reducción de la vida útil del motor.	Uso excesivo sin períodos adecuados de descanso o fallo en el sistema de refrigeración.	Intervención basada en la falla del equipo.	8	9	8	576	Establecer tiempos de descanso regulares para las máquinas, verificar y mantener el sistema de refrigeración.	3	5	3	45
			Rotura del hilo.	Interrupciones en el proceso de costura, disminución de la productividad y la calidad.	Tensión del hilo inadecuada o hilo de mala calidad.	Verificación y ajuste manual de la tensión; cambio de hilo cuando se rompe.	4	8	7	448	Establecer controles de calidad para el hilo utilizado, realizar capacitaciones regulares para el ajuste correcto de la tensión.	4	3	2	24
Máquinas de coser	Unir las diversas partes del calzado mediante costuras.	Desalineación de la aguja.	Dafos en el material o costuras defectuosas.	Instalación incorrecta o desgaste natural.	Reemplazo y alineación de agujas basado en la inspección visual.	8	9	8	576	Establecer un protocolo de revisión y reemplazo regular de las agujas, incluyendo la verificación de su alineación.	3	5	3	45	
		Máquinas de montado	Ensamblar la parte superior del calzado con la suela.	Debilitamiento de la unión entre la parte superior del calzado y la suela.	Dosificación incorrecta o fallos en el sistema de aplicación.	Comprobaciones visuales del montaje después de la aplicación.	8	8	8	512	Implementar sistemas automáticos de dosificación y revisión periódica del funcionamiento de los aplicadores.	4	4	2	32
Desalineación durante el montaje.	Calzado defectuoso con posible retorno o rechazo del cliente.			Errores de operación o ajustes incorrectos de la máquina.	Controles de calidad post-montaje.	8	9	7	504	Capacitación regular del personal en la operación correcta y procedimientos de ajuste de las máquinas.	3	3	4	36	
POLIURETANO	Máquina de inyección suelas de poliuretano	Inyectar poliuretano en moldes para formar suelas de calzado.	Obstrucción en la boquilla de inyección.	Interrupción en la producción de suelas, variaciones en la calidad del producto.	Acumulación de residuos o poliuretano solidificado.	Limpieza manual cuando se detectan fallos.	8	8	8	512	Implementar un programa de limpieza y mantenimiento preventivo regular, inspección diaria de la boquilla.	4	3	3	36
			Falla en el sistema de control de temperatura.	Producción de suelas defectuosas, problemas de adhesión y formación.	Malfuncionamiento de los sensores o fallos en los elementos de calefacción.	Revisión periódica y reemplazo de componentes dañados.	7	9	8	504	Verificación regular de los sensores y elementos de calefacción, calibración del sistema de control de temperatura.	4	3	4	48
	Máquina Mezcladora NIAGRA	Mezclar componentes para la producción de poliuretano.	Mezcla inhomogénea.	Calidad inconsistente del poliuretano, afectando el rendimiento de las suelas.	Desajuste en la velocidad de mezcla o proporciones incorrectas de componentes.	Ajustes manuales basados en la experiencia del operador.	8	8	7	448	Establecer procedimientos de control y medidas estándar para la mezcla, capacitación regular para los operadores.	3	3	3	27
			Contaminación de los materiales.	Disertorio en la calidad de las suelas de poliuretano.	Ingreso de impurezas o almacenamiento inadecuado de los componentes.	Control de calidad del producto final.	7	9	8	504	Mejorar el almacenamiento y manejo de materiales, implementar filtros y barreras de contaminación.	3	4	4	48
Túnel de Horno	Curado y secado de suelas de poliuretano y TPU.	Temperatura desigual a lo largo del túnel.	Curado inconsistente, suelas con propiedades físicas inadecuadas.	Fallos en los elementos calefactores o distribución inadecuada del aire caliente.	Verificación y ajuste manual de la temperatura.	8	8	8	512	Revisión y mantenimiento regular de los elementos calefactores, optimización del flujo de aire dentro del túnel.	3	3	3	27	
ALISTADO	MÁQUINA SELLADORA ETIQUETA	Aplicar y sellar etiquetas de identificación y marca en el calzado.	Maldosado o desalineación de las etiquetas.	Etiquetas mal colocadas, afectando la imagen de marca y posible rechazo del producto.	Configuración inadecuada, desgaste de componentes del sellador.	Revisión ocasional y ajustes manuales por operarios.	8	9	7	504	Programar inspecciones y mantenimientos regulares, capacitar al personal en ajustes óptimos y detección de problemas.	4	3	4	48
			Fallo en el mecanismo de alimentación de etiquetas.	Interrupciones en el proceso de alistado, aumento en el tiempo de inactividad.	Obstrucciones, desgaste de los rodillos alimentadores.	Desobstrucción y ajustes cuando ocurre el problema.	8	8	8	512	Implementar procedimientos de limpieza y mantenimiento preventivo para el mecanismo de alimentación.	3	5	3	45
	MÁQUINAS REBABADORAS	Remover excesos y rebabas del calzado para un acabado final limpio.	Ineficiencia en la remoción de rebabas.	Calidad pobre del acabado, retrasos en el proceso de alistado.	Cuchillas desafiladas, ajuste incorrecto de la máquina.	Cambio de cuchillas basado en la programación o cuando se notan defectos.	4	8	7	448	Establecer un cronograma de mantenimiento para revisión y reemplazo de cuchillas, entrenamiento de personal en ajustes de precisión.	4	4	4	64
			FAJA TRANSPORTADORA	Transportar calzado entre las diferentes estaciones del área de alistado.	Parada o mal funcionamiento de la faja.	Interrupción del flujo de trabajo, acumulación de productos, retrasos en la producción.	Desgaste mecánico, mal alineamiento, fallos eléctricos.	Verificaciones y reparaciones reactivas ante fallos.	8	8	8	512	Inspecciones regulares de componentes, programa de mantenimiento preventivo, capacitación de operarios en reconocimiento temprano de signos de desgaste.	3	3

Anexo 13. Ficha de análisis documental para el registro de planes de acción del AMEF en el area de corte

Área:	Área de Corte - Calzature Jharsil
Fecha de actividad:	15 de abril de 2024
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas
Equipo: Troqueladoras de bandera	
Modo de fallo: Desgaste de la matriz de corte	
Acciones a realizar:	
Establecer un cronograma de inspecciones regulares para evaluar el desgaste de las matrices. Capacitar al personal sobre los indicadores de desgaste y los procedimientos de cambio. Implementar un sistema de inventario rotativo para tener siempre disponibles matrices de reemplazo.	
Plazo para la implementación: Iniciar inspecciones en Mayo 2024, capacitación completada en Abril 2024.	
Responsable: Supervisor de Área de Corte	
Estado de la acción: Pendiente	
Modo de fallo: Fallo en el sistema hidráulico	
Acciones a realizar:	
Programar mantenimiento preventivo semestral para revisar y reparar el sistema hidráulico. Entrenar al personal técnico en la detección y solución de problemas comunes del sistema hidráulico. Establecer un protocolo de respuesta rápida para fallos hidráulicos.	
Plazo para la implementación: Iniciar inspecciones en Mayo 2024, capacitación completada en Abril 2024.	
Responsable: Técnico mecánico eléctrico	
Estado de la acción: Pendiente	
Equipo: Máquina TESEO (cortes automatizados y de gran precisión)	
Modo de fallo: Errores de software/calibración	
Acciones a realizar:	
Establecer un calendario de actualizaciones de software y sesiones de recalibración. Desarrollar un manual de solución de problemas para errores comunes de software. Organizar talleres de capacitación para los operadores en el manejo y ajuste del software.	
Plazo para la implementación: Actualizaciones cada seis meses a partir de Julio 2024, talleres en Agosto 2024.	
Responsable: Técnico de sistemas	
Estado de la acción: Pendiente	
Modo de fallo: Desgaste o daño de la herramienta de corte	
Acciones a realizar:	
Implementar un programa de revisión y reemplazo para las herramientas de corte basado en el uso y los indicadores de desgaste. Capacitar al personal en la detección de herramientas desgastadas y procedimientos adecuados de reemplazo. Adquirir herramientas de corte de reserva para minimizar el tiempo de inactividad durante los cambios.	
Plazo para la implementación: Revisión de herramientas a partir de Mayo 2024, capacitación completada en Abril 2024.	
Responsable: Supervisor de Producción	
Estado de la acción: Pendiente	
FIRMA DEL ANALISTA	
FIRMA DE GERENCIA	

Anexo 14. Ficha de análisis documental para el registro de planes de acción del AMEF en el area de aparato

Área:	Área de aparato - Calzature Jharsil
Fecha de actividad:	15 de abril de 2024
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas
Equipo: Máquinas de poste 2	
Modo de fallo: Rotura del hilo durante la costura	
Acciones a realizar:	
Establecer controles de calidad para la selección de hilos. Capacitar a los operarios en la correcta configuración de la tensión del hilo. Implementar un protocolo de revisión periódica para la tensión y estado del hilo.	
Plazo para la implementación: Control de calidad desde Mayo 2024, capacitación completada en Abril 2024.	
Responsable: Supervisor de Área de Aparado	
Estado de la acción: Pendiente	
Modo de fallo: Desalineación de la aguja	
Acciones a realizar:	
Programar formaciones para el correcto montaje y comprobación de las agujas. Desarrollar una rutina de comprobaciones antes del turno para asegurar la alineación adecuada. Mantener un stock adecuado de agujas de reemplazo y facilitar su acceso rápido para cambios.	
Plazo para la implementación: Capacitación completa en abril 2024, inicio de comprobaciones en Mayo 2024.	
Responsable: Jefe de Equipo de Aparado	
Estado de la acción: Pendiente	
Equipo: Máquinas de poste de 1 aguja	
Modo de fallo: Fallo del mecanismo de alimentación del material	
Acciones a realizar:	
Inspecciones regulares y mantenimiento del mecanismo de alimentación. Capacitar al personal en la identificación y resolución de problemas de alimentación del material. Establecer un registro de incidencias para identificar y actuar sobre patrones recurrentes.	
Plazo para la implementación: Inspecciones mensuales a partir de abril 2024, capacitación en marzo 2024.	
Responsable: Supervisor de Mantenimiento	
Estado de la acción: Pendiente	
Modo de fallo: Sobrecalentamiento del motor	
Acciones a realizar:	
Implementar un programa de descansos para las máquinas durante los turnos de trabajo. Revisar y mejorar el sistema de enfriamiento de los motores. Formar al personal sobre la importancia del descanso de las máquinas y cómo detectar signos de sobrecalentamiento.	
Plazo para la implementación: Programa de descansos a partir de abril 2024, mejora del sistema de enfriamiento para mayo 2024.	
Responsable: Gerente de Planta	
Estado de la acción: Pendiente	
FIRMA DEL ANALISTA	
FIRMA DE GERENCIA	

Anexo 15. Ficha de análisis documental para el registro de planes de acción del AMEF en el area de armado

Área:	Área de armado - Calzature Jharsil	
Fecha de actividad:	15 de abril de 2024	
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas	
Equipo: Máquinas de coser		
Modo de fallo: Rotura del hilo durante la costura		
Acciones a realizar:		
Realizar auditorías de calidad a los proveedores de hilo para asegurar estándares adecuados. Programar sesiones de capacitación mensual para los operarios sobre ajustes correctos de tensión del hilo. Establecer revisiones diarias de las máquinas para verificar la correcta configuración de la tensión.		
Plazo para la implementación: Auditorías desde abril 2024, capacitaciones a partir de Mayo 2024.		
Responsable: Supervisor de Área de Armado		
Estado de la acción: Pendiente		
Modo de fallo: Desalineación de la aguja		
Acciones a realizar:		
Crear un checklist de inicio de turno para la verificación de la alineación de las agujas. Capacitar al personal en el mantenimiento y ajuste correcto de las agujas. Mantener un stock suficiente de agujas y promover un protocolo de cambio frecuente para evitar desalineaciones.		
Plazo para la implementación: Implementación de checklist y capacitaciones en Abril 2024.		
Responsable: Jefe de Mantenimiento		
Estado de la acción: Pendiente		
Equipo: Máquinas de montaje		
Modo de fallo: Aplicación inadecuada de adhesivo		
Acciones a realizar:		
Instalar sistemas de dosificación automática para mejorar la precisión en la aplicación de adhesivos. Capacitar a los operarios en la selección y manejo adecuado de los adhesivos. Establecer inspecciones regulares para evaluar la calidad de la aplicación del adhesivo.		
Plazo para la implementación: Instalación de sistemas en abril 2024, capacitaciones en mayo 2024.		
Responsable: Supervisor de Producción		
Estado de la acción: Pendiente		
Modo de fallo: Desalineación durante el montaje		
Acciones a realizar:		
Desarrollar un programa de entrenamiento específico para la correcta colocación y montaje de las partes del calzado. Implementar controles de calidad post-montaje para detectar y corregir problemas de alineación tempranamente. Ajustar el diseño de las estaciones de trabajo para facilitar un montaje más preciso.		
Plazo para la implementación: Programa de entrenamiento en abril 2024, implementación de controles de calidad en mayo 2024.		
Responsable: Gerente de Calidad		
Estado de la acción: Pendiente		
FIRMA DEL ANALISTA		
FIRMA DE GERENCIA		

Anexo 16. Ficha de análisis documental para el registro de planes de acción del AMEF en el area de poliuretano

Área:	Área de poliuretano - Calzature Jharsil	
Fecha de actividad:	15 de abril de 2024	
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas	
Equipo: Máquina de inyección suelas de poliuretano		
Modo de fallo: Obstrucción en la boquilla de inyección		
Acciones a realizar:		
Implementar un protocolo de limpieza diaria y mantenimiento preventivo para las boquillas. Capacitar al personal técnico en la identificación y solución rápida de obstrucciones. Revisar y optimizar los procedimientos de filtrado del material antes de la inyección.		
Plazo para la implementación: Establecimiento de protocolos y capacitación en mayo 2024.		
Responsable: Supervisor de área de poliuretano		
Estado de la acción: Pendiente		
Modo de fallo: Falla en el sistema de control de temperatura		
Acciones a realizar:		
Realizar una calibración mensual del sistema de control de temperatura. Instalar alarmas adicionales para detectar desviaciones de temperatura. Formar a los operarios sobre la importancia del control de temperatura y cómo reaccionar ante alarmas.		
Plazo para la implementación: Calibración y formación a partir de mayo 2024.		
Responsable: Jefe de Mantenimiento		
Estado de la acción: Pendiente		
Equipo: Máquina Mezcladora NIAGRA		
Modo de fallo: Mezcla inhomogénea		
Acciones a realizar:		
Verificar y ajustar las configuraciones de velocidad y tiempo de mezcla. Implementar inspecciones regulares de los componentes de mezcla para asegurar su correcto funcionamiento. Capacitar al personal en técnicas de mezclado y en la identificación de mezclas inadecuadas.		
Plazo para la implementación: Ajustes y capacitaciones en mayo 2024.		
Responsable: Supervisor del área de poliuretano		
Estado de la acción: Pendiente		
Modo de fallo: Contaminación de los materiales		
Acciones a realizar:		
Mejorar el almacenamiento y manejo de materiales para prevenir contaminaciones. Establecer áreas limpias específicas para la preparación y carga de los componentes. Formar a los trabajadores en prácticas de higiene y manejo seguro de los materiales.		
Plazo para la implementación: Implementación de mejoras en almacenamiento y formación en mayo 2024.		
Responsable: Supervisor del área de poliuretano		
Estado de la acción: Pendiente		
FIRMA DEL ANALISTA		
FIRMA DE GERENCIA		

Anexo 17. Ficha de análisis documental para el registro de planes de acción del AMEF en el area de alistado

Ficha de análisis documental para el registro de planes de acción del AMEF en el area de alistado	
Área:	Área de alistado - Calzature Jharsil
Fecha de actividad:	15 de abril de 2024
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas
Equipo: MÁQUINA SELLADORA ETIQUETA	
Modo de fallo: Mal sellado o desalineación de las etiquetas	
Acciones a realizar:	
Verificar y ajustar la configuración de presión y calor cada inicio de turno. Realizar capacitaciones mensuales para operarios en técnicas de sellado y mantenimiento preventivo. Diseñar y distribuir una guía de solución de problemas para los fallos comunes de sellado.	
Plazo para la implementación: Ajustes inmediatos desde abril 2024, capacitaciones a partir de mayo 2024.	
Responsable: Supervisor de área de alistado	
Estado de la acción: Pendiente	
Modo de fallo: Fallo en el mecanismo de alimentación de etiquetas	
Acciones a realizar:	
Establecer un mantenimiento preventivo semanal para revisar y limpiar el mecanismo. Capacitar a los operarios en la detección temprana de problemas de alimentación y técnicas de solución. Crear un sistema de reporte rápido de fallos para agilizar las reparaciones.	
Plazo para la implementación: Mantenimiento desde abril 2024, capacitación en mayo 2024.	
Responsable: Jefe de Mantenimiento	
Estado de la acción: Pendiente	
Equipo: MÁQUINAS REBABEADORAS	
Modo de fallo: Ineficiencia en la remoción de rebabas	
Acciones a realizar:	
Revisar y calibrar las máquinas rebabeadoras al inicio de cada turno. Programar sesiones de formación para los operarios sobre el mantenimiento y ajuste correcto de las cuchillas. Establecer inspecciones post-proceso para asegurar la calidad de acabado y ajustar las acciones según sea necesario.	
Plazo para la implementación: Calibración diaria desde abril 2024, formación en mayo 2024.	
Responsable: Supervisor de calidad	
Estado de la acción: Pendiente	
Modo de fallo: Parada o mal funcionamiento de la faja	
Acciones a realizar:	
Implementar revisiones diarias para evaluar el estado y alineación de la faja. Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo específico para las fajas transportadoras. Formar al personal sobre la identificación de señales de advertencia de mal funcionamiento de la faja y procedimientos de actuación inmediata.	
Plazo para la implementación: Revisión diaria desde Julio 2024, inicio del programa de mantenimiento en Agosto 2024.	
Responsable: Supervisor del área de alistado	
Estado de la acción: Pendiente	
FIRMA DEL ANALISTA	
FIRMA DE GERENCIA	

Anexo 18. Ficha de análisis documental para el registro de la evaluación de inventario de mantenimiento

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil																									
Fecha de actividad:	15 de marzo de 2024	Ubicación:	Almacén de insumos y repuestos																							
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas																									
Objetivo de la actividad:	Identificar y clasificar los ítems críticos del almacén de insumos y repuestos																									
INVENTARIO DE REPUESTOS																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ítems</th> <th>Descripción</th> <th>Cantidad de inventario</th> <th>Cantidad ideal</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Cuchillas para máquinas rebajadoras</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>Insuficiente</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Boquillas para troqueladoras</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>Suficiente</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Agujas para máquinas de coser</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>Insuficiente</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Filtros para sistema hidráulico</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>Insuficiente</td> </tr> </tbody> </table>	Ítems	Descripción	Cantidad de inventario	Cantidad ideal	Estado	1	Cuchillas para máquinas rebajadoras	15	30	Insuficiente	2	Boquillas para troqueladoras	20	20	Suficiente	3	Agujas para máquinas de coser	100	200	Insuficiente	4	Filtros para sistema hidráulico	5	10	Insuficiente
Ítems	Descripción	Cantidad de inventario	Cantidad ideal	Estado																						
1	Cuchillas para máquinas rebajadoras	15	30	Insuficiente																						
2	Boquillas para troqueladoras	20	20	Suficiente																						
3	Agujas para máquinas de coser	100	200	Insuficiente																						
4	Filtros para sistema hidráulico	5	10	Insuficiente																						
INVENTARIO DE MATERIALES																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ítems</th> <th>Descripción</th> <th>Cantidad de inventario</th> <th>Cantidad ideal</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Adhesivo para suelas</td> <td>50 litros</td> <td>100 litros</td> <td>Insuficiente</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Tinta para marcado de trazabilidad</td> <td>10 litros</td> <td>15 litros</td> <td>Insuficiente</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Lubricante para máquinas</td> <td>30 litros</td> <td>30 litros</td> <td>Suficiente</td> </tr> </tbody> </table>	Ítems	Descripción	Cantidad de inventario	Cantidad ideal	Estado	1	Adhesivo para suelas	50 litros	100 litros	Insuficiente	2	Tinta para marcado de trazabilidad	10 litros	15 litros	Insuficiente	3	Lubricante para máquinas	30 litros	30 litros	Suficiente					
Ítems	Descripción	Cantidad de inventario	Cantidad ideal	Estado																						
1	Adhesivo para suelas	50 litros	100 litros	Insuficiente																						
2	Tinta para marcado de trazabilidad	10 litros	15 litros	Insuficiente																						
3	Lubricante para máquinas	30 litros	30 litros	Suficiente																						
INVENTARIO DE HERRAMIENTAS																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ítems</th> <th>Descripción</th> <th>Cantidad de inventario</th> <th>Cantidad ideal</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Juegos de llaves de mano</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>Insuficiente</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Destornilladores variados</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>Suficiente</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Calibradores digitales</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>Insuficiente</td> </tr> </tbody> </table>	Ítems	Descripción	Cantidad de inventario	Cantidad ideal	Estado	1	Juegos de llaves de mano	5	10	Insuficiente	2	Destornilladores variados	15	15	Suficiente	3	Calibradores digitales	2	5	Insuficiente					
Ítems	Descripción	Cantidad de inventario	Cantidad ideal	Estado																						
1	Juegos de llaves de mano	5	10	Insuficiente																						
2	Destornilladores variados	15	15	Suficiente																						
3	Calibradores digitales	2	5	Insuficiente																						
INVENTARIO DE INSUMOS																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ítems</th> <th>Descripción</th> <th>Cantidad de inventario</th> <th>Cantidad ideal</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Guantes de trabajo</td> <td>100 pares</td> <td>150 pares</td> <td>Insuficiente</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Gafas de seguridad</td> <td>75 pares</td> <td>75 pares</td> <td>Suficiente</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Mascarillas de protección</td> <td>50 unidades</td> <td>100 unidades</td> <td>Insuficiente</td> </tr> </tbody> </table>	Ítems	Descripción	Cantidad de inventario	Cantidad ideal	Estado	1	Guantes de trabajo	100 pares	150 pares	Insuficiente	2	Gafas de seguridad	75 pares	75 pares	Suficiente	3	Mascarillas de protección	50 unidades	100 unidades	Insuficiente					
Ítems	Descripción	Cantidad de inventario	Cantidad ideal	Estado																						
1	Guantes de trabajo	100 pares	150 pares	Insuficiente																						
2	Gafas de seguridad	75 pares	75 pares	Suficiente																						
3	Mascarillas de protección	50 unidades	100 unidades	Insuficiente																						
Observaciones Adicionales:																										
<p>Es necesario realizar un pedido inmediato de cuchillas para máquinas rebajadoras, agujas para máquinas de coser, y adhesivo para suelas para cumplir con los niveles ideales de inventario. Se recomienda revisar los proveedores actuales para mejorar los tiempos de entrega y costos de los repuestos e insumos críticos.</p>																										
FIRMA DEL ANALISTA																										
FIRMA DE GERENCIA																										

Anexo 19. Ficha de análisis documental para el registro del desarrollo de políticas de gestión de repuestos

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha de actividad:	15 de marzo de 2024	Ubicación:	Almacén de insumos y repuestos
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Objetivo de la actividad:	Establecer nuevas políticas y directrices para la gestión de repuestos		
Política de inventario de repuestos			
Objetivo: Mantener un inventario óptimo de repuestos críticos para garantizar una operación ininterrumpida y eficiente de la maquinaria.			
Directrices: Realizar una auditoría trimestral del inventario para comparar las existencias actuales con las cantidades ideales basadas en el historial de uso y el pronóstico de producción. Establecer relaciones con múltiples proveedores para asegurar la disponibilidad y los mejores precios de los repuestos críticos. Implementar un sistema de gestión de inventario computarizado para rastrear niveles de stock, pedidos pendientes y tiempos de entrega.			
Política de adquisición de repuestos			
Objetivo: Asegurar la adquisición eficiente y efectiva de repuestos de alta calidad necesarios para el mantenimiento de la maquinaria.			
Directrices: Priorizar la adquisición de repuestos de fabricantes originales o proveedores certificados para garantizar la compatibilidad y calidad. Desarrollar un proceso de aprobación para compras de repuestos que excedan un umbral de costo establecido. Evaluar y documentar el desempeño de los proveedores basándose en criterios de calidad, precio, y tiempos de entrega.			
Política de almacenamiento y manejo de repuestos			
Objetivo: Mantener la integridad y la accesibilidad de los repuestos almacenados para su uso eficiente cuando sea necesario.			
Directrices: Almacenar repuestos según las recomendaciones del fabricante, incluyendo control de temperatura y humedad cuando sea aplicable. Realizar inspecciones regulares del almacén para verificar las condiciones de almacenamiento y manejar cualquier problema de deterioro. Capacitar al personal sobre prácticas correctas de manejo y almacenamiento para minimizar daños y pérdidas.			
Política de retiro y sustitución de repuestos			
Objetivo: Asegurar que los repuestos obsoletos, dañados o de bajo rendimiento sean retirados y reemplazados de manera oportuna.			
Directrices: Establecer criterios para la retirada y sustitución de repuestos, incluyendo el desgaste normal, daños y obsolescencia. Mantener registros detallados de la vida útil y el rendimiento de los repuestos para informar decisiones de sustitución. Proceder con la disposición ecológica o reciclaje de repuestos retirados conforme a las normativas ambientales.			
Observaciones Adicionales:			
Es vital mantener una comunicación constante con el departamento de compras y proveedores para ajustar las políticas según los cambios en el mercado y las necesidades de producción. Las políticas de gestión de repuestos deben ser revisadas anualmente para adaptarlas a las nuevas tecnologías y prácticas de la industria.			
FIRMA DEL ANALISTA			
FIRMA DE GERENCIA			

Anexo 20. Ficha de análisis documental para el registro de la implementación del sistema de gestión de inventario de repuestos

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha de Implementación:	Inicio: 01 de Agosto de 2024 - Finalización Estimada: 31 de Octubre de 2024	Departamento:	Mantenimiento
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Detalles del Sistema de Gestión de Inventario			
<p>Nombre del Sistema: InvenTechRepuestos</p> <p>Proveedor del Software: TechSolutions S.A.C.</p> <p>Objetivo del Sistema: Automatizar el seguimiento y la gestión de repuestos, materiales y herramientas necesarias para el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y máquinas en Calzature Jharsil.</p> <p>Funciones Clave: Seguimiento de niveles de inventario en tiempo real. Notificaciones automáticas para reordenar repuestos. Registro histórico de uso y demanda de repuestos. Integración con sistemas de planificación de mantenimiento existentes.</p>			
PLAN DE IMPLEMENTACIÓN			
Fase 1: Preparación y Planificación			
<p>Fechas: 01/08/2024 - 15/08/2024</p> <p>Actividades: Identificación de todos los repuestos existentes, categorización según tipo y uso, definición de niveles mínimos y máximos de inventario.</p> <p>Responsables: Ing. Juan Víctor Sandoval, Ing. Luis Espino (Supervisores de almacén de repuestos e insumos)</p>			
Fase 2: Configuración del Software y Capacitación			
<p>Fechas: 16/08/2024 - 15/09/2024</p> <p>Actividades: Instalación del software InvenTechRepuestos, configuración específica para Calzature Jharsil, capacitación de usuarios clave y personal de mantenimiento.</p> <p>Responsables: Carlos Soto (Especialista IT), Ana García</p>			
Fase 3: Migración de Datos y Prueba del Sistema			
<p>Fechas: 16/09/2024 - 30/09/2024</p> <p>Actividades: Transferencia de registros de inventario al nuevo sistema, pruebas de funcionalidad y corrección de errores, ajuste de niveles de stock según las recomendaciones del sistema.</p> <p>Responsables: Ana García, Equipo IT de Calzature Jharsil</p>			
Fase 4: Implementación Completa y Seguimiento			
<p>Fechas: 01/10/2024 - 31/10/2024</p> <p>Actividades: Puesta en marcha completa del sistema, monitoreo de la integración con operaciones de mantenimiento, recolección de feedback de usuarios, ajustes finales.</p> <p>Responsables: Todos los Usuarios del Sistema</p>			
Indicadores de Éxito			
<p>Disminución del tiempo de inactividad de las máquinas debido a la falta de repuestos. Reducción en el exceso de inventario de repuestos no utilizados. Mejora en la eficiencia de las operaciones de mantenimiento. Aumento en la satisfacción del personal con el proceso de mantenimiento.</p>			
Observaciones Adicionales:			
<p>Se realizarán reuniones semanales durante la fase de implementación para abordar problemas y ajustar el plan según sea necesario. Se establecerá un programa de capacitación continua para asegurar el correcto uso y aprovechamiento del sistema.</p>			
FIRMA DEL ANALISTA			
FIRMA DE GERENCIA			

Anexo 21. Ficha de análisis documental para el registro de Listas de Verificación para Mantenimiento Autónomo

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha:	15 de marzo de 2024	Área:	Corte
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Troqueladoras de Bandera			
Operador:			
Fecha:			
Turno:			
1. Inspección visual:			
	No hay piezas sueltas o dañadas visiblemente.		
	No hay signos de fugas de aceite o fluidos hidráulicos.		
	La zona de trabajo está limpia y libre de residuos.		
2. Comprobación de seguridad:			
	Guardas de seguridad en su lugar y en buenas condiciones		
	Botones de parada de emergencia funcionales.		
3. Funcionamiento de la máquina:			
	El sistema hidráulico funciona sin ruidos anormales.		
	La matriz de corte está afilada y libre de daños.		
	Los controles y el panel de operaciones funcionan correctamente.		
4. Lubricación:			
	Verificar y rellenar (si es necesario) los niveles de aceite.		
	Aplicar lubricante en puntos de movimiento según el manual.		
5. Limpieza:			
	Limpiar la superficie de trabajo y alrededores.		
	Quitar residuos de material de la matriz de corte.		
Comentarios/Observaciones:			
Firmado por el Operador:			



Anexo 22. Ficha de análisis documental para el registro de Listas de Verificación para Mantenimiento Autónomo

Ficha de análisis documental para el registro de Listas de Verificación para Mantenimiento Autónomo			
Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha:	15 de marzo de 2024	Área:	Corte
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Máquina TESEO (Cortes Automatizados)			
Operador:			
Fecha:			
Turno:			
1. Inspección visual:			
	Verificar que no haya obstrucciones en la zona de corte.		
	Asegurarse de que la cinta de transporte está limpia y en buen estado.		
	Comprobar que no hay cables sueltos o expuestos.		
2. Comprobación de seguridad:			
	Las barreras de seguridad están operativas y en su lugar.		
	Botones de Los sensores de seguridad no están obstruidos.		
3. Funcionamiento de la máquina:			
	El software de corte está actualizado y funciona correctamente.		
	La herramienta de corte está alineada y afilada.		
	La presión y configuraciones de corte son las adecuadas para el material actual.		
4. Limpieza:			
	Eliminar recortes y residuos de material del área de trabajo.		
	Limpiar el área de los sensores y cámaras para asegurar la precisión del corte.		
5. Lubricación y ajustes:			
	Comprobar y ajustar (si es necesario) la lubricación en áreas críticas.		
	Asegurar que todos los componentes móviles operan suavemente.		
Comentarios/Observaciones:			
Firmado por el Operador:			




Anexo 23. Ficha de análisis documental para el registro de Listas de Verificación para Mantenimiento Autónomo

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha:	15 de marzo de 2024	Área:	Aparado
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Máquinas de Poste 2			
Operador:			
Fecha:			
Turno:			
1. Inspección visual:			
	No hay piezas sueltas o dañadas visiblemente.		
	No hay signos de desgaste excesivo en los componentes.		
	La zona de trabajo está limpia y libre de residuos de material.		
2. Comprobación de seguridad:			
	Guardas de seguridad en su lugar y en buenas condiciones.		
	Botones de parada de emergencia funcionales.		
3. Funcionamiento de la máquina:			
	El motor opera sin ruidos anormales.		
	La tensión del hilo es la adecuada para el material en uso.		
	Los pedales y controles responden correctamente.		
4. Limpieza:			
	Limpiar el área bajo los pies y alrededor de la máquina.		
	Quitar residuos de hilo y material de las zonas de costura.		
5. Lubricación y ajustes:			
	Aplicar lubricante en puntos de movimiento según el manual.		
	Comprobar y rellenar (si es necesario) los niveles de aceite.		
Comentarios/Observaciones:			
Firmado por el Operador:			



Anexo 24. Ficha de análisis documental para el registro de Listas de Verificación para Mantenimiento Autónomo

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha:	15 de marzo de 2024	Área:	Aparado
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Dobladoras de Cuero			
Operador:			
Fecha:			
Turno:			
1. Inspección visual:			
	La superficie de doblado está limpia y sin defectos.		
	No hay piezas sueltas o elementos de fijación dañados.		
	El área de trabajo está ordenada y libre de obstrucciones.		
2. Comprobación de seguridad:			
	Verificar que los dispositivos de seguridad están activos.		
	Asegurarse de que no hay objetos extraños en la zona de doblado.		
3. Funcionamiento de la máquina:			
	Verificar que la temperatura de doblado es la correcta.		
	Comprobar que el mecanismo de presión funciona uniformemente.		
	Asegurar que los ajustes corresponden al tipo de cuero en procesamiento.		
4. Limpieza:			
	Limpiar todas las superficies de contacto después de cada uso.		
	Revisar y limpiar los filtros de aire si la máquina los posee.		
5. Lubricación y ajustes:			
	Verificar que los materiales a doblar no tienen defectos previos.		
	Asegurarse de que las herramientas de ajuste están disponibles y en buen estado.		
Comentarios/Observaciones:			
Firmado por el Operador:			

Anexo 25. Ficha de análisis documental para el registro de Listas de Verificación para Mantenimiento Autónomo

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha:	15 de marzo de 2024	Área:	Armado
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Máquinas de Coser para Armado			
Operador:			
Fecha:			
Turno:			
1. Inspección visual:			
	No hay piezas sueltas o dañadas visiblemente.		
	La mesa de trabajo y área circundante están limpias y ordenadas.		
	No hay signos de hilos o materiales atascados en la máquina.		
2. Comprobación de seguridad:			
	Guardas y dispositivos de seguridad están en su lugar y funcionales.		
	Botones de parada de emergencia son accesibles y funcionales.		
3. Funcionamiento de la máquina:			
	El motor opera sin ruidos anormales.		
	La tensión del hilo es correcta para el material y el tipo de costura.		
	Pedales y controles de mano responden adecuadamente.		
4. Limpieza:			
	Eliminar restos de hilo y material de las áreas de trabajo y de costura.		
	Limpiar la superficie de la máquina con un paño seco o ligeramente humedecido.		
5. Lubricación y ajustes:			
	Verificar y rellenar (si es necesario) los niveles de aceite según manual de la máquina.		
	Aplicar lubricante en puntos de movimiento especificados por el fabricante.		
Comentarios/Observaciones:			
Firmado por el Operador:			



Anexo 26. Ficha de análisis documental para el registro de Listas de Verificación para Mantenimiento Autónomo

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha:	15 de marzo de 2024	Área:	Armado
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Máquinas de Montado			
Operador:			
Fecha:			
Turno:			
1. Inspección visual:			
	Verificar que no haya restos de adhesivo o materiales en las áreas de trabajo.		
	Asegurarse de que todos los componentes están correctamente alineados y asegurados.		
	Comprobar la limpieza y orden en el entorno de la máquina.		
2. Comprobación de seguridad:			
	Todos los dispositivos de seguridad están en posición y operativos.		
	No hay obstrucciones en las áreas de movimiento de la máquina.		
3. Funcionamiento de la máquina:			
	Verificar la correcta operación del sistema de montado y alineación.		
	Asegurar que la presión de montado es la adecuada para el tipo de calzado.		
	Comprobar que la temperatura (si aplica) está ajustada correctamente.		
4. Limpieza:			
	Realizar limpieza de la superficie y herramientas de montado.		
	Revisar y limpiar, si es necesario, los sistemas de extracción de vapores o residuos.		
5. Lubricación y ajustes:			
	Realizar ajustes necesarios según el tipo de calzado a montar.		
	Verificar que las piezas de reemplazo (si se usan) están disponibles y en buen estado.		
Comentarios/Observaciones:			
Firmado por el Operador:			



Anexo 27. Ficha de análisis documental para el registro de Listas de Verificación para Mantenimiento Autónomo

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha:	15 de marzo de 2024	Área:	Poliuretano
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Máquina de inyección suelas de poliuretano			
Operador:			
Fecha:			
Turno:			
1. Inspección visual:			
	No hay piezas sueltas o dañadas visiblemente en la máquina.		
	La zona de inyección está limpia y sin restos de material anterior.		
	No hay signos de fugas de material o aceite.		
2. Comprobación de seguridad:			
	Guardas de seguridad en su lugar y funcionales.		
	Botones de parada de emergencia accesibles y en buen estado.		
3. Funcionamiento de la máquina:			
	El sistema de inyección opera sin ruidos o vibraciones anormales.		
	La temperatura y presión de inyección están dentro de los parámetros establecidos.		
	Los controles responden de manera adecuada y precisa.		
4. Limpieza:			
	Eliminar cualquier residuo de poliuretano del área de trabajo y la máquina.		
	Limpiar regularmente los filtros y boquillas para evitar obstrucciones.		
5. Lubricación y ajustes:			
	Verificar los niveles de aceite y rellenar si es necesario.		
	Realizar un chequeo del sistema hidráulico para detectar posibles fugas.		
Comentarios/Observaciones:			
Firmado por el Operador:			

Anexo 28. Ficha de análisis documental para el registro de Listas de Verificación para Mantenimiento Autónomo

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha:	15 de marzo de 2024	Área:	Poliuretano
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
Túnel de horno para poliuretano			
Operador:			
Fecha:			
Turno:			
1. Inspección visual:			
	Asegurarse de que el túnel esté limpio y sin obstrucciones.		
	Verificar que la cinta transportadora esté en buen estado y limpia.		
	Comprobar que no haya residuos acumulados dentro del horno.		
2. Comprobación de seguridad:			
	Comprobar que las salidas de emergencia estén libres y claras.		
	Asegurarse de que los sistemas de seguridad del horno estén funcionando correctamente.		
3. Funcionamiento de la máquina:			
	Verificar que la temperatura del horno se ajuste a los parámetros de producción.		
	Comprobar que el temporizador y los controles de velocidad funcionen correctamente.		
	Asegurar que el sistema de extracción de humos esté operativo.		
4. Limpieza:			
	Limpiar el interior del horno y la cinta transportadora después de cada ciclo de trabajo.		
	Revisar periódicamente el aislamiento térmico y las puertas del horno.		
5. Lubricación y ajustes:			
	Ajustar los parámetros de temperatura según el tipo de poliuretano que se esté procesando.		
	Comprobar y ajustar la alineación de la cinta transportadora si es necesario.		
Comentarios/Observaciones:			
Firmado por el Operador:			



Anexo 29. Ficha de análisis documental para el registro de Listas de Verificación para Mantenimiento Autónomo

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha:	15 de marzo de 2024	Área:	Alistado
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
MÁQUINA SELLADORA ETIQUETA			
Operador:			
Fecha:			
Turno:			
1. Inspección visual:			
	No hay piezas sueltas o dañadas visiblemente en la máquina.		
	La zona de sellado está limpia y sin residuos de material antiguo.		
	No hay signos de desgaste excesivo en las cintas o elementos selladores.		
2. Comprobación de seguridad:			
	Guardas de seguridad en su lugar y funcionales.		
	Botones de parada de emergencia accesibles y en buen estado.		
3. Funcionamiento de la máquina:			
	La temperatura de sellado se ajusta a los parámetros establecidos para el material actual.		
	La presión de sellado es adecuada, asegurando un cierre firme sin dañar el material.		
	Los controles y ajustes responden de manera adecuada.		
4. Limpieza:			
	Limpiar la superficie de sellado después de cada turno para evitar acumulación de adhesivos.		
	Mantener el área de trabajo ordenada y libre de obstrucciones.		
5. Lubricación y ajustes:			
	Verificar el estado de los componentes de sellado y reemplazar si se encuentran desgastados.		
	Revisar y ajustar la alineación de las cintas transportadoras y rollos de etiquetas.		
Comentarios/Observaciones:			
Firmado por el Operador:			



Anexo 30. Ficha de análisis documental para el registro de Listas de Verificación para Mantenimiento Autónomo

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil		
Fecha:	15 de marzo de 2024	Área:	Alistado
Responsable de actividad:	Bach. Germán Cabellos Rojas		
FAJA TRANSPORTADORA			
Operador:			
Fecha:			
Turno:			
1. Inspección visual:			
	Verificar que la faja esté libre de daños y desgaste excesivo.		
	Asegurarse de que no hay objetos extraños atrapados en los mecanismos de movimiento.		
	Comprobar que la zona alrededor de la faja está limpia y despejada.		
2. Comprobación de seguridad:			
	Verificar que las guardas y cubiertas de seguridad están en su lugar.		
	Asegurarse de que los interruptores de seguridad funcionan correctamente.		
3. Funcionamiento de la máquina:			
	Comprobar que la faja se mueve de manera uniforme y sin interrupciones.		
	Verificar la correcta alineación y tensión de la faja.		
	Asegurar que los controles de velocidad funcionan adecuadamente.		
4. Limpieza:			
	Limpiar regularmente la superficie de la faja y las áreas adyacentes.		
	Verificar y ajustar la tensión de la faja según sea necesario.		
5. Lubricación y ajustes:			
	Revisar los rodillos y cojinetes para asegurarse de que estén girando libremente.		
	Ajustar la alineación de la faja si se observa desviación lateral.		
Comentarios/Observaciones:			
Firmado por el Operador:			



Anexo 31. Ficha de análisis documental para el registro de las capacitaciones de los trabajadores sobre mantenimiento autónomo

Nombre del programa:	Capacitación integral en mantenimiento autónomo en Calzature Jharsil
Ubicación de la formación:	Sala de conferencias, Calzature Jharsil, Trujillo
Público objetivo:	Operadores de máquinas y personal de almacén de Calzature Jharsil.
Coordinador del programa:	Germán Cabellos, Bachiller en Ingeniería Industrial y coordinador de proyecto de RCM
Objetivos de la capacitación:	
<p>Familiarizar a los trabajadores con los principios del mantenimiento autónomo. Instruir sobre el correcto uso de las listas de verificación para cada máquina específica. Identificar y responder adecuadamente a los indicadores comunes de fallo de la maquinaria. Promover la responsabilidad individual y el trabajo en equipo en la ejecución de tareas de mantenimiento preventivo.</p>	
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN	
Día 1: Introducción al Mantenimiento Autónomo y Seguridad en el Trabajo	
<p>Temas cubiertos: Principios de mantenimiento autónomo, importancia del mantenimiento preventivo, prácticas de seguridad básicas. Actividades: Presentación multimedia, discusión grupal.</p>	
Día 2: Uso de listas de verificación y procedimientos de limpieza	
<p>Temas cubiertos: Instrucciones detalladas sobre cómo completar las listas de verificación, técnicas de limpieza y conservación para cada tipo de máquina. Actividades: Demostraciones prácticas, ejercicios en grupos pequeños.</p>	
Día 3: Identificación de problemas y medidas correctivas	
<p>Temas cubiertos: Señales comunes de problemas en las máquinas, pasos iniciales para solucionar problemas. Actividades: Estudio de casos, simulación de escenarios de fallo.</p>	
Día 4 y Día 5: Práctica en el área de trabajo y evaluación	
<p>Temas cubiertos: Aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en el entorno real de trabajo. Actividades: Supervisión de tareas de mantenimiento autónomo, retroalimentación personalizada, evaluación de habilidades.</p>	
FIRMA DEL ANALISTA	
FIRMA DE GERENCIA	

Anexo 32. Ficha de análisis documental para el registro de la implementación de rutinas de Mantenimiento Autónomo

Nombre del proyecto:	Implementación de Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en Calzature Jharsil
Fecha de Implementación:	Inicio: 01 de Julio de 2024 - 31 de julio
Público objetivo:	Operadores de máquinas
Coordinador del programa:	Germán Cabellos, Bachiller en Ingeniería Industrial y coordinador de proyecto de RCM
Implementación en Área de Corte	
Rutina de Mantenimiento Autónomo Establecida:	
Inspección diaria de seguridad y funcionamiento de troqueladoras de bandera y máquinas Teseo. Limpieza programada tras cada turno de trabajo. Registro semanal de condiciones de cuchillas y matrices.	
Medidas de Cumplimiento:	
Listas de verificación completadas diariamente por cada operador. Reportes de mantenimiento revisados semanalmente por supervisores.	
Formación Proporcionada:	
Sesión de capacitación en mantenimiento y seguridad el 08 de julio de 2024. Distribución de manuales de procedimiento de mantenimiento autónomo.	
Indicadores de Éxito:	
Reducción de incidentes de seguridad y mal funcionamiento. Aumento en la vida útil de herramientas y matrices.	
Implementación en Área de Aparado	
Rutina de Mantenimiento Autónomo Establecida:	
Verificación diaria de la tensión del hilo y estado de las agujas en máquinas de poste. Limpieza regular de las áreas de trabajo y máquinas. Control de la correcta alineación y funcionamiento de dobladoras de cuero.	
Medidas de Cumplimiento:	
Registro diario de actividades de mantenimiento. Evaluaciones de desempeño mensuales basadas en calidad de producción.	
Formación Proporcionada:	
Taller de habilidades de mantenimiento autónomo realizado el 09 de julio de 2024.	
Indicadores de Éxito:	
Disminución de las paradas de máquina por problemas técnicos. Mejora en la calidad del producto acabado.	

Implementación en Área de Armado	
Rutina de Mantenimiento Autónomo Establecida:	
Inspecciones preoperativas para todas las máquinas de coser y montado. Mantenimiento de la limpieza en las estaciones de trabajo y equipos. Chequeos regulares de la integridad y funcionalidad de componentes críticos.	
Medidas de Cumplimiento:	
Cumplimentación y archivo de listas de verificación por turno. Revisiones quincenales por parte del equipo de mantenimiento.	
Formación Proporcionada:	
Capacitación en mantenimiento específico de la maquinaria de armado el 10 de julio de 2024.	
Indicadores de Éxito:	
Menor número de fallos mecánicos reportados. Aumento en la producción debido a menos tiempo de inactividad.	
Implementación en Área de Poliuretano	
Rutina de Mantenimiento Autónomo Establecida:	
Comprobación diaria de sistemas de inyección y mezcla de poliuretano. Mantenimiento de la limpieza y orden en el área de producción. Supervisión de la correcta operación de túneles de horno y sistemas de ventilación.	
Medidas de Cumplimiento:	
Informes diarios de operaciones y mantenimiento. Inspecciones mensuales para evaluar la aplicación de rutinas.	
Formación Proporcionada:	
Sesiones educativas sobre seguridad y mantenimiento autónomo programadas para el 11 de julio de 2024.	
Indicadores de Éxito:	
Reducción de desperdicio de material y rechazos de producto. Mejoras en la eficiencia del proceso y seguridad laboral.	
Implementación en Área de Alistado	
Rutina de Mantenimiento Autónomo Establecida:	
Revisión y limpieza diaria de máquinas selladoras y fajas transportadoras. Control rutinario de los equipos de marcado y embalaje. Mantenimiento de un ambiente de trabajo limpio y organizado.	
Medidas de Cumplimiento:	
Listas de verificación diarias gestionadas por el personal de alistado y revisadas por supervisores al final de cada turno. Informes de mantenimiento y limpieza enviados semanalmente al departamento de mantenimiento.	
Formación Proporcionada:	
Capacitación en procedimientos de mantenimiento autónomo específicos para el área de alistado el 12 de julio de 2024. Distribución de manuales de procedimientos y políticas de mantenimiento autónomo.	
Indicadores de Éxito:	
Incremento en la eficiencia del proceso de alistado y preparación para envío. Reducción en el tiempo de inactividad de las máquinas debido a problemas de mantenimiento. Disminución en la cantidad de errores de etiquetado y embalaje.	
Observaciones Adicionales:	
Se planea realizar sesiones de retroalimentación mensuales con los trabajadores para discutir los avances y obstáculos en la implementación de las rutinas de mantenimiento autónomo. Se propone establecer un sistema de incentivos para promover la participación activa y el compromiso de los trabajadores con el mantenimiento autónomo.	
FIRMA DEL ANALISTA	
FIRMA DE GERENCIA	

Anexo 33. Formato de presupuesto de inversión

Nombre o título del proyecto:

IMPLEMENTACIÓN RCM

Fase 1: Preparación y Planificación	S/29,620.00
Fase 2: Análisis y desarrollo de estrategias	S/23,900.00
Fase 3: Implementación y Capacitación	S/29,530.00
Fase 4: Evaluación y Mejora Continua	S/26,420.00
INVERSIÓN TOTAL	S/109,470.00

1. Preparación y planificación

Concepto del Gasto	Valor Unitario
Evaluación de la situación actual y necesidades:	
Consultoría externa:	S/7,500.00
Reuniones de equipo:	S/1,500.00
Formación y capacitación inicial:	
Capacitación sobre RCM para el equipo de gestión:	S/5,600.00
Materiales y recursos de aprendizaje:	S/540.00
Adquisición de software de gestión de mantenimiento:	
Software de RCM y licencias:	S/5,500.00
Configuración e instalación	S/8,200.00
Formación y capacitación inicial:	
Planificación de recursos:	S/430.00
Desarrollo del cronograma	S/350.00
	S/29,620.00

2. Análisis y desarrollo de estrategias

Concepto del Gasto	Valor Unitario
Análisis de Modos y Efectos de Fallo (AMEF):	
Herramientas y software específicos:	S/5,500.00
Horas hombre (equipo interno y consultores):	S/5,500.00
Desarrollo de estrategias de mantenimiento:	
Consultoría para desarrollo de estrategias:	S/5,500.00
Sesiones de trabajo:	S/3,800.00
Documentación y estandarización de procesos:	
Elaboración de manuales y procedimientos:	S/1,850.00
Implementación de estándares:	S/1,750.00
	S/23,900.00

3. Implementación y Capacitación

Concepto del Gasto	Valor Unitario
Capacitación de personal:	
Programas de capacitación en RCM:	S/9,200.00
Materiales y recursos para formación:	S/3,560.00
Implementación de estrategias de mantenimiento:	
Ajustes y mejoras en equipos:	S/5,750.00
Adquisición de herramientas y equipos de medición:	S/7,230.00
Monitoreo y ajustes de las estrategias implementadas:	
Software de seguimiento y análisis:	S/2,540.00
Revisión continua y ajustes:	S/1,250.00
	S/29,530.00

4. Evaluación y Mejora Continua

Concepto del Gasto	Valor Unitario
Evaluación de resultados y rendimiento:	
Auditorías externas de RCM:	S/8,500.00
Análisis interno y reportes:	S/7,500.00
Ajustes en estrategias y procesos:	
Modificaciones en procedimientos:	S/4,720.00
Planificación para mejora continua:	
Sesiones de revisión y planificación estratégica:	S/2,800.00
Actualización de software y sistemas:	S/2,900.00
	S/26,420.00

Anexo 34. Cálculo de la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)

CÁLCULO DE LA TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR)			
Tarea:	Análisis económico	Empresa:	Calzature Jharsil
Fecha:	15/02/2024	Proceso:	Producción de calzado de seguridad
Analistas:	Germán Cabellos	Áreas:	Mantenimiento

Año	Inflación acumulada al último día de diciembre	100% + Inflación anual acumulada	Tipo de riesgo	i = premio al riesgo
2019	2.14	102.14	Bajo	1 a 10 %
2020	1.83	101.83	Medio	11 a 20 %
2021	3.98	103.98	Alto	>20%
2022	7.87	107.87		
2023	5.69	105.69		
f = inflación media anual =		4.28%		

Fuente: Baca (2020)

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (2023)

Ítem	Concepto	Valor
i	inflación	4.28%
f	premio al riesgo	20.00%
TMAR	Tasa mínima aceptable de rendimiento	25.13%

Fuente: Baca (2020)

Fórmula: $TMAR = i + f + if$

Anexo 35. Cálculo de indicadores económicos de la propuesta de mejora

Tarea:	Análisis económico financiero	Empresa:	Calzature Jharsil										
Fecha:	15/02/2024	Proceso:	Producción de calzado de seguridad										
Analistas:	Germán Cabellos	Áreas:	Mantenimiento										
	Inversión Total		S/.100,470.00										
	TMAR		1.89%										
FLUJO DE CAJA													
AÑOS	0	May-24	Jun-24	Jul-24	Ago-24	Set-24	Oct-24	Nov-24	Dic-24	Ene-25	Feb-25	Mar-25	Abr-25
INGRESOS DE LA PROPUESTA	-												
AHORRO ESPERADO		S/.42,107.4	S/.42,107.4	S/.42,107.4	S/.42,107.4	S/.42,107.4	S/.42,107.4	S/.42,107.4	S/.42,107.4	S/.42,107.4	S/.42,107.4	S/.42,107.4	S/.42,107.4
EGRESOS DE LA PROPUESTAS													
INVERSIÓN REQUERIDA	-S/.109,470.0												
PÉRDIDA MONETARIA		S/.10,343.7	S/.10,343.7	S/.10,343.7	S/.10,343.7	S/.10,343.7	S/.10,343.7	S/.10,343.7	S/.10,343.7	S/.10,343.7	S/.10,343.7	S/.10,343.7	S/.10,343.7
FLUJO DE CAJA	-S/.109,470.0	S/.31,763.6	S/.31,763.6	S/.31,763.6	S/.31,763.6	S/.31,763.6	S/.31,763.6	S/.31,763.6	S/.31,763.6	S/.31,763.6	S/.31,763.6	S/.31,763.6	S/.31,763.6
INDICADORES ECONÓMICOS													
VAN		S/.228,810.38											
TIR		27.43%											
RBC		2.04											
PRI (BENEFICIO)		3.45											
			El proyecto se capitalizará en S/. 228,810.38 generando un valor atractivo para la empresa										
			El proyecto cuenta con una rentabilidad del 27.43% superior a la TMAR calculada.										
			Por cada sol invertido en el proyecto se obtendrá 2.04 de ganancia										
			De acuerdo al flujo de ahorro obtenido la inversión se recuperará en tres meses aproximadamente										