

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM  
PARA REDUCIR COSTOS DE MANTENIMIENTO  
EN UNA EMPRESA DE CALZADO, TRUJILLO -  
2023”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Lester Junior Suncion Herrera

**Asesor:**

Mg. Julio César Cubas Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0002-5462-4383>

Trujillo - Perú

### JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Ing. Enrique Avendaño Delgado	18087740
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ing. Rafael Castillo Cabrera	45236444
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ing. Mario Alfaro Cabello	07752467
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

Lester Sunción Herrera

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>qdoc.tips</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uroosevelt.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.emaint.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.utp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.umsa.bo</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>ctcalidad.blogspot.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas  Activo  
Excluir bibliografía  Activo

Excluir coincidencias < 1%

## DEDICATORIA

*A Dios que me acompaña a lo largo del camino.*

*A mis padres y mi hermano, Richard, Pilar y Grover,  
por todo su amor y dedicación.*

***Lester Sunción Herrera***

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco profundamente a mi familia por el gran esfuerzo de apoyarme en todas mis metas establecidas, por darme la oportunidad de estudiar y ayudarme a afrontar cada obstáculo en vida como en mi carrera profesional.*

***Lester Sunción Herrera***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>JURADO EVALUADOR .....</b>	<b>ii</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad Problemática .....	12
1.2. Antecedentes .....	15
1.2.1. Internacionales .....	15
1.2.2. Nacionales.....	17
1.2.3. Locales.....	18
1.3. Bases teóricas.....	21
1.3.1. Costos de Mantenimiento .....	21
1.3.2. Costos de Mantenimientos correctivos .....	21
1.3.3. Costos de Mantenimientos preventivos .....	22
1.3.4. Eficiencia general de los equipos (OEE) .....	22
1.3.5. Hinshitsu Hozen (Mantenimiento de calidad).....	22
1.3.6. Jishu Hozen (Mantenimiento Autónomo) .....	23
1.3.7. Keikaku Hozen (Mantenimiento Planificado) .....	23
1.3.8. Kobetsu Kaizen (Mejoras Enfocadas).....	24
1.3.9. Mantenimiento Productivo Total (TPM) .....	24
1.4. Definición de términos .....	25
1.5. Planteamiento del problema.....	27
1.6. Objetivos .....	27
1.6.1. Objetivo General.....	27
1.6.2. Objetivos Específicos.....	28
1.7. Hipótesis.....	28
1.8. Justificación .....	28
1.9. Aspectos éticos.....	29
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>31</b>
2.1. Tipo de investigación .....	31
2.2. Población y muestra.....	31
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
2.4. Procedimientos.....	34
2.5. Diagnóstico de los Costos de Mantenimiento .....	36
2.5.1. Generalidades de la empresa .....	36
2.5.2. Situación actual de los costos de mantenimiento .....	40
2.5.3. Situación actual de la Eficiencia General de los Equipos (OEE) .....	42

2.5.4.	<i>Análisis de Ishikawa</i> .....	44
2.5.5.	<i>Análisis de Pareto</i> .....	46
2.5.6.	<i>Costeo de pérdida originada por CR1</i> .....	47
2.5.7.	<i>Costeo de pérdida originada por CR2</i> .....	48
2.5.8.	<i>Costeo de pérdida originada por CR3</i> .....	49
2.5.9.	<i>Costeo de pérdida originada por CR5</i> .....	51
2.5.10.	<i>Matriz de indicadores y alternativas de solución</i> .....	52
2.6.	Desarrollo del Plan de Mantenimiento basado en TPM .....	54
2.6.1.	<i>Definición de objetivos estratégicos</i> .....	55
2.6.2.	<i>Inventario de activos y lista de tareas</i> .....	56
2.6.3.	<i>Desarrollo de Kobetsu Kaizen</i> .....	57
2.6.4.	<i>Desarrollo de Keikaku Hozen</i> .....	61
2.6.5.	<i>Desarrollo de Jishu Hozen</i> .....	66
2.6.6.	<i>Desarrollo de Hinshitsu Hozen</i> .....	72
2.6.7.	<i>Programa estratégico anual</i> .....	76
2.6.8.	<i>Programa táctico mensual de planificación de órdenes de trabajo</i> .....	78
2.6.9.	<i>Órdenes de trabajo de rutina diaria</i> .....	80
2.7.	Evaluación económica del Plan de Mantenimiento basado en TPM .....	82
2.7.1.	<i>Presupuesto de inversión</i> .....	82
2.7.2.	<i>Cálculo de la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)</i> .....	83
2.7.3.	<i>Cálculo de ingresos y egresos del Plan de Mantenimiento</i> .....	84
2.7.4.	<i>Cálculo de principales indicadores económicos</i> .....	84
2.8.	Cálculo de la variabilidad de los Costos de Mantenimiento .....	86
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....		<b>88</b>
3.1.	Resultados del diagnóstico de los Costos de Mantenimiento .....	88
3.2.	Resultados del desarrollo del Plan de Mantenimiento basado en TPM .....	89
3.3.	Resultados de la evaluación económica .....	90
3.4.	Resultados de la variabilidad de los costos de mantenimiento .....	90
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....		<b>91</b>
4.1.	Discusión .....	91
4.2.	Conclusiones .....	92
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>94</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>98</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados .....	33
Tabla 2	Costeo de pérdida originada por CR1 .....	48
Tabla 3	Costeo de pérdida originada por CR2 .....	49
Tabla 4	Costeo de pérdida originada por CR3 .....	50
Tabla 5	Costeo de pérdida originada por CR5 .....	51
Tabla 6	Matriz de indicadores y selección de herramientas de mejora .....	53
Tabla 7	Lista de principales objetivos estratégicos para el plan de mantenimiento.....	55
Tabla 8	Procedimiento establecido para desarrollar Kobetsu Kaizen .....	59
Tabla 9	Alternativas de solución para eliminar fallas de equipos principales.....	60
Tabla 10	Resumen del presupuesto de inversión.....	82
Tabla 11	Valores para cálculo de la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento.....	83
Tabla 12	Cálculo de ingresos y egresos del Plan de Mantenimiento .....	84
Tabla 13	Causas raíces y costeo de pérdidas .....	88
Tabla 14	Resultados obtenidos después de aplicar pilares de TPM.....	89
Tabla 15	Resultados obtenidos después de realizar el análisis económico .....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Procedimiento general de la presente investigación .....	35
Figura 2	Análisis FODA de la empresa de calzado.....	37
Figura 3	Diferencia entre presupuesto y costo real de mantenimiento.....	40
Figura 4.	Distribución porcentual de los costos de mantenimiento.....	41
Figura 5	Nivel actual de la Eficiencia General de los Equipos (OEE).....	42
Figura 6	Principales indicadores de mantenimiento de la empresa analizada.....	43
Figura 7	Diagrama de Ishikawa de la problemática de la investigación .....	45
Figura 8	Diagrama de Pareto - Priorización de causas raíces.....	46
Figura 9	Panorámica del desarrollo del Plan de Mantenimiento.....	54
Figura 10	Proceso para inventariar activos .....	56
Figura 11	Sistema de Mantenimiento Planificado.....	63
Figura 12	Plan Maestro de Mantenimiento Planificado .....	65
Figura 13	Clasificación y asignación de tareas de mantenimiento.....	67
Figura 14	Procedimiento para desarrollar programa de inspecciones .....	69
Figura 15	Procedimiento de auditorías para Mantenimiento Autónomo .....	71
Figura 16	Flujograma para ejecuta mantenimiento de calidad.....	74
Figura 17	Procedimiento para practicar el mantenimiento de calidad .....	75
Figura 18	Formato de programa anual de mantenimiento.....	77
Figura 19	Formato de programa mensual de trabajo de mantenimiento .....	79
Figura 20	Procedimiento para las actividades de mantenimiento diario .....	81

Figura 21	Formato de análisis económico del Plan de Mantenimiento basado en TPM....	85
Figura 22	Variación mensual de los costos de mantenimiento .....	86
Figura 23	Variación anual de los costos de mantenimiento .....	87
Figura 24	Variación de porcentaje de participación de costos de mantenimiento .....	87
Figura 25	Resultado del diagnóstico de los costos anuales de mantenimiento .....	88
Figura 26	Resultado comparativo del OEE antes y después .....	89
Figura 27	Resultados de la Variación anual de los costos de mantenimiento .....	90

## RESUMEN

Se desarrollo una investigación con el objetivo de determinar el impacto de un Plan de Mantenimiento basado en TPM sobre los Costos de Mantenimiento de una empresa de calzado, Trujillo - 2023. El estudio tuvo un alcance explicativo, enfoque cuantitativo y un diseño pre experimental, para ello se emplearon las técnicas de recolección de datos como la observación y la gestión documental, empleándose instrumentos como: hoja de observación, registro de historial de costos de mantenimiento, registro de historial de incidencias de mantenimiento, entre otros. Al diagnosticar la situación actual de los costos de mantenimiento se pudo identificar las principales causas raíces que generan el incremento desproporcionado de los costos de mantenimiento, calculándose una pérdida económica en costos por un monto de S/723,938.00 anuales. Se desarrolló el Plan de Mantenimiento basado en TPM, diseñándose las diversas mejoras para la eliminación de cada causa raíz, los pilares de TPM empleados fueron: Kobetsu Kaizen (Mejoras Enfocadas), Keikaku Hozen (Mantenimiento Planificado), Jishu Hozen (Mantenimiento Autónomo) y Hinshitsu Hozen (Mantenimiento de calidad). Obteniéndose como principal resultado el incremento del OEE (Eficiencia general de los equipos) el cual paso de un nivel de 69.54% a un nivel de 91.58%. Al evaluar económicamente con un TMAR de 19.04% y un periodo de cinco años se obtuvieron los siguientes indicadores: un VAN de S/.851,112.89, un TIR de 88.05%, un B/C de 2.81 y un periodo de recuperación de un año, demostrándose que el Plan de Mantenimiento basado en TPM es económicamente viable para la empresa. Finalmente se pudo concluir que el Plan de Mantenimiento basado en TPM permite reducir los costos de mantenimiento de manera significativa en más del 50%.

**Palabras claves:** Mantenimiento Productivo Total (TPM), Kobetsu Kaizen, Jishu Hozen, Keikaku Hozen, Hinshitsu Hozen, Costos de mantenimiento

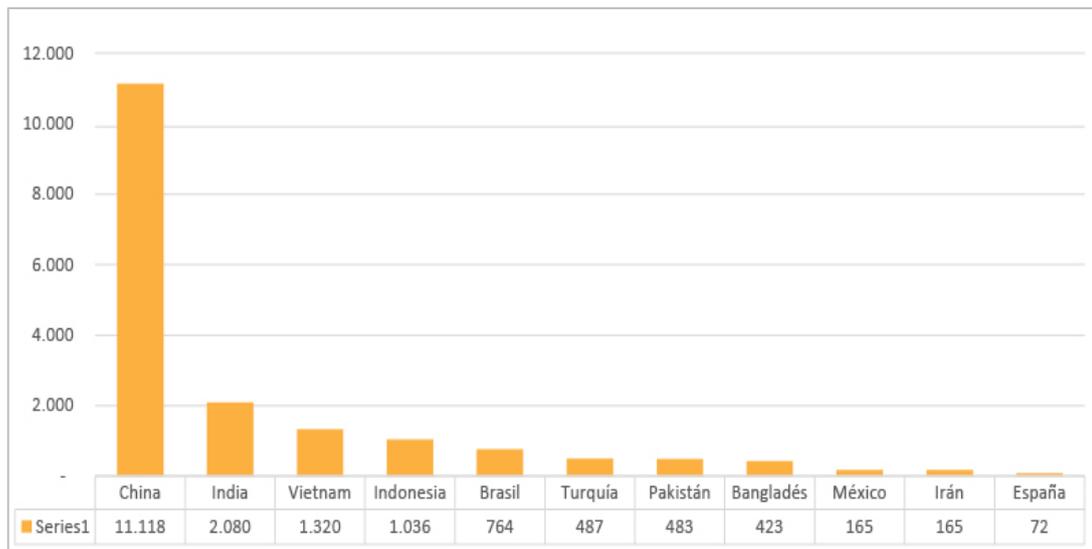
## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

En los últimos años, a nivel mundial las organizaciones manufactureras de las diversas industrias como la del calzado, se encuentran sometida cada vez más a una presión por obtener un nivel de competitividad alto y ofrecer de manera oportuna los productos con una garantía en su calidad (Feldman, 2019). Es por ello que los procesos relacionados al mantenimiento de los activos se han establecido como una función relevante e indispensable en la obtención de los principales objetivos y metas de las empresas (Leppe, 2022).

#### Figura 1

*Ranking de mayores productores de calzado 2022*



Fuente: Leppe (2022)

Pero el principal argumento que justifica lo mencionado anteriormente es que al tener una adecuada gestión de los procesos de mantenimiento se logran reducir los costos considerablemente, de igual forma de manera colateral: se minimizan los tiempos muertos, se asegura la calidad, se incrementa la productividad y se logra garantizar

contar con un sistema de maquinarias confiables para la entrega oportuna de las órdenes a los clientes (Chan *et al.*, 2020).

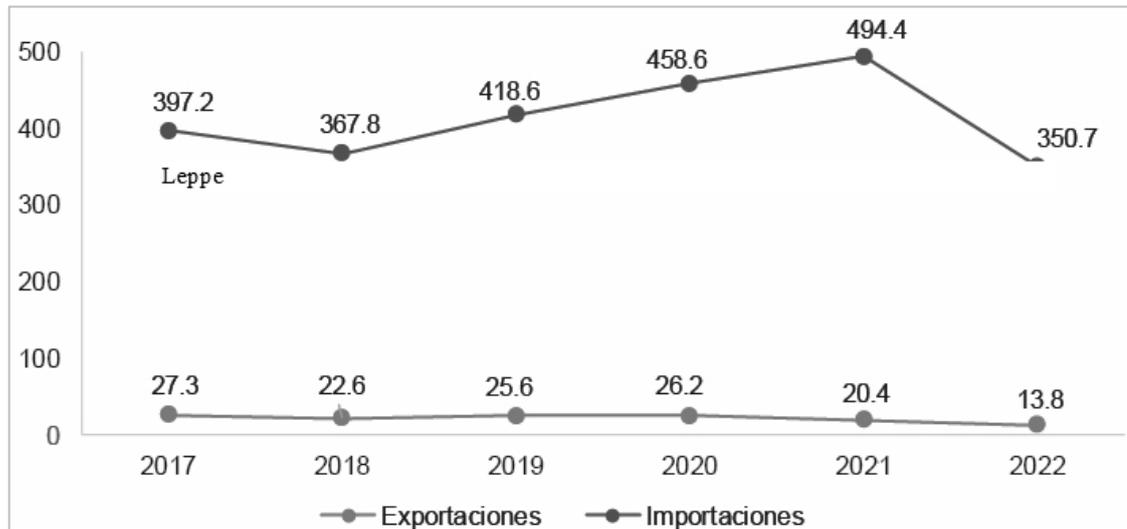
En diversos países de Europa se ha logrado comprobar que el papel del mantenimiento resulta eficiente en la rentabilidad a largo plazo de cualquier empresa manufacturera, sin embargo, con la tendencia de las diversas tecnologías para la integración de base de datos y la rapidez de la gestión de la información, aún no se ha logrado profundizar sobre el desarrollo de modelos analíticos que mejoren la gestión de los sistemas de mantenimiento (Cruz & Segovia, 2020).

Sin embargo, aun cuando se reconoce la importancia del mantenimiento, en Sudamérica en países como Perú, Colombia y Argentina, no se ha desarrollado ni integrado en la mayoría de las empresas programa integrales para la gestión del mantenimiento (Córdoba *et al.*, 2021). Sobre todo, en la industria del calzado donde son estos países principales productores de la región, aun presentan problemas potenciales en la gestión del mantenimiento. Por ejemplo, de acuerdo con Cruz y Segovia (2020) en Colombia el 58% de las empresas de calzado manifiestan en sus estados financieros un elevado costo del mantenimiento de sus principales activos.

De acuerdo con Abarca y Castillo (2019) en el caso de la industria de calzado peruana en su estudio realizado sobre los principales problemas de gestión en las micro y medianas empresas de este rubro, donde el 71% de estas han descuidado el mantenimiento por las siguientes razones: la gestión del mantenimiento resulta un proceso complejo de relacionar a otras funciones, existe dificultad en la medición y cuantificación de la gestión del mantenimiento, el mantenimiento no cuenta con una planificación integrada a las diversas áreas.

**Figura 2**

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



Fuente: Córdova (2022)

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 mantenimiento proactivo y preventivo para maximizar la eficiencia operativa de las maquinarias (Calderon, 2020).

Empresas como la analizada en la presente investigación no es ajena a esta situación problemática de no poder mejorar su modelo de Gestión de Mantenimiento para controlar sus costos de mantenimiento actual. Esto se refleja claramente al observar los datos registrados, un claro ejemplo es la diferencia importante generada entre el monto presupuestado para el área de mantenimiento en el año 2022, el cual fue de S/ 750,404.17, sin embargo al término del año se tuvo un reporte de costos de mantenimiento por el monto de S/ 1,092,523.34, es decir se sobrepasó el presupuesto destinado a los trabajos de mantenimiento por un valor de S/ 342,119.37, que en términos porcentuales se sobrepasó en un 146% el presupuesto destinado.

Al revisar los principales problemas que generan este sobre costo se puede identificar que en el proceso de gestión del mantenimiento de la empresa existe evidencia de seis desperdicios grandes los cuales son: Fallas en los equipos principales, cambios y ajustes no programados, ocio y paradas menores, reducción de velocidad, defectos en el proceso y pérdidas de arranque. Es por ello que existe la necesidad de establecer un plan de mantenimiento que permita reducir los costos.

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. Internacionales**

A nivel internacional se han realizado diversas investigaciones sobre modelos de gestión del mantenimiento y sistemas integrados, después de revisar la literatura científica disponible se tiene como referencia las siguientes investigaciones:

Córdoba *et al.* (2021) cuya investigación realizada en una empresa de calzado plástico localizada en el área industrial de la metrópoli Yumbo – Colombia, tuvo con objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento preventivo con el objeto de asegurar y mantener su óptimo funcionamiento además de mejorar la producción de calzado. Se desarrolló un estudio del contexto inicial del mantenimiento en la planta de producción, específicamente en las máquinas de inyección EVA, es decir descripción de procesos, inventario de máquinas de inyección, frecuencias de las acciones de mantenimiento. Entre los principales resultados obtenidos se tuvo que en el transcurso de la investigación se pudo evidenciar diversos problemas que causan pérdidas económicas para la empresa de forma directa e indirecta, no obstante se logró disminuir los tiempos de paro no programados en un 60%, obteniendo un ahorro monetario de \$ 170.083.372 millones de peso. Finalmente se llegó a la

conclusión de que el plan de mantenimiento preventivo permite mejora la producción de calzado de la empresa estudiada.

También se tiene el estudio de Cruz y Segovia (2020) quienes desarrollaron su investigación en la compañía Calzado Pardo de la metrópoli Ambato. El objetivo principal del estudio fue el desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para la empresa. La metodología académica empleada se basó en la demostración de la factibilidad de un proyecto, sosteniéndose en técnicas de recolección de datos de campo y documental, bajo un enfoque con nivel descriptivo. Se propuso el desarrollo de alternativas de solución para la problemática empleándose diversas técnicas de recolección de datos y de análisis, resultando indispensable la descripción de la condición inicial de las maquinarias, de igual forma la identificación de las fallas relevantes que ocasionan un efecto negativo en la operatividad, posterior a esto de produjo el proceso de análisis de costos requeridos para lograr poner en marcha el Sistema de Gestión de mantenimiento preventivo. Se obtuvieron entre los principales resultados una reducción del 50% en los costos de mantenimiento anual. Se llegó a la conclusión que la propuesta garantizaba una operatividad continua de las máquinas, bajando considerablemente las fallas recurrentes, así como también bajando el tiempo de producción de calzado.

Por otra parte, Leppe (2022) desarrolló una investigación similar en una organización manufacturera de materiales de cuero, localizada en la metrópoli Villa Nueva, Guatemala. En esta investigación se tuvo como objetivo general el elaborar el protocolo para un plan de mantenimiento preventivo para los activos empleados en la manufactura de productos de cuerina. En el desarrollo de la investigación se elaboró un gráfico esquemático para la plena identificación de

cada activo, de igual forma su criticidad en la línea de producción y establecieron rutinas innovadoras para el plan de mantenimiento de acuerdo a las necesidades de cada activo. Se llegó a la conclusión que con las modificaciones y mejoras realizadas en el proceso de la gestión del mantenimiento se alcanzó mejorar la productividad en un 25.5% y un ahorro en costos en un 32.7%.

### **1.2.2. Nacionales**

En la misma tendencia a nivel nacional se han realizado investigaciones en empresas de calzado donde se han desarrollados mejoras en la Gestión del Mantenimiento, se tiene como referencia los siguientes estudios:

Roque y Bornaz (2019) desarrollaron su investigación en la compañía de manufactura de cuero Jowin Shoes S.A.C. en Lima. Se planteó como fin fundamental el de explicar de qué forma la ejecución de un plan de mantenimiento para el cambio positivo en la productividad de la empresa estudiada. El modelo diseñado de la investigación fue cuasi-experimental de tipo aplicada, debido a que se buscó contrastar los aspectos teóricos con el contexto particular, la población se conformó por los meses de enero y febrero del año 2019, de los cuales se obtuvo información en las 4 semanas laborables de los dos meses analizados en el antes y después de la implementación del plan de mantenimiento. Se llegó a la conclusión de que la implementación del mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de producción de calzado.

Por otra parte, se tiene la investigación de Abarca y Castillo (2019), que desarrollaron su investigación en una empresa de fabricación de calzado del Cercado de Lima. Se planteó como objetivo principal el incrementar la productividad de la empresa de calzado a raíz de la propuesta del plan de

mantenimiento preventivo. La metodología utilizada incluyó las técnicas y herramientas de observación directa del proceso productivo en la fabricación de calzado que elabora la empresa, así como una encuesta dirigida a los trabajadores del área de producción para saber sus conocimientos sobre la situación de la organización. Además, esta propuesta de mantenimiento se basa en los 2 pilares del mantenimiento productivo total: mantenimiento autónomo y planeado. Se llegó a la conclusión propuesta presentada permitirá aumentar la productividad de un 56.13% a un 70 % en un periodo de tres meses.

Cajamalqui y Huillcas (2020) desarrollaron su investigación en la empresa Valores Industriales SRL DEYFUS de la ciudad de Huancayo. El objetivo principal de esta investigación fue el determinar el nivel de mejora del proceso de fabricación con la aplicación del Mantenimiento Productivo. El método utilizado fue el científico, y como métodos específicos el inductivo deductivo, analítico sintético; siendo el tipo de investigación aplicada, en un nivel de investigación explicativa, de diseño pre experimental con prueba de pre y post test. La conclusión a la que se llegó fue que se mejoró significativamente el proceso de fabricación con la aplicación del mantenimiento productivo, pasando de un nivel medio de 3.89 a 2.09 desde la perspectiva de la estadística descriptiva y la contrastación de la hipótesis mediante la estadística inferencial, se puede afirmar que a un nivel de significancia del 0,05 que la aplicación del mantenimiento productivo mejora significativamente el proceso de fabricación de la Empresa Valores Industriales SRL DEYFUS.

### **1.2.3. Locales**

A nivel local también se han realizado recientemente diversos estudios enfocados en la mejora del proceso de mantenimiento de maquinaria, revisando

la literatura científica actual se tiene como referencia las siguientes investigaciones.

Calderón (2020) desarrolló su investigación en una organización de procesos manufactureros de productos de calzado en la ciudad de Trujillo. El fin de este estudio fue determinar el efecto generado por la implementación de un plan de mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM) sobre los costos operativos de la compañía estudiada. Se elaboró un procedimiento de diagnóstico sobre las condiciones actuales de la compañía, en donde se demostró que por carecer con un mantenimiento preventivo ha producido un incremento importante en los costos operativo, produciéndose una baja significativa en los márgenes de utilidad, para ello se estimó que la pérdida producida rodeaba los S/ 113,954.00. Entonces para eliminar el problema se ejecutó un protocolo establecido para el plan de mantenimiento preventivo centrado en la fiabilidad (RCM), basándose de igual forma en alternativas de solución específica como: el análisis de criticidad de factor crítico y analizando los modos y efectos de falla de cada sistema. Entre los principales resultados que logró obtener el estudio fue un aumento de la disponibilidad de las máquinas industriales como: pre moldeadora de talón de un 96.99% a un 95.71 %, armadora de lados de 97.03% a 97.66% y en la armadora de puntas de 95.71% a 96.15%. Por último, se realizó un proceso de análisis económico con el fin de determinar la viabilidad de las mejoras, obteniendo un valor actual neto (VAN) de S/12,283.81; una tasa interna de retorno (TIR) del 36%, lo cual se interpretó como un proyecto viable y rentable para realizar en la presente empresa.

García y Vertiz (2022) plantearon una investigación en una organización manufacturera de calzado en Trujillo, cuyo fin fue el de evaluar el efecto de una

mejora en la Gestión de Producción y Mantenimiento en los costos de esta compañía. De acuerdo al procedimiento de diagnóstico que realizaron sobre el contexto actual en las áreas mencionadas se puede estimar que se producía una pérdida equivalente a S/ 40,608.36 anuales en producción y de un monto de S/48,223.86 anual en mantenimiento. Luego de plantear las alternativas de solución obtuvieron los siguientes resultados: reducción de las horas improductivas de 45.83 a 7.96 mensualmente, es decir una reducción del 82.62%, ahorro anual de las mejoras de S/ 73,649.66 y una inversión requerida de S/ 225,655.00 que en su mayoría está conformado por capacitaciones. Al final de la parte técnica se evaluó la factibilidad de las mejoras mediante un análisis económico donde los indicadores arrojados fueron de VAN es S/28,354.95, el TIR es de 26.03%, B/C de S/1.55 y el ROI de 3 años. La conclusión a la que llegaron es que la mejora es viable económicamente y permite reducir los costos de la empresa.

Finalmente se revisó la investigación de Carbonell y Ramos (2019) desarrollaron su investigación en la empresa de calzados Calzabella S.A.C. de la ciudad de Trujillo. Plantearon como objetivo principal el disminuir costos operativos de la empresa. Se comenzó por ejecutar un proceso de diagnóstico para poder encontrar los problemas que son los que generan el elevado costo operativo. A partir de esto se discernieron las áreas de almacén y producción como las más críticas en relación a este problema, esto debido a que ha existido un modelo de gestión completamente empírico donde la falta de criterios ha conllevado a generarse diversas incidencias que impactan en lo económico a corto y largo plazo. Al profundizar más en el problema se logró encontrar las principales causas raíces gracias al uso de un Diagrama de Ishikawa, posterior a

ello, se debieron priorizar las causas raíces mediante un análisis de Pareto. Basado en el diagnóstico se seleccionaron como alternativas de solución las siguientes metodologías de mejora: Herramientas por Procesos, MRP II, implementación de un Kardex, Plan de Mantenimiento Preventivo y Plan de Capacitación al personal. Como resultado principal se tuvo una disminución de los costos operativos; por ende, se logró mejorar la productividad y aumentar la rentabilidad en la empresa Calzabella S.A.C. Obteniendo como resultado un VAN de S/. 12,733.58, un TIR de 71.62% y un Beneficio/Costo de 1.4.

### **1.3. Bases teóricas**

#### **1.3.1. Costos de Mantenimiento**

Es la suma de todos los gastos realizados para solventar las actividades de mantenimiento de las maquinarias y equipos (Cárdenas, 2019).

Otra definición lo plantea como el precio pagado por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado específico. El sector de mantenimiento en la planta o en la empresa puede ser considerado por algunos gerentes como un gasto, para otros como una inversión en la protección del equipo físico, y para algunos como un seguro de producción (Rojas, 2020).

#### **1.3.2. Costos de Mantenimientos correctivos**

Los costos de mantenimientos correctivos por lo general resultan caros porque suele acarrear paralización, no planificada, de las tareas de la fábrica y desembocar en reparaciones más costosas, al producir daños en piezas colaterales (Calvo & Flores, 2021).

### **1.3.3. Costos de Mantenimientos preventivos**

Se puede definir como el monto económico destinado para solventar las actividades de mantenimiento destinadas a prevenir fallas, es decir para trabajos programados, en los cuales se pueden considerar como: reemplazo de repuestos, lubricación de piezas, limpieza de maquinaria, cambio de aceite a motores, mano de obra interna y externa, entre otros (Calvo & Flores, 2021).

### **1.3.4. Eficiencia general de los equipos (OEE)**

El *OEE* es una métrica que mide la eficiencia operativa de los equipos. Este indicador refleja la capacidad productiva real de los equipos industriales y pone al descubierto los despilfarros del proceso (rechazos, interrupciones, averías, baja velocidad, etc.) que impiden que funcionen a pleno rendimiento (Castañeda, 2019).

El *OEE* se expresa en porcentaje y su valor siempre se encuentra entre el 0% y el 100%, representando el 100% la situación óptima de producción: sólo se fabrican piezas buenas, a la máxima velocidad y sin paradas (Nieto, 2022).

### **1.3.5. Hinshitsu Hozen (Mantenimiento de calidad)**

Este cuarto pilar busca garantizar la calidad del producto que fabrica la organización y, así, satisfacer a los clientes. Para ello, se deberán realizar acciones enfocadas en el cuidado de la maquinaria, con el objetivo de evitar defectos en los productos que luego saldrán al mercado (Castañeda, 2019).

Asimismo, el equipo de mantenimiento deberá enfocar sus esfuerzos en prevenir futuras fallas y, durante el desarrollo del proceso, detectar oportunidades para implementar estrategias orientadas a mejorar y asegurar la calidad de sus productos y servicios (Fernández, 2018).

### **1.3.6. Jishu Hozen (Mantenimiento Autónomo)**

El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo y averías. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas (Fernández, 2018).

El Mantenimiento Autónomo estimula el empleo de estándares, hojas de verificación y evaluaciones permanentes sobre el estado del sitio de trabajo. Estas prácticas de trabajo crean en el personal operativo una actitud de respeto hacia los procedimientos, ya que ellos comprenden su utilidad y la necesidad de utilizarlos y mejorarlos. Estos beneficios son apreciados por el operario y estos deben hacer un esfuerzo para su conservación (Nieto, 2022).

### **1.3.7. Keikaku Hozen (Mantenimiento Planificado)**

El mantenimiento planificado, es conocido también como mantenimiento preventivo o programado, es el tercer pilar del TPM, y corresponde al mejoramiento incremental y sostenible de los equipos, instalaciones y el sistema en general, con el fin de lograr el objetivo principal de tener “cero averías” (Peñaloza, 2022).

El enfoque del mantenimiento planificado, como pilar del TPM, dista en gran medida del enfoque tradicional del mantenimiento preventivo, aportando una metodología estratégica de mejora basada en actividades para prevenir y

corregir averías en equipos e instalaciones a través de rutinas diarias, periódicas y predictivas (Acuña, 2022).

### **1.3.8. Kobetsu Kaizen (Mejoras Enfocadas)**

Se trata, básicamente, de una metodología cuyo fin principal es el de reducir pérdidas en los procesos. A través de la formación de grupos multidisciplinarios interrelacionados, se establece una manera sistemática de aplicar mejoras que apunten a reducir o eliminar por completo estas pérdidas (Acuña, 2022).

La profundidad del análisis que se utiliza en *Kobetsu Kaizen* es tal que permite un alto grado de involucramiento de los integrantes de la organización en proyectos de mejora, ya sean mejoras individuales o colectivas. Se forma una estructura de mejora a nivel organizativo. Desde una mejora en lo individual hasta, ascendiendo jerárquicamente, mejoras en equipos funcionales, interfuncionales y directivos (Castañeda, 2019).

### **1.3.9. Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una estrategia integral de mantenimiento de activos que involucra activamente a todas las personas de la instalación, no sólo al equipo de mantenimiento, para maximizar la eficacia general de los equipos, evitar las averías y garantizar un funcionamiento seguro y sin accidentes (Fernández, 2018).

Dado que los equipos de mantenimiento no pueden estar en todos los sitios a la vez, con el TPM se convierte en parte del trabajo de todos marcar las pequeñas correcciones y mejoras necesarias para garantizar un funcionamiento fluido y sin incidentes día tras día (Acuña, 2022). El Mantenimiento Productivo

Total incorpora el mantenimiento en las operaciones diarias, aprovechando las habilidades de todos los empleados en el sitio, desde la alta dirección hasta los operadores de máquinas (Peñaloza, 2022).

#### 1.4. Definición de términos

**Acción Correctiva:** Acción tomada para eliminar las causas de una no conformidad, defecto o cualquier situación indeseable existente, para evitar su repetición.

**Acción Preventiva:** Acción tomada para eliminar las causas de una no conformidad, defecto o cualquier situación indeseable potencial, con el fin de evitar que se produzca.

**Ciclo de Vida:** Plazo de tiempo durante el cual un Ítem conserva su capacidad de utilización. El periodo va desde su compra hasta que es substituido o es objeto de restauración.

**Confiabilidad:** Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. Relación entre productor y máquina.

**Defecto:** Eventos en los equipos que no impiden su funcionamiento, todavía pueden a corto o largo plazo, provocar su indisponibilidad.

**Diagnóstico:** Es el resultado del análisis de una situación dada, que permiten tener un conocimiento y una descripción precisa de dicha situación, con el fin de solucionar los problemas identificados.

**Disponibilidad:** La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.

**Defecto:** Evento en los equipos que no impiden su funcionamiento, pero que a corto o largo plazo pueden provocar su indisponibilidad.

**Falla:** Se dice que un producto/servicio o un proceso falla, cuando no lleva a cabo, de forma satisfactoria, la prestación que de él se espera (su función).

**Falla Catastrófica:** Cuando nos referimos a una falla catastrófica, comúnmente hablamos de una falla repentina en una máquina/equipo que tiene como consecuencia un cese de operación.

**Falla Funcional:** incapacidad de un elemento, componente de un equipo, o equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado.

**Falla Oculta:** Una falla oculta es una falla funcional que no es evidente por sí misma al equipo operativo (o personal de mantenimiento) bajo circunstancias normales de operación.

**Falla Potencial:** Condiciones físicas identificables que indican que va a ocurrir un fallo funcional o que está en el proceso de ocurrir.

**Garantía:** Aseguramiento del cumplimiento de una obligación mediante la afectación de cosa determinada o del compromiso de pago por un tercero para el caso de incumplimiento de la misma por el deudor originario.

**Horas Disponibles:** tiempo en que la máquina está capacitada para funcionar en la operación deseada.

**Horas Operación:** Tiempo en que la máquina está actualmente operando en la función deseada.

**Horas Parada:** Tiempo en que la máquina no está disponible para operación; fuera de servicio para todas las formas de mantenimiento, reparación y modificaciones.

**Horas Retraso Reparación:** Tiempo que una máquina está detenida para reparación debido a una indisponibilidad de mano obra, parte, instalaciones, equipamiento o herramientas.

**Lubricación:** Servicios de Mantenimiento Preventivo, donde se realizan adiciones, cambios, y análisis de lubricantes.

**Método:** Modo estructurado y ordenado de obtener un resultado, descubrir la verdad y sistematizar los conocimientos.

**Metodología:** Manera sistemática de hacer cierta cosa.

**Modo Falla:** La manera específica de fallar; las circunstancias o secuencias de eventos, que llevan a una falla funcional.

**PRI:** Periodo de recuperación de la inversión, indica el tiempo exacto en el que se recuperará la inversión realizada.

**TIR:** Tasa interna de rendimiento, indica el nivel de rendimiento de una inversión.

**VAN:** Valor actual neto, indica el monto capitalizado al valor presente de un flujo de efectivo después de haber realizado una inversión.

## 1.5. Planteamiento del problema

¿Cuál es el impacto de un Plan de Mantenimiento basado en TPM sobre los costos de mantenimiento de una empresa de calzado, Trujillo - 2023?

## 1.6. Objetivos

### 1.6.1. Objetivo General

Determinar el impacto de un Plan de Mantenimiento basado en TPM sobre los Costos de Mantenimiento de una empresa de calzado, Trujillo - 2023.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación problemática de los Costos de Mantenimiento de la empresa de calzado, Trujillo – 2023.
- Desarrollar un Plan de Mantenimiento basado en TPM para la empresa de calzado, Trujillo – 2023.
- Evaluar económicamente el Plan de Mantenimiento basado en TPM para la empresa de calzado, Trujillo – 2023.
- Calcular la variabilidad de los Costos de Mantenimiento después de la aplicación del Plan de Mantenimiento basado en TPM para la empresa de calzado, Trujillo – 2023.

### **1.7. Hipótesis**

El desarrollo del Plan de Mantenimiento basado en TPM reduce los Costos de Mantenimiento de la empresa de calzado, Trujillo – 2023.

### **1.8. Justificación**

Desde el punto de vista teórico la investigación se justifica porque tiene como propósito generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente de la forma como se debe desarrollar un Plan de Mantenimiento basado en TPM, para contrastar los resultados con los antecedentes revisados, de igual forma al realizar la aplicación de la teoría relacionadas al TPM se espera encontrar resultados que le permita a los investigadores contrastar estos conceptos y llegar a conclusiones que permitirá ampliar la literatura científica actual disponible en las bases de datos. Por otra parte, desde el punto de vista metodológico la presente investigación propone un diseño pre experimental el cual permitirá hacer un análisis retrospectivo de la situación actual y un escenario futuro de los costos de mantenimiento, desarrollándose instrumentos de

recolección de datos particulares para el problema analizado, empleándose diversas técnicas de validez y confiabilidad para garantizar la congruencia de las mediciones las variables.

Finalmente, desde el punto de vista práctico se justifica porque se busca demostrar la viabilidad del Plan de Mantenimiento basado TPM, tomando en cuenta el contexto actual de la empresa y desarrollando un análisis técnico necesario para desarrollar el proyecto con el fin de encontrar una solución a los altos costos de mantenimiento.

### **1.9. Aspectos éticos**

Toda la información plasmada en esta investigación está debidamente citada, respetando de esta forma el derecho reservado de los autores, basándose en las normas de redacción de APA séptima edición. Con respecto a las personas participantes en este informe se respetará su opinión y se reservará su identidad, agradeciendo su aporte brindado a la presente investigación. En cuanto a la confidencialidad de los datos de la empresa brindada para este informe, solo se divulgará aquellos datos que sean autorizados por la empresa, respetando de esta forma la reserva de la información de la empresa y garantizándose que solo se emplearán para fines académicos.

La realización de la presente tesis no solo representa un esfuerzo académico significativo, sino que también tiene un valor social relevante. El mantenimiento preventivo y la reducción de costos en la industria del calzado no solo mejoran la rentabilidad de la empresa, sino que también benefician a la sociedad en general. Al usar técnicas de gestión de mantenimiento eficientes, se puede garantizar una producción de calzado de calidad, lo que puede mejorar la imagen de la empresa y aumentar la satisfacción del cliente. Además, la reducción de costos de mantenimiento puede llevar a una reducción del precio final del producto, lo que puede hacer que el calzado sea más

accesible para una población más amplia. Por lo tanto, la investigación y la implementación de un Plan de Mantenimiento basado en TPM pueden tener un impacto positivo significativo en la sociedad y en la economía en su conjunto.

En la elaboración de la presente tesis, fue fundamental tener presente las normas éticas que rigieron en la investigación, así como los principios éticos y valores que deben ser respetados en todo momento. En este sentido, al abordar un tema como un Plan de Mantenimiento basado en TPM para reducir costos de mantenimiento en una empresa de calzado, fue importante considerar el impacto que dicha investigación podría tener en la sociedad. En este caso, se trata de una propuesta que persigue la eficiencia y la optimización de recursos en una industria que, como muchas otras, se enfrenta a importantes desafíos en materia de sostenibilidad y competitividad. Por ello, fue necesario abordar el tema con rigor y ética, asegurando que los resultados obtenidos se basen en una metodología rigurosa y que los beneficios para la sociedad sean claros y sostenibles. En definitiva, la elaboración de esta tesis, debe ser un ejercicio que combine la excelencia académica con el compromiso ético y social.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

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 Mantenimiento Productivo Total (TPM) para encontrar soluciones en un contexto específico (Ríos, 2020).

Por el enfoque la investigación es del tipo cuantitativa, debido a que se empleará la medición numérica de la variable dependiente para medir el antes y el después, así como también la variabilidad producida por la aplicación del estímulo que está conformado por el Plan de Mantenimiento propuesto (Méndez, 2020).

Según el alcance que se presenta de acuerdo con Pérez *et al.* (2020) es una investigación explicativa porque se busca no solamente describir la problemática y el entorno de las variables dentro de este contexto, sino también se busca relacionar ambas variables y encontrar las causas que genera este tipo de relación.

El diseño propuesto para la presente investigación es del tipo pre experimental, el cual constará de dos fases la primera basado en un pre test que se realizará mediante el diagnóstico de la problemática en los costos de mantenimiento y la segunda fase que será el post test que es la medición de la variación de los costos de mantenimiento después de haber aplicado el estímulo (Niño, 2019).

### **2.2. Población y muestra**

La población de estudio de la presente investigación está conformada por todos los reportes mensuales de costos de mantenimiento de todos los años de funcionamiento que lleva la empresa.

Para poder seleccionar la muestra se empleó un muestreo no probabilístico y por conveniencia puesto que la información brindada por la empresa es limitada, restringiendo el horizonte de tiempo a lo correspondiente al año 2022; es por ello que la muestra correspondiente es el reporte mensual de costos de mantenimiento correspondiente al año 2022.

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para el desarrollo de la presente investigación resulta indispensable establecer las técnicas e instrumentos que permitirán recolectar los datos correspondientes. Las técnicas empleadas fueron la observación y la gestión documental, por ser una investigación de campo estas dos técnicas son precisas para el diseño de investigación propuesto puesto que las fuentes de datos serán primarias y será necesario poder organizarlos de manera eficiente (Méndez, 2020).

La técnica de la observación servirá para poder apreciar la realidad del día a día dentro de la empresa y apuntar los detalles correspondientes para su análisis e interpretación correspondiente, esta técnica será empleada para la parte inicial del diagnóstico y para el desarrollo de los procedimientos del Plan de Mantenimiento, resultará importante que el instrumento empleado sean las hojas de observación que faciliten los apuntes que se hagan mientras se desarrolla las observaciones.

La técnica de la gestión documental será la correspondiente para obtener mediante las fuentes primarias de la empresa los datos relevantes para la interpretación y análisis correspondientes. Los instrumentos empleados serán: parte de historial de costos de mantenimiento, formato de costeo de causas raíces, parte de historial de incidencias de la problemática, parte de registro de procedimientos actuales, parte de registro de procedimientos propuestos, formato de presupuesto de inversión, formato de cálculo de tasa mínima de rendimiento aceptable, formato de ingresos y egresos del plan

de mantenimiento propuesto, formato de análisis económico del plan de mantenimiento propuesto, entre otros.

**Tabla 1**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados*

<b>Etapa de investigación</b>	<b>Fuente de información</b>	<b>Técnica empleada</b>	<b>Instrumentos empleados</b>
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 TPM	Procesos de mantenimiento de la empresa	Observación	Hoja de observación
	Registros oficiales del área de mantenimiento y gerencia de la empresa	Gestión Documental	Parte de registro de procedimientos actuales
			Parte de registro de procedimientos propuestos
			Formato de presupuesto de inversión
Evaluación económica del Plan de Mantenimiento	Estados financieros oficiales de la empresa	Gestión Documental	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

*Nota.* Los instrumentos registrarán solo la información brindada por la empresa.

## 2.4. Procedimientos

La presente investigación desarrollada desde la perspectiva de la metodología de la investigación estuvo conformada por seis etapas en el procedimiento general las cuales fueron: planteo del problema de investigación, elaboración del marco teórico, diseño de la investigación, selección del instrumento de recolección de datos, recolección y análisis de datos, confección del informe de investigación.

Para el planteo del problema de investigación, fue importante describir el contexto donde se realiza la investigación en este caso la situación actual de los costos de mantenimientos, en base a ello encontrar las preguntas que se deberán responder para comprender el problema, luego establecer los objetivos del estudio y justificar la importancia de la realización de este.

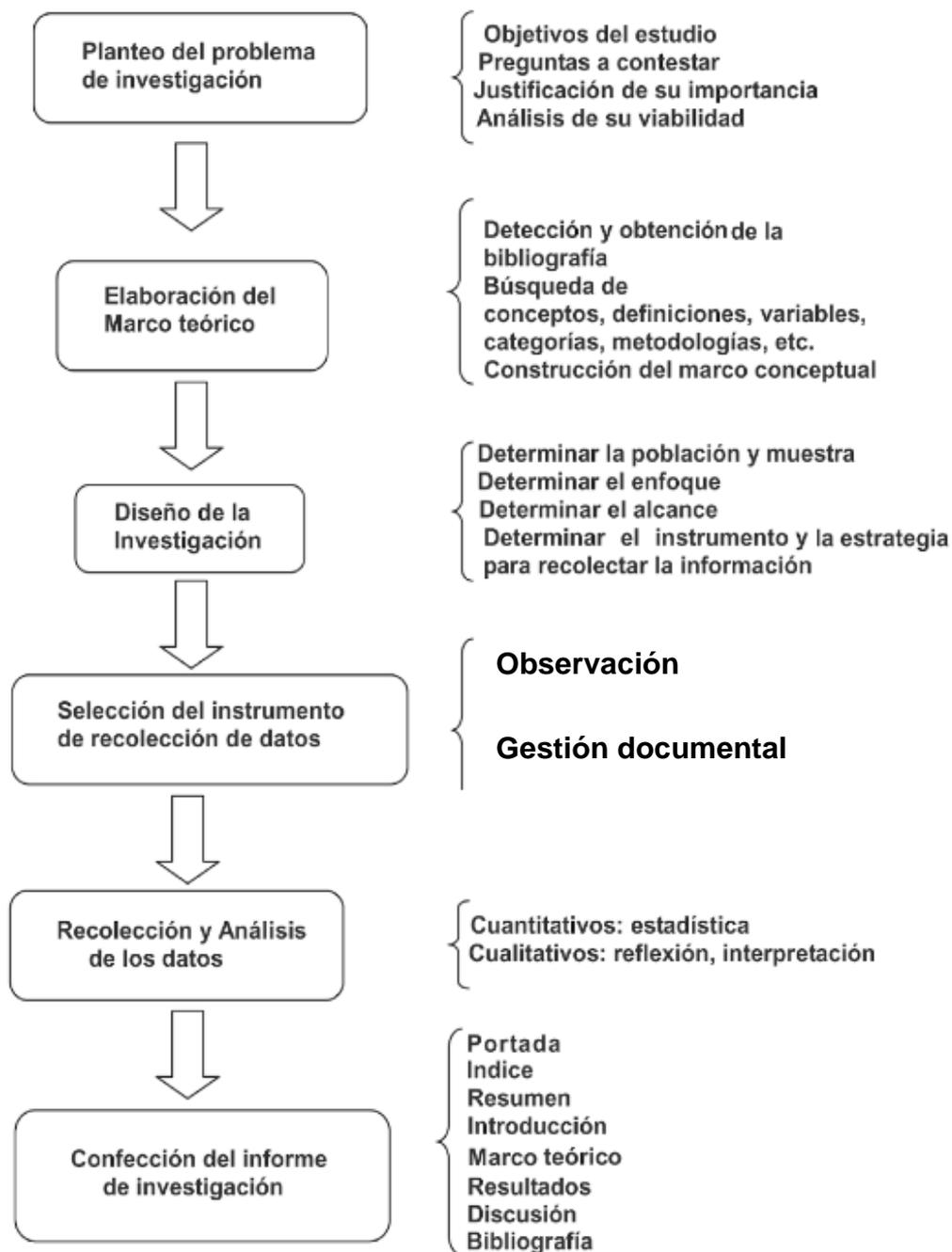
Posterior al planteo del problema lo que prosigue es la elaboración del marco teórico que servirá para encontrar los principales conceptos y teorías en la que estará basado esta investigación, en esta etapa fue importante realizar: detección y obtención de biografía, buscar los conceptos, definiciones, variables, metodología y antecedentes de investigación correspondiente. De igual forma en esta parte fue importante definir los principales conceptos de acuerdo a la matriz de operacionalización de variables (ver Anexo 01).

Luego para el diseño de investigación fue importante categorizar la investigación de acuerdo a su finalidad, enfoque, alcance para posterior a ello establecer que el diseño adecuado por las características del estudio es pre experimental, en base a ello se determinaron las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se deben emplear, se debió realizar la matriz de consistencia para consolidar el diseño (ver Anexo 02), de igual forma se debió realizar la validación de los instrumentos (ver Anexos 03 y 04).

El proceso de recolección de datos consistió en visitar la realidad de la empresa para apuntar los detalles de acuerdo a lo observado y para desarrollar la gestión documental de acuerdo a los documentos oficiales brindados por la empresa, esta información fue tabulada e interpretada como corresponde.

### Figura 3

*Procedimiento general de la presente investigación*



*Nota.* Esquema propuesto por los investigadores.

## 2.5. Diagnóstico de los Costos de Mantenimiento

La primera fase de la investigación consistió en realizar un diagnóstico completo de la situación de los costos de mantenimiento, pero para poder identificar las causas que generan este problema fue importante poder contextualizar la situación general la empresa para de esta manera poder contar con un mejor panorama del contexto del problema.

### 2.5.1. Generalidades de la empresa

La empresa de calzado analizada en la presente investigación fue fundada el 05 de enero del año 1977, es decir lleva 45 años en la industria del calzado, su línea principal son los calzados de seguridad industrial. Tiene oficinas a nivel nacional en: Lima, Trujillo, Cajamarca, Piura y Cajamarca.

También cuenta con diversas líneas de productos orientadas a la seguridad industrial como son: calzado de seguridad, protecciones anticaídas, protección altas temperaturas, protección auditiva, protección facial, protección para la cabeza, protección soldador, protección visual, ropa protectora, seguridad vial y guantes protectores.

La empresa durante los últimos diez años han aperturado nuevos mercados, sobre todo mercados internacionales, exportando a países como Chile, Bolivia y Ecuador. Este crecimiento constante ha sido gracias a su sólida misión y visión que se establecieron, a continuación, se menciona:

#### **MISIÓN**

“Somos una empresa comprometida en brindar mayor seguridad mediante nuestros productos, permitiendo ofrecer condiciones de trabajo óptimas para las personas, elevando su calidad de vida laboral.”

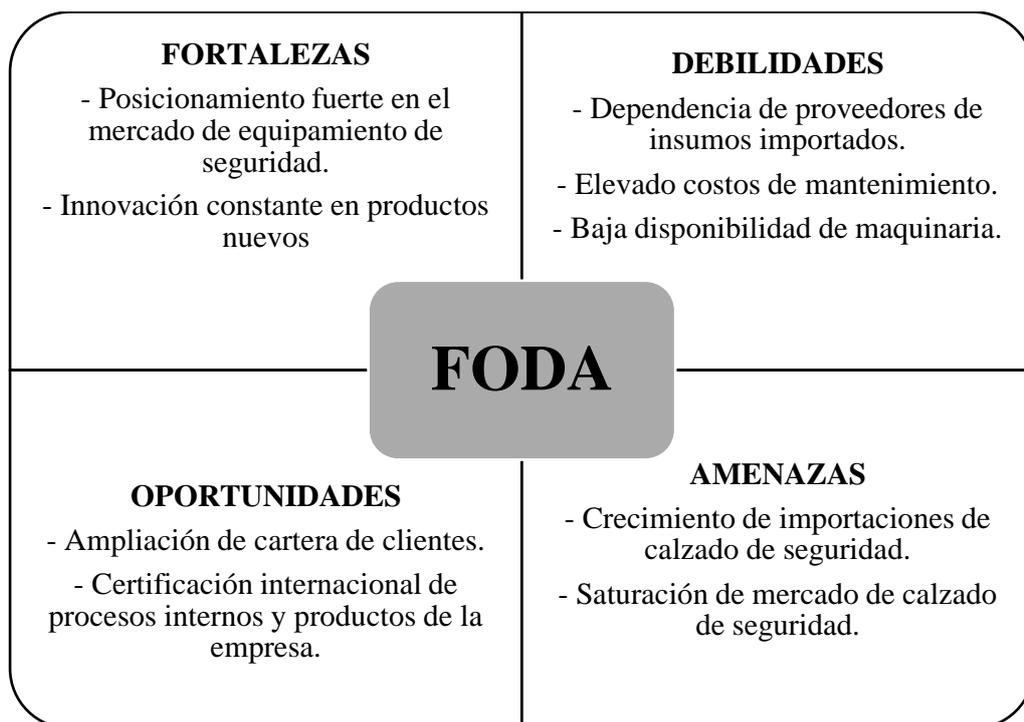
## VISIÓN

“Consolidarnos como la mejor empresa de Comercialización en Equipos de Seguridad Personal (EPP) en cada uno de nuestros mercados, ofreciendo productos y servicios según los más altos estándares de Calidad, Seguridad y Ética en nuestros negocios, satisfaciendo las expectativas de nuestros clientes.”

Sin embargo, con el crecimiento de la empresa y el pasar de los años las necesidades y metas de la empresa han cambiado, es por ello que surge la necesidad de realizar el análisis FODA, porque compone una parte fundamental dentro de la planeación estratégica en la etapa del diagnóstico estratégico ya que permite desarrollar estrategias en beneficio de la organización, basándose en las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas determinadas al realizar este análisis.

### Figura 4

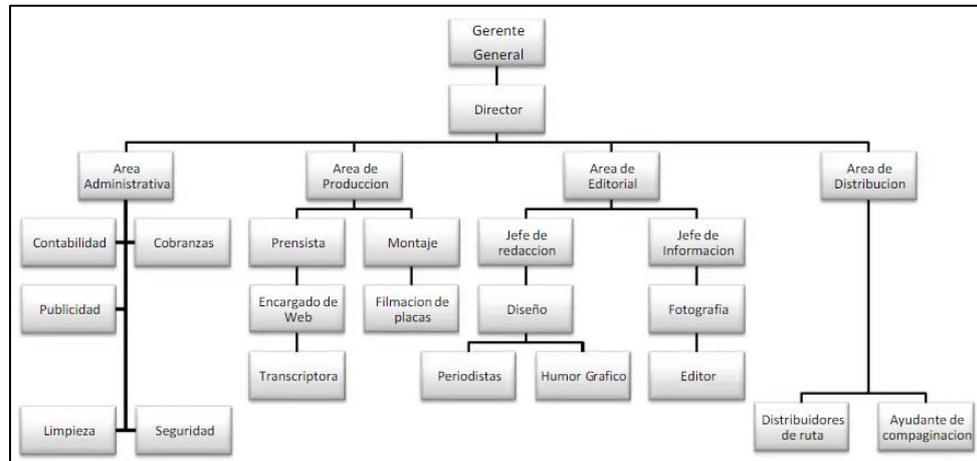
*Análisis FODA de la empresa de calzado*



## ORGANIGRAMA

**Figura 5**

*Organigrama general de la empresa*



## BIENES Y SERVICIOS

**Tabla 2**

*Principales bienes y servicios de la empresa*

Bienes y servicios	Descripción
Producción de calzado de seguridad	Venta al público
Producción de epps	Venta al público
Producción de plásticos	Venta al público

## MAPA DE PROCESOS

**Figura 6**

*Mapa de procesos de la empresa*



## STAKEHOLDERS

**Tabla 3**

*Análisis de Stakeholders de la empresa*

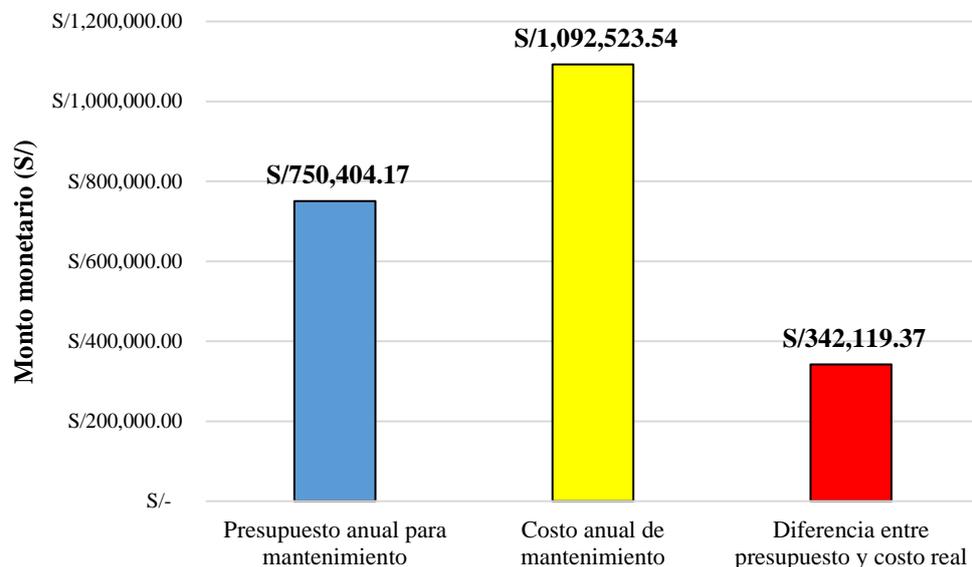
<b>Categoría de Stakeholder</b>	<b>Necesidades</b>	<b>Expectativas</b>
Clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos de buena calidad y a buen precio.</li> <li>• Productos seguros.</li> <li>• Disponibilidad de tiendas.</li> <li>• Variedad de diseños.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buena atención del personal.</li> <li>• Sistema de garantías para productos no conformes</li> <li>• Productos social y ambientalmente sostenibles.</li> <li>• Fácil y buena comunicación con la empresa.</li> </ul>
Proveedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de pagos oportunos.</li> <li>• Claridad en los pedidos por parte de la organización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaciones confiables con la empresa</li> <li>• Fidelización de la empresa.</li> </ul>
Empleados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación y formación continua.</li> <li>• Buen ambiente laboral y seguridad.</li> <li>• Cumplimiento en el pago de salario y prestaciones sociales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresa con valores éticos que contribuyan a su desarrollo.</li> <li>• Valoración del capital humano y trato de respeto.</li> <li>• Horarios flexibles.</li> <li>• Comunicación con los trabajadores</li> </ul>
Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento con normatividad o marcos legales para el funcionamiento de la empresa</li> <li>• Pagos de tributos frente a entidades reguladoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo económico para impulsar la región</li> <li>• Beneficio a través de proyectos de estado</li> <li>• Exactitud en los datos otorgados por la empresa.</li> </ul>

## 2.5.2. Situación actual de los costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento le han servido a la empresa para poder solventar los trabajos y reparaciones que permiten mantener la disponibilidad de sus principales equipos y maquinarias, sin embargo con el pasar del tiempo estos se han incrementado significativamente, evidencia de esto se tiene el reporte correspondiente al año 2022, donde a comienzos de este año se presupuestó un monto para el área de mantenimiento basándose en el historial correspondiente al año 2021, pero al término del año 2022 al revisar los registros oficiales el costo anual de mantenimiento sobrepasó muy por encima del monto presupuestado, demostrándose un descontrol total sobre los costos. A continuación, en la Figura 7 se detallan los montos exactos.

**Figura 7**

*Diferencia entre presupuesto y costo real de mantenimiento*



*Nota.* Valores correspondientes al año 2022.

Para poder entender por qué se dio esta abismal diferencia entre el presupuesto y el costo real del mantenimiento en la empresa se debió observar la distribución porcentual entre los dos tipos de costos de hacen que se hacen.

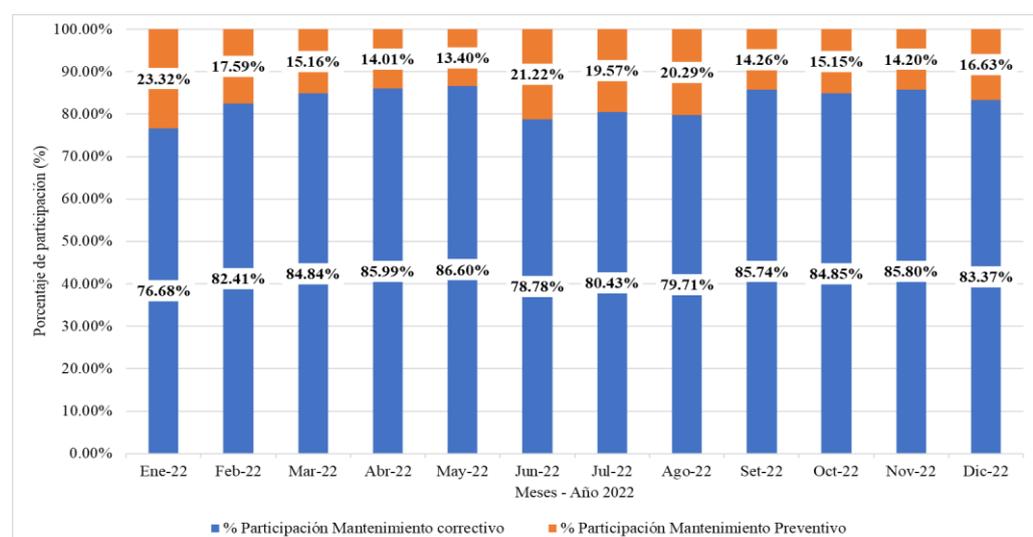
Por una parte, se tienen los costos de mantenimiento preventivo que abarca a todos los gastos que se emplean para poder realizar paradas programadas en las maquinarias para evitar fallas. Por otra parte, se tienen los costos de mantenimiento correctivo que son los gastos empleados para realizar reparaciones no previstas y que surgen por el uso de las maquinarias.

Al observar cómo están distribuidos ambos tipos de costos (ver Figura 8) se puede apreciar que durante los doce meses del último año los costos de mantenimiento correctivo han acaparado en mayor proporcionalidad los costos totales de mantenimiento, en promedio los costos de mantenimiento correctivo representan el 82.94% del total de los costos, mientras que los costos de mantenimiento preventivo representan en promedio solo el 17.06%.

Es este contexto el que explica el por qué los costos de mantenimiento se han incrementado, el empleo de mayores recursos en trabajos de mantenimiento correctivo implica una falta de control de las fallas y una reducción de la disponibilidad de las principales maquinarias.

**Figura 8.**

*Distribución porcentual de los costos de mantenimiento*



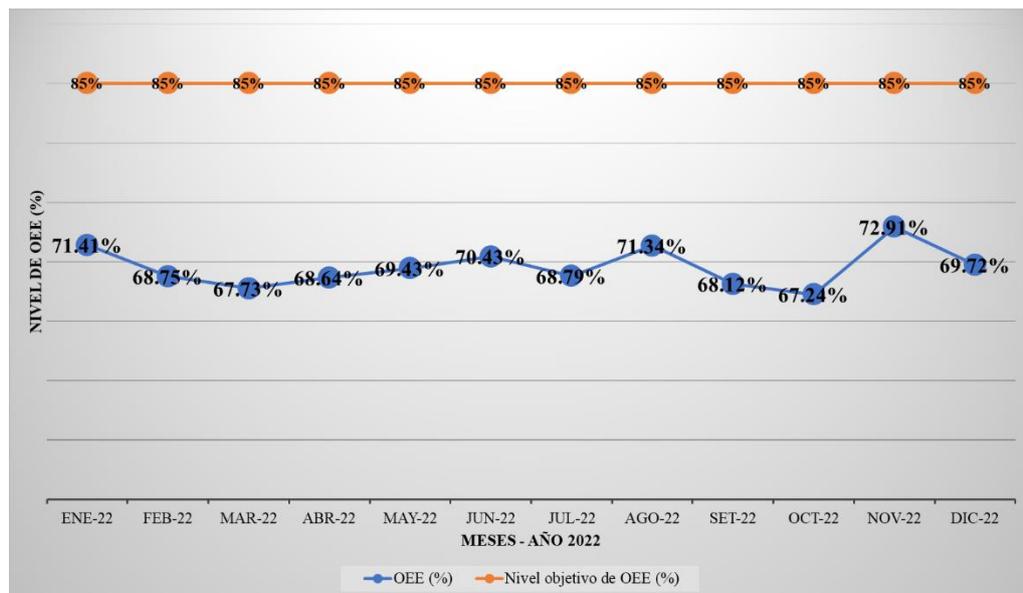
*Nota.* Valores correspondientes al año 2022.

### 2.5.3. Situación actual de la Eficiencia General de los Equipos (OEE)

Como se mencionó la situación actual de los costos de mantenimiento es alarmante y es necesario evaluar el nivel de gestión que se ha tenido sobre los trabajos de mantenimiento de las principales maquinarias. Una herramienta fundamental es el indicador OEE que mide la Eficiencia General de los Equipos, esto nos podar mostrar en qué nivel se encuentra la actual gestión. A continuación, en la Figura 9 se muestra los valores de OEE de los últimos doce meses.

**Figura 9**

*Nivel actual de la Eficiencia General de los Equipos (OEE)*



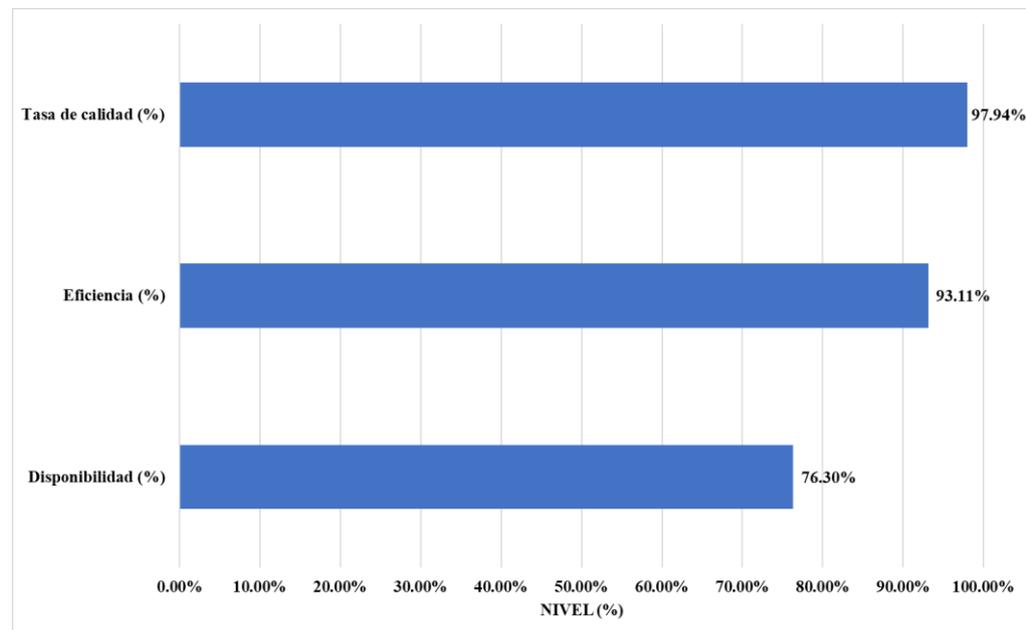
*Nota.* Valores correspondientes al año 2022.

El valor promedio de OEE correspondiente al año 2022 fue de 69.54%, que de acuerdo a la escala de valoración según Fernández (2018) el nivel de la gestión puede ser considerado como regular, esto se puede interpretar que la gestión es aceptable solo si se está en proceso de mejora, pero se producen pérdidas económicas y existe baja competitividad.

Pero para tener más detalle es necesario observar los valores de los tres factores principales que se emplean para calcular el OEE los cuáles son: tasa de calidad, eficiencia y disponibilidad, a continuación, en la Figura 10 se puede observar el valor promedio del último año correspondiente a cada uno. Siendo el factor más bajo la disponibilidad, esto se puede interpretar que se han presentado un gran número de incidencias por parada no programadas.

**Figura 10**

*Principales indicadores de mantenimiento de la empresa analizada*



*Nota.* Valores correspondientes al año 2022.

Todos los indicadores y valores indican que se ha tenido demasiados inconvenientes para controlar las paradas no programadas, es decir las fallas imprevistas o trabajos no planificados son los casos que se han presentado de manera frecuente y que han reducido la disponibilidad considerablemente.

Sim embargo es necesario observar también que el nivel de eficiencia y la tasa de calidad, si bien se puede considerar que se encuentran en un rango de valor importante, esto no implica que se deba de prescindir a posibles mejoras.

#### 2.5.4. Análisis de Ishikawa

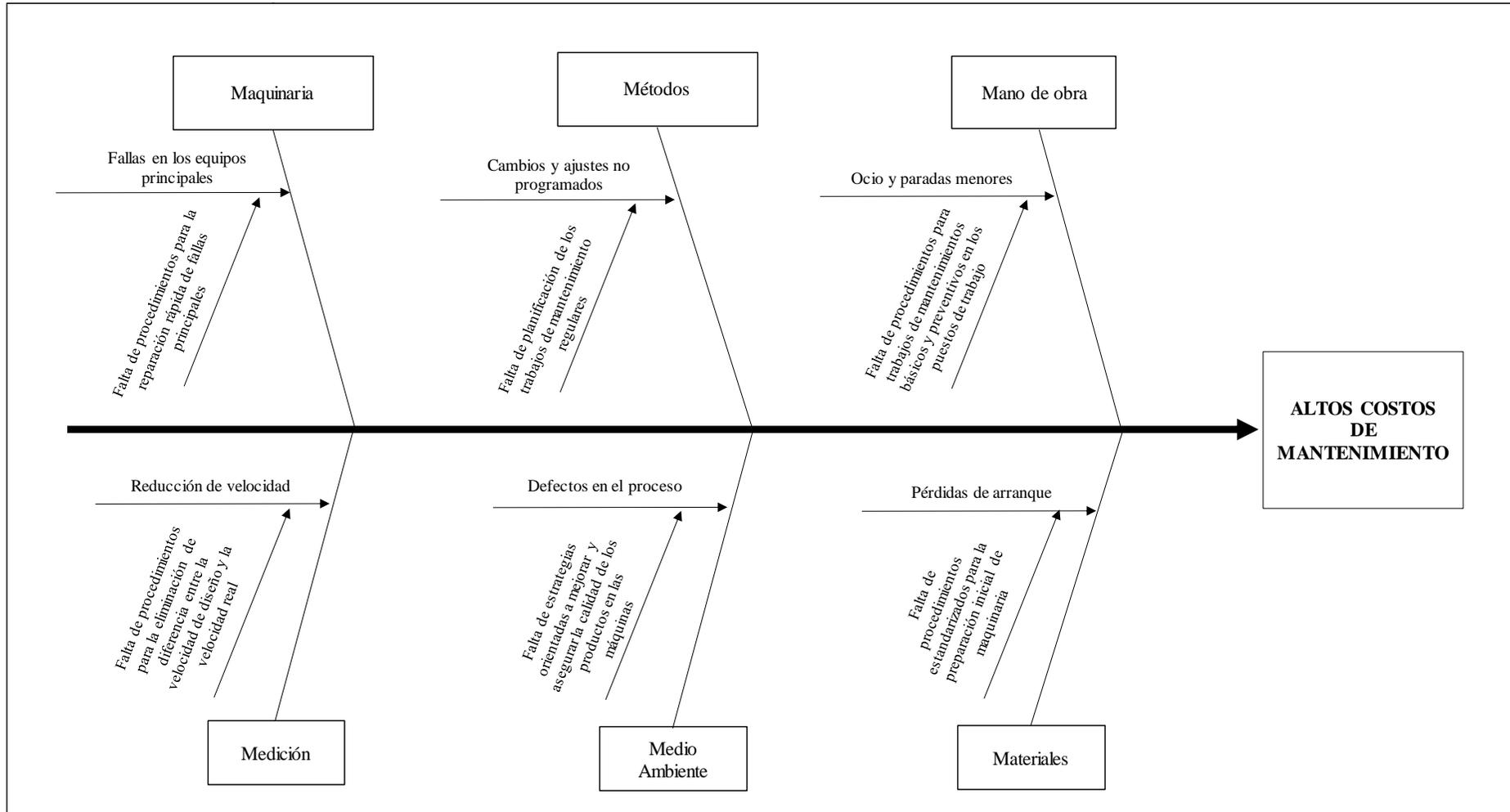
Fue parte importante del diagnóstico realizar un análisis de Ishikawa (ver Figura 11), que permitió realizar la identificación plena de las causas raíces. Mediante las hojas de observación (Anexo 08) se apuntaron las principales características y factores que se dan en el proceso de mantenimiento de las maquinarias.

Como se mencionó el problema principal son los altos costos de mantenimiento es por ello que en la cabeza de la gráfica de espina de Ishikawa se coloca esto. Posterior a ello se analizaron los principales despilfarros generados en los trabajos de mantenimiento los cuales fueron: Fallas en los equipos principales, cambios y ajustes no programados, ocio y paradas menores, reducción de velocidad, defectos en el proceso y pérdidas de arranque.

Analizando el contexto en el que se da cada despilfarro y al contrastarlo con los registros oficiales de incidencias se logró identificar la causa raíz que genera cada uno de estos. En el caso del primer despilfarro, las fallas en los equipos principales, se dan porque hay una falta de procedimiento para la reparación rápida de las fallas principales; mientras que los cambios y ajustes no programados se dan por la falta de planificación de los trabajos de mantenimiento regulares. Por otra parte, las paradas menores se dan por una falta de procedimientos para trabajos de mantenimiento básicos y preventivos en los puestos de trabajos; la reducción de velocidad se debe a la falta de procedimiento para la eliminación de diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad real; mientras que los defectos en el proceso se suscitan por la falta de estrategias orientadas a mejorar y asegurar la calidad de los productos en las máquinas.

**Figura 11**

*Diagrama de Ishikawa de la problemática de la investigación*



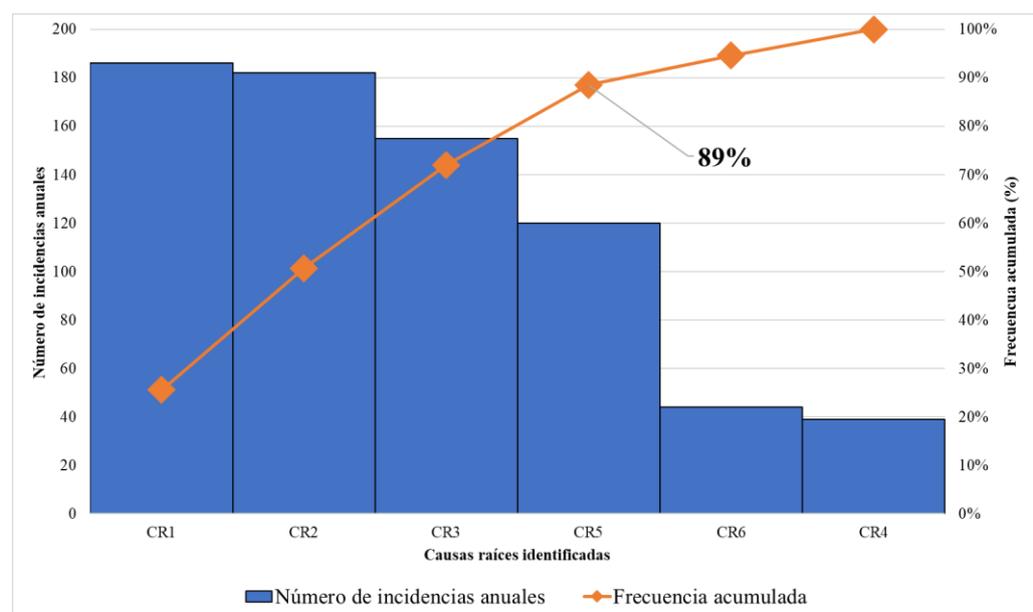
*Nota.* La identificación de las causas raíces se realizaron mediante la técnica de observación y la contrastación con los registros oficiales de incidencias.

### 2.5.5. Análisis de Pareto

Con todas las causas raíces identificadas fue necesario poder determinar cuáles eran las más relevantes, es decir aquellas que tenían mayor cantidad de incidencias porque eso elevaba su probabilidad de ocurrencia en comparación de las que tienen un bajo número de incidencias. Para ello fue necesario aplicar el análisis de Pareto (ver Figura 12) que permita discernir entre las causas raíces mediante un cálculo numérico y seleccionar aquellas que representen el 80% del problema. De acuerdo a la teoría un problema en general puede llegar a ser controlado si se eliminan el 80% de los factores que lo ocasionan.

**Figura 12**

*Diagrama de Pareto - Priorización de causas raíces*



*Nota.* Se emplearon los registros oficiales de incidencias brindadas por el área de mantenimiento.

El análisis de Pareto permitió mediante un criterio cuantitativo seleccionar de manera objetiva las causas raíces con mayor probabilidad de ocurrencia, serán en estas donde se deberá priorizar las estrategias y seleccionar las principales alternativas de solución que eliminen las causas raíces, al eliminar el 80% de incidencias el problema podrá ser controlado por la empresa.

### 2.5.6. Costeo de pérdida originada por CR1

Resultó indispensable poder cuantificar en términos de costos las pérdidas que genera cada causa raíz, para el caso de la primera causa raíz se determinó que es la falta de procedimientos para la reparación rápida de fallas principales lo que genera un incremento en los costos de mantenimiento. En otras palabras, la metodología empleada para hacer las reparaciones implica demasiado tiempo, este tiempo debería ser el menor posible puesto que las fallas principales implican que toda la planta pare y deje de producir zapatos por ende se generan pérdidas.

Cuando se produce una falla el procedimiento para proceder con su reparación es completamente empírico, por ejemplo, cuando fallan los compresores de aire industrial, la asignación de técnicos para resolver el problema es completamente aleatoria, para detectar el modo falla se hace por prueba y error de acuerdo a la experiencia del técnico encargado, para las reparaciones solicitar los repuestos o insumos implica una burocracia innecesaria para gestionar el despacho por el almacén principal, no existe una bitácora donde se apunte el detalle técnico de las fallas, por otra parte el trabajo realizado tampoco es apuntado, solo se apunta el tiempo de inicio y falla, es decir de ocurrir una nueva falla el técnico le toca en esa oportunidad comenzará desde cero para iniciar el procedimiento de reparación.

En la Tabla 4 se puede apreciar los costos generados, el detalle del cálculo se encuentra disponible en el Anexo 10. El costo total está generado por la mano de obra interna, los materiales, repuestos e insumos, los gastos generales y las horas extras que se deben emplear para nivelarse en la producción, todos

estos factores se deben multiplicar por las horas de paradas debido a las fallas generales para obtener el costo total generado.

**Tabla 4**

*Costeo de pérdida originada por CR1*

Mes	Costo de mano de obra interna	Costo de materiales y repuestos	Costo de insumos	Gastos generales	Costo horas extras de planta	Costo total de fallas en los equipos principales
Ene-22	S/1,710.00	S/1,800.00	S/780.00	S/540.00	S/14,250.00	S/19,080.00
Feb-22	S/2,250.00	S/2,400.00	S/1,040.00	S/720.00	S/18,750.00	S/25,160.00
Mar-22	S/2,160.00	S/2,250.00	S/975.00	S/675.00	S/18,000.00	S/24,060.00
Abr-22	S/1,890.00	S/1,950.00	S/845.00	S/585.00	S/15,750.00	S/21,020.00
May-22	S/2,430.00	S/2,550.00	S/1,105.00	S/765.00	S/20,250.00	S/27,100.00
Jun-22	S/1,890.00	S/1,950.00	S/845.00	S/585.00	S/15,750.00	S/21,020.00
Jul-22	S/2,880.00	S/3,000.00	S/1,300.00	S/900.00	S/24,000.00	S/32,080.00
Ago-22	S/2,970.00	S/3,150.00	S/1,365.00	S/945.00	S/24,750.00	S/33,180.00
Set-22	S/2,610.00	S/2,700.00	S/1,170.00	S/810.00	S/21,750.00	S/29,040.00
Oct-22	S/1,980.00	S/2,100.00	S/910.00	S/630.00	S/16,500.00	S/22,120.00
Nov-22	S/2,160.00	S/2,250.00	S/975.00	S/675.00	S/18,000.00	S/24,060.00
Dic-22	S/1,710.00	S/1,800.00	S/780.00	S/540.00	S/14,250.00	S/19,080.00
<b>Total</b>	<b>S/26,640.00</b>	<b>S/27,900.00</b>	<b>S/12,090.00</b>	<b>S/8,370.00</b>	<b>S/222,000.00</b>	<b>S/297,000.00</b>

*Nota.* Valores correspondientes al año 2022.

### 2.5.7. Costeo de pérdida originada por CR2

La segunda causa raíz identificada fue la falta de planificación de los trabajos de mantenimiento regulares, esto se da debido a que existe poca integración entre la información del área de producción y de mantenimiento, es decir que no se ha logrado sincronizar los tiempos de trabajos de ambas áreas.

En muchas ocasiones se asignan trabajos de mantenimiento en días con alta demanda de producción, generando que la planta permanezca parada cuando no corresponde sin que la maquinaria principal se encuentre fallando, entonces es aquí donde se producen los cambios y ajustes no programados.

Entonces para costear esta causa raíz solo se debe multiplicar todas las horas de paradas registradas por cambios y ajustes no programados, estas horas se deben multiplicarse por los factores unitarios de mano de obra interna, materiales, repuestos e insumos, gastos generales y las horas extras recurridas para nivelar la producción, al final se obtendrá todo el costo producido por esta causa raíz. A continuación, en la Tabla 5 se muestra los montos correspondientes y en el Anexo 11 se detalla los cálculos.

**Tabla 5**

*Costeo de pérdida originada por CR2*

Mes	Costo de mano de obra interna	Costo de materiales y repuestos	Costo de insumos	Gastos generales	Costo horas extras de planta	Costo total de cambios y ajustes no programados
Ene-22	S/ 990.00	S/ 2,700.00	S/ 1,170.00	S/ 810.00	S/ 8,250.00	S/ 13,920.00
Feb-22	S/1,080.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 9,000.00	S/ 13,460.00
Mar-22	S/990.00	S/ 2,700.00	S/ 1,170.00	S/ 810.00	S/ 8,250.00	S/ 13,920.00
Abr-22	S/ 900.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 7,500.00	S/ 11,780.00
May-22	S/ 810.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 6,750.00	S/ 10,940.00
Jun-22	S/ 1,260.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 10,500.00	S/ 15,140.00
Jul-22	S/ 1,260.00	S/ 2,550.00	S/ 1,105.00	S/ 765.00	S/ 10,500.00	S/ 16,180.00
Ago-22	S/ 1,350.00	S/ 2,700.00	S/ 1,170.00	S/ 810.00	S/ 11,250.00	S/ 17,280.00
Set-22	S/ 1,260.00	S/ 2,550.00	S/ 1,105.00	S/ 765.00	S/ 10,500.00	S/ 16,180.00
Oct-22	S/ 1,170.00	S/ 1,800.00	S/ 780.00	S/ 540.00	S/ 9,750.00	S/ 14,040.00
Nov-22	S/ 1,170.00	S/ 2,700.00	S/ 1,170.00	S/ 810.00	S/ 9,750.00	S/ 15,600.00
Dic-22	S/ 990.00	S/ 1,800.00	S/ 780.00	S/ 540.00	S/ 8,250.00	S/ 12,360.00
<b>Total</b>	<b>S/13,230.00</b>	<b>S/27,300.00</b>	<b>S/11,830.00</b>	<b>S/8,190.00</b>	<b>S/110,250.00</b>	<b>S/170,800.00</b>

*Nota.* Valores correspondientes al año 2022.

### 2.5.8. Costeo de pérdida originada por CR3

La tercera causa raíz identificada es la falta de procedimientos para trabajos de mantenimientos básicos y preventivos en los puestos de trabajo. Esta situación se da debido a que en muchas ocasiones suceden fallas básicas que pueden ser resultas de manera breve sin contar con mucho experiencia o

conocimientos técnicos avanzados, sin embargo, se produce la parada en las máquinas de los puestos de trabajo porque los operadores no cuentan con un protocolo básico para resolver estas situaciones y el tiempo de repuesta del área de mantenimiento es demasiado lenta. De igual forma existen actividades de mantenimiento preventivo básicos que no se realizan de manera oportuna debido a la gran cantidad de máquinas y al limitado número de técnicos del área de mantenimiento, pero sin embargos esas actividades podrían ser efectuadas por los operadores de las máquinas sí que existiera un protocolo que les guíe como hacerlo de manera correcta sin perder tiempo y evitando averías.

La forma de costear es similar a las causas raíces anteriores, en la Tabla 6 se muestra los montos correspondientes y en el Anexo 11 se detallan los cálculos.

**Tabla 6**  
*Costeo de pérdida originada por CR3*

Mes	Costo de mano de obra interna	Costo de materiales y repuestos	Costo de insumos	Gastos generales	Costo horas extras de planta	Costo total de ocio y paradas menores
Ene-22	S/ 720.00	S/ 1,650.00	S/ 715.00	S/ 495.00	S/ 6,000.00	S/ 9,580.00
Feb-22	S/ 900.00	S/ 2,100.00	S/ 910.00	S/ 630.00	S/ 7,500.00	S/ 12,040.00
Mar-22	S/ 900.00	S/ 1,500.00	S/ 650.00	S/ 450.00	S/ 7,500.00	S/ 11,000.00
Abr-22	S/ 630.00	S/ 2,100.00	S/ 910.00	S/ 630.00	S/ 5,250.00	S/ 9,520.00
May-22	S/ 900.00	S/ 2,400.00	S/ 1,040.00	S/ 720.00	S/ 7,500.00	S/ 12,560.00
Jun-22	S/ 810.00	S/ 2,400.00	S/ 1,040.00	S/ 720.00	S/ 6,750.00	S/ 11,720.00
Jul-22	S/ 900.00	S/ 1,800.00	S/ 780.00	S/ 540.00	S/ 7,500.00	S/ 11,520.00
Ago-22	S/ 720.00	S/ 1,800.00	S/ 780.00	S/ 540.00	S/ 6,000.00	S/ 9,840.00
Set-22	S/ 900.00	S/ 2,100.00	S/ 910.00	S/ 630.00	S/ 7,500.00	S/ 12,040.00
Oct-22	S/ 900.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 7,500.00	S/ 11,780.00
Nov-22	S/ 630.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 5,250.00	S/ 9,260.00
Dic-22	S/ 900.00	S/ 1,500.00	S/ 650.00	S/ 450.00	S/ 7,500.00	S/ 11,000.00
<b>Total</b>	<b>S/ 9,810.00</b>	<b>S/23,250.00</b>	<b>S/10,075.00</b>	<b>S/6,975.00</b>	<b>S/ 81,750.00</b>	<b>S/131,860.00</b>

*Nota.* Valores correspondientes al año 2022.

### 2.5.9. Costeo de pérdida originada por CR5

La quinta causa raíz identificada fue la falta de estrategias orientadas a mejorar y asegurar la calidad de los productos en las máquinas. Esta situación se da porque durante la operación de la maquinaria se producen defectos sobre los productos como por ejemplo mal armado de punteras, mala inyección de suelas, desnivel de colocación de falsas, entre otros aspectos que son producidos por un mal ajuste o desperfectos en las máquinas. Mensualmente en promedio se malogran 269 pares de zapatos por esta causa raíz, en porcentaje con respecto al enorme volumen de producción puede parecer bajo, sin embargo, en términos económicos el costo de pérdida es de S/10,356.50 mensuales, lo cual es preocupante. En la Tabla 7 se muestra los montos correspondientes y en el Anexo 12 se detallan los cálculos.

**Tabla 7**

*Costeo de pérdida originada por CR5*

Mes	Costo de mano de obra directa	Costo de materiales directos	Costos indirectos de fabricación	Costo total de producción rechazada
Ene-22	S/1,140.00	S/4,560.00	S/1,615.00	S/7,315.00
Feb-22	S/1,440.00	S/5,760.00	S/2,040.00	S/9,240.00
Mar-22	S/1,548.00	S/6,192.00	S/2,193.00	S/9,933.00
Abr-22	S/1,500.00	S/6,000.00	S/2,125.00	S/9,625.00
May-22	S/1,836.00	S/7,344.00	S/2,601.00	S/11,781.00
Jun-22	S/1,764.00	S/7,056.00	S/2,499.00	S/11,319.00
Jul-22	S/1,458.00	S/5,832.00	S/2,065.50	S/9,355.50
Ago-22	S/1,740.00	S/6,960.00	S/2,465.00	S/11,165.00
Set-22	S/1,506.00	S/6,024.00	S/2,133.50	S/9,663.50
Oct-22	S/1,842.00	S/7,368.00	S/2,609.50	S/11,819.50
Nov-22	S/1,836.00	S/7,344.00	S/2,601.00	S/11,781.00
Dic-22	S/1,758.00	S/7,032.00	S/2,490.50	S/11,280.50
<b>Total</b>	<b>S/19,368.00</b>	<b>S/77,472.00</b>	<b>S/27,438.00</b>	<b>S/124,278.00</b>

*Nota.* Valores correspondientes al año 2022.

## 2.5.10. Matriz de indicadores y alternativas de solución

La última parte del diagnóstico consistió en establecer los indicadores técnicos correspondiente para poder medir los efectos que se harán en el proceso de mantenimiento y de igual manera de acuerdo a los antecedentes revisados se seleccionaron las alternativas de solución necesarias para emplearse en el plan de mantenimiento.

Para la primera causa raíz el indicador establecido fue el porcentaje de horas de fallas principales sobre el tiempo disponible, de acuerdo a la revisión de los trabajos previos la mejor alternativa de solución es el *Kobetsu Kaizen* que consiste en el desarrollo de mejoras enfocadas para mejorar el proceso de reparaciones de las fallas principales.

La segunda causa raíz el indicador establecido fue el porcentaje de horas de ajustes no programados sobre el tiempo disponible, la alternativa de solución seleccionada es el *Keikaku Hozen* que se basa en mejorar la planificación de los trabajos de mantenimiento.

Por otra parte, para la tercera causa raíz el indicador establecido fue el porcentaje de horas de falla menores sobre el tiempo disponible, la alternativa de solución seleccionada es el *Jishu Hozen* que se basa en establecer protocolos de actividades de mantenimiento y reparaciones básicas para fallas menores.

Finalmente, en la quinta causa raíz el indicador establecido fue el porcentaje de producción rechazada sobre la producción total, la alternativa de solución seleccionada es el *Hinshitsu Hozen* que se basa en establecer estrategias orientadas a mejorar de manera continua la calidad en los procesos realizados en las maquinarias. En la Tabla 8 se muestra la matriz de indicadores establecidos.

**Tabla 8**

*Matriz de indicadores y selección de herramientas de mejora*

<b>Cri</b>	<b>Descripción</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valor actual</b>	<b>Valor objetivo</b>	<b>Pérdida actual</b>	<b>Ahorro esperado</b>	<b>Herramienta de mejora</b>
Cr1	Falta de procedimientos para la reparación rápida de fallas principales	$\%Fp = \frac{\text{Tiempo de fallas principales}}{\text{Tiempo disponible total}}$	12.83%	6.42%	S/ 297,000.00	S/ 148,500.00	Kobetsu Kaizen (Mejoras Enfocadas)
Cr2	Falta de planificación de los trabajos de mantenimiento regulares	$\%Fa = \frac{\text{Tiempo de ajustes no programados}}{\text{Tiempo disponible total}}$	6.37%	3.19%	S/ 170,800.00	S/ 85,400.00	Keikaku Hozen (Mantenimiento Planificado)
Cr3	Falta de procedimientos para trabajos de mantenimientos básicos y preventivos en los puestos de trabajo	$\%Fm = \frac{\text{Tiempo de fallas menores}}{\text{Tiempo disponible}}$	4.72%	2.36%	S/ 131,860.00	S/ 65,930.00	Jishu Hozen (Mantenimiento Autónomo)
C5	Falta de estrategias orientadas a mejorar y asegurar la calidad de los productos en las máquinas	$\%Tc = \frac{\text{Producción rechazada}}{\text{Producción total}}$	2.01%	1.00%	S/ 124,278.00	S/ 62,139.00	Hinshitsu Hozen (Mantenimiento de calidad)

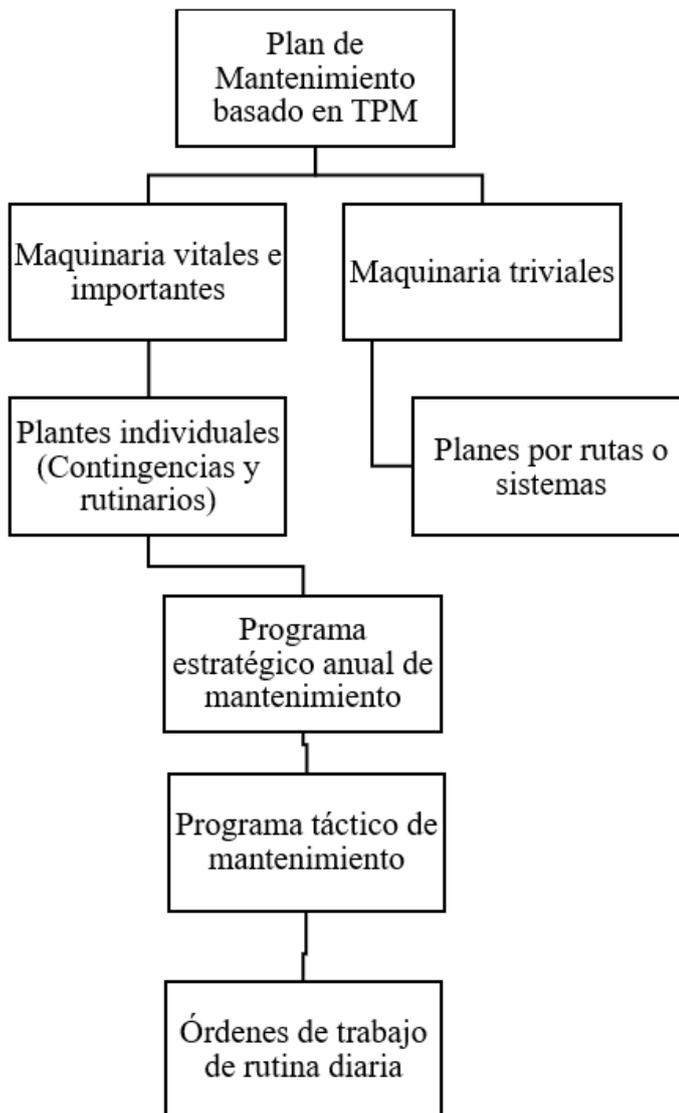
*Nota.* Valores correspondientes al año 2022.

## 2.6. Desarrollo del Plan de Mantenimiento basado en TPM

El Plan de Mantenimiento propuesto de acuerdo a lo consultado en la literatura científica debe de estar compuesto de tres niveles, el programa estratégico, el programa táctico y las rutinas diarias. Pero para poder desarrollar esos niveles se debe primero tener segmentado las maquinarias, discerniendo las vitales de las triviales y estableciendo criterios para el desarrollo de las principales actividades a desarrollar. A continuación, en la Figura 13 se muestra la estructura propuesta para el plan.

**Figura 13**

*Panorámica del desarrollo del Plan de Mantenimiento*



*Nota.* Diseño propuesto por el investigador.

### 2.6.1. Definición de objetivos estratégicos

El punto de partida de cualquier plan de mantenimiento es la definición los objetivos y metas que se pretende alcanzar, esto marcaran el rumbo hacia donde la empresa espera continuar. Pero esto conlleva a tener que elegir una estrategia de mantenimiento adecuada, pero puede resultar tentador elegir la opción más efectiva o la menos costosa, sin embargo, es importante también tener en cuenta los recursos que la empresa tiene y el contexto donde se encuentra. A continuación, en la Tabla 9 se muestra la lista de los principales objetivos estratégicos que espera alcanzar el plan de mantenimiento propuesto.

**Tabla 9**

*Lista de principales objetivos estratégicos para el plan de mantenimiento*

<b>Objetivos estratégicos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metas</b>	<b>Planes de acción</b>	<b>Perspectiva</b>
Mejorar la eficacia de los costos de mantenimiento	Costo de mantenimiento por unidad producida	S/ 2.50	Supervisar y monitorear el sistema de gestión de mantenimiento.	Financiera
Mejorar el tiempo de reparación y la calidad del mantenimiento	Tiempo medio de reparaciones MTTR	1.2 horas	Programa de análisis de fallos. Programa de mejora del soporte de mantenimiento.	Cliente
Mejorar el proceso de mantenimiento y su documentación	Nivel de cumplimiento de normativa	100%	Desarrollar procedimientos efectivos para la realización de las inspecciones técnicas.	Procesos internos
Asegurar nivel de formación y entrenamiento de los técnicos	Porcentaje de trabajadores capacitados	100%	Realizar reuniones y capacitaciones constantes.	Aprendizaje

*Nota.* Indicadores establecidos de acuerdo al planeamiento estratégico de la empresa.

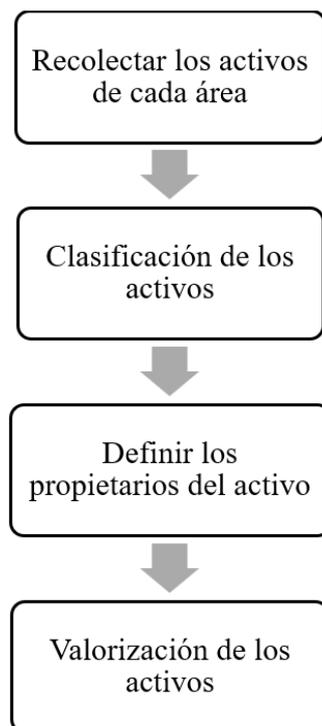
## 2.6.2. Inventario de activos y lista de tareas

Es importante para poder realizar el plan de mantenimiento es necesario realizar inventariar todos los activos y asignarles las tareas de mantenimiento requeridos para cada uno. El inventario permite visualizar las características de las maquinarias, así como conocer cuáles son los más críticos permitiendo de esta manera poder determinar los planes de contingencia que se deben establecer.

Para poder realizar el proceso de inventariar los activos se estableció el siguiente procedimiento mostrado en la Figura 14.

### Figura 14

*Proceso para inventariar activos*



*Nota.* Procedimiento basado en las referencias consultadas.

La lista de inventario se encuentra disponible en el Anexo 14, donde se detalla toda la maquinaria de la planta de producción, en esta lista se detalla el nombre de cada máquina, el área a donde pertenece, su estado actual, las tareas de mantenimiento asignadas.

### 2.6.3. Desarrollo de Kobetsu Kaizen

La primera herramienta que se desarrolló en el Plan de Mantenimiento basado en TPM fue el *Kobetsu Kaizen* que en castellano significa *mejoras enfocadas*, esta herramienta permitió establecer actividades con el fin de reducir al mínimo las pérdidas ocasionadas por las fallas constantes de los equipos principales.

La herramienta desarrollada permitirá establecer las reparaciones definitivas a fallas generales que se presentan frecuentemente, pero fue importante establecer el proceso para el desarrollo de las mejoras enfocadas, es por eso que se diseñó una metodología basada en siete pasos con un preliminar.

Explicando el procedimiento establecido en la etapa preliminar o paso cero se debe identificar el tema de mejora, aunque las diversas áreas de la planta cuanta con sus propios problemas específicos, esto deben están en armonía con los objetivos estratégicos del plan de mantenimiento y con las políticas de la empresa. Asimismo, es importante enfocarse en encontrar soluciones definitivas a las fallas de los equipos críticos que se presentan de manera frecuente y que dan lugar una gran parte de las pérdidas ocasionadas.

El primer paso consiste en comprender a profundidad la situación de las fallas, para ello se empleó el análisis de los diversos modos de fallas en las máquinas críticas. De igual forma es importante también identificar a factores como las pérdidas de energía y otras peculiaridades de la planta.

El segundo paso consiste en sacar a la luz y eliminar las anomalías, de acuerdo con los registros oficial de las fallas, las pérdidas principales tienen su origen en el deterioro o en la falta de trabajos de limpieza o lubricación. Antes

de implementar cualquier técnica analítica compleja, resultó importante eliminar escrupulosamente todas las deficiencias y los efectos del deterioro. De igual forma se debe asegurar que para establecer las condiciones básicas, se siguen los procedimientos de orden como: limpieza, lubricación, apretado de pernos, entre otros. Durante este paso se construyó gradualmente un cuadro con las condiciones óptimas para los equipos y procesos.

El tercer paso consistió en analizar las causas, este análisis se basó en la observación directa de los equipos y lugares de trabajo. Para cuestiones que involucren tecnología de ingeniería especial, es apropiado pedir ayuda a los fabricantes del equipo.

El cuarto paso consistió en la planificación de las mejoras, durante el bosquejo y desarrollo de propuestas, deben formularse varias alternativas, sin dejar de lado ninguna idea en esta fase. Para conseguir los mejores resultados, no hay que limitar la participación a uno o dos miembros del staff de técnicos sino a todos los involucrado en la operación de las máquinas.

El quinto paso fue la implantación de las mejoras, en el caso de la planta de la empresa se cuenta con más de una unidad de máquina del mismo tipo, por ello fue importante comenzar por implementar a una sola unidad, para después extender la mejora a las demás después de verificar los resultados.

El sexto paso fue el chequeo de los resultados, resultó importante comprobar los resultados desde la fase de implantación en adelante, y detallar las mejoras que se muestren más eficaces, así como las razones de ello.

El procedimiento detallado se observa en la Tabla 10 donde se muestra los siete pasos establecidos y el detalle de las actividades a desarrollar.

**Tabla 10**

*Procedimiento establecido para desarrollar Kobetsu Kaizen*

<b>Actividades / pasos</b>	<b>Detalle</b>
Paso 0: Identificación de temas de mejora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar y registrar tema</li> <li>2. Formar grupos de trabajo</li> <li>3. Planificar actividades</li> </ol>
Paso 1: Comprender la situación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar procesos cuello de botella</li> <li>2. Medir fallos, defectos y otras pérdidas</li> <li>3. Usar líneas de fondo para establecer objetivos</li> </ol>
Paso 2: Descubrir y eliminar anomalías	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar plenamente todas las anomalías</li> <li>2. Restaurar el deterioro y corregir las pequeñas deficiencias</li> <li>3. Establecer las condiciones básicas del equipo</li> </ol>
Paso 3: Analizar causas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estratificar y analizar pérdidas</li> <li>2. Aplicar técnicas analíticas (análisis P-M, FTA, etc.).</li> <li>3. Emplear tecnología específica, fabricar prototipos, conducir experimentos.</li> </ol>
Paso 4: Plan de mejora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar propuestas de mejora y preparar planos</li> <li>2. Comparar la eficacia y costes de las propuestas alternativas y compilar presupuestos</li> <li>3. Considerar los efectos peligrosos y desventajas posibles</li> </ol>
Paso 5: Implantar mejora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar plan de mejora (implantarlo)</li> <li>2. Practicar la gestión temprana (operaciones de test y aceptación formal).</li> <li>3. Facilitar instrucciones para el equipo mejorado, métodos de operación, etc.</li> </ol>
Paso 6: Chequear resultados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluar resultados en el tiempo conforme progresa el proyecto de mejora</li> <li>2. Verificar si se han logrado los objetivos</li> <li>3. En caso no lograr objetivos realizar de nuevo el paso 3</li> </ol>
Paso 7: Consolidar beneficios	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir estándares de control para sostener resultados</li> <li>2. Formular estándares de trabajo y manuales</li> <li>3. Retroalimenta información al programa de prevención del mantenimiento</li> </ol>

*Nota.* Proceso basado en la investigación de Peñaloza (2022).

Al aplicar este método en las principales fallas de las máquinas críticas se han logrado encontrar soluciones definitivas a los problemas, es decir soluciones sostenibles en el tiempo que reducirán significativamente la probabilidad de ocurrencia o falla. Un claro ejemplo de la efectividad de este método se puede apreciar en el Anexo 15, donde se desarrolló una solución a la falla del eje principal del motor de la inyectora de poliuretano, reduciendo las pérdidas ocasionadas.

A continuación, en la Tabla 11 se detalla la lista de maquinarias críticas, las fallas frecuentes y las soluciones encontradas bajo esta metodología de trabajo.

**Tabla 11**

*Alternativas de solución para eliminar fallas de equipos principales*

<b>Máquina</b>	<b>Descripción de falla</b>	<b>Alternativa de solución</b>
Compresora industrial	Arranque inundado	Instalación de sistema de auto evacuado continuo
Inyectora de poliuretano	Regreso de líquido	Instalación de una válvula de termo expansión con mayor capacidad.
Túnel de frío	Golpe de líquido	Instalación de un sistema de auto vacío como medio de control
Banco de condensadores	Fallas dieléctricas	Instalación de esquema de detección de desequilibrio que no sea susceptible a la inestabilidad del sistema y que se pueda ajustar para anular el desequilibrio inherente del banco de capacitores.
Troqueladora industrial	El resorte de retorno de la holgura está roto o envejecido	Reemplazar las piezas rotas o envejecidas a tiempo para garantizar una producción normal.

*Nota.* Alternativas de solución propuestas por el investigador.

#### **2.6.4. Desarrollo de Keikaku Hozen**

Los cambios y ajustes no programados es el segundo problema más frecuente, durante el último año se ha generado 182 incidencias relacionados a este problema. En total se han producido 147 horas de paradas registradas por el área de mantenimiento. La causa raíz que genera este problema es la falta de planificación de los trabajos de mantenimiento regulares, entonces la alternativa de solución que permitirá eliminar esta causa raíz es el *Keikaku Hozen* (Mantenimiento Planificado).

La planta de producción de la empresa tiene en su mayoría maquinaria estática, la mayoría aparte de estar conectadas al sistema eléctrico también se conectan mediante tubos a maquinarias rotativas como son: bombas, compresores, entre otros. Entonces se emplean la instrumentación para llevar el control que las mantiene en las condiciones constante o las varían de acuerdo a lo que se programe, o también se controla y se supervisa de forma intermitente durante el proceso de fabricación. Pero todos estos trabajos de instrumentación y sus actividades de mantenimiento deberían estar integrados, así como también sincronizados con las actividades de producción, es justamente lo que no se produce en la planta, puesto que en innumerables veces la producción se retrasa o se demora por la falta de comunicación de aviso de ajustes no programados.

Entonces como se mencionó con la aplicación de Keikaku Hozen (Mantenimiento Planificado) se asegura que las maquinarias funciones y tengan un rendimiento de acuerdo a lo que se espera. Se puede afirmar que la vida útil de las maquinarias no queda especificada en la fase de su diseño, sino se determina por el decrecimiento de su aporte en el rendimiento económico del proceso.

El Mantenimiento Planificado resulta indispensable en la vida útil del equipo, inclusive a largo plazo puede determinar el éxito o fracaso de todo un sistema de máquinas correspondiente a una línea de producción. Por lo tanto, resulta esencial de igual modo perfilar el mantenimiento planificado en función de las características de cada máquina dentro del proceso.

Entonces basado en lo mencionado anteriormente se puede inferir que existe una necesidad en establecer una estrecha cooperación entre las áreas de producción y mantenimiento, debido a que este factor resulta relevante para lograr garantizar que se realice de manera eficaz el mantenimiento planificado.

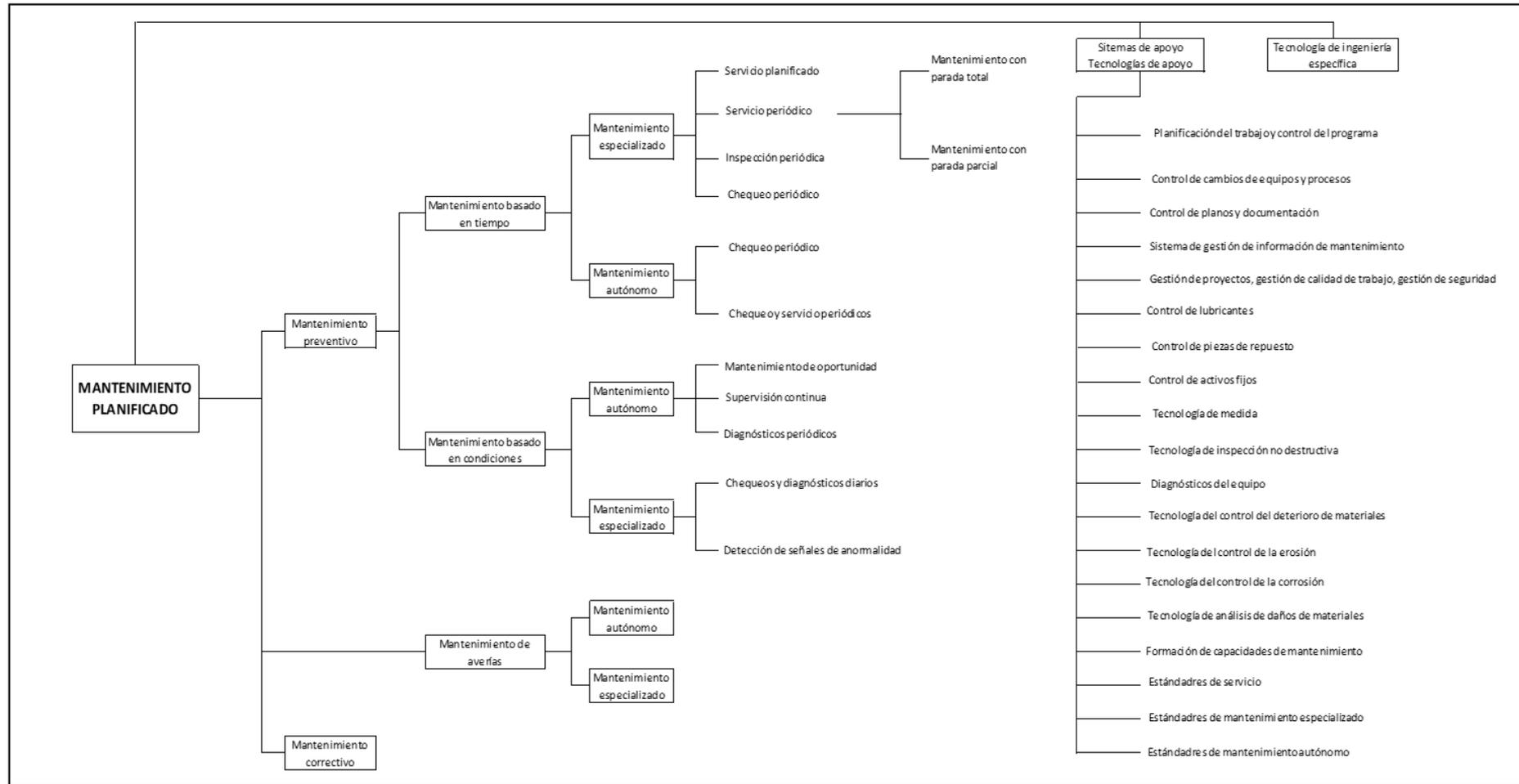
Para lograr la eficacia deseada se requiere el apoyo activo de las demás áreas como: logística, calidad, producción, administración, entre otras. Esto también facilita que el sistema de apoyo, que es la parte que brinda la información necesaria, sea lo más compacto posible y generando que el flujo de información sea lo más rápido posible.

El sistema propuesto para la empresa consiste en desarrollar las fases para el mantenimiento preventivo el cual se basa en dos tipos de actividades: mantenimiento basado en el tiempo y el mantenimiento basado en las condiciones. Entonces para cada tipo de actividades debe estar contemplado los diversos servicios requeridos, las inspecciones, diagnósticos, etc.

En este sistema también resulta importante determinar la tecnología de ingeniería específica que se emplearan para los trabajos, de igual forma determinar los diversos sistemas de apoyo como: estándares de servicio, estándares de mantenimiento especializado y estándares de mantenimiento autónomo. A continuación, en la Figura 15 se puede apreciar el sistema completo establecido para desarrollar el mantenimiento planificado.

**Figura 15**

*Sistema de Mantenimiento Planificado*



Nota. Diseño del sistema del mantenimiento planificado basado en la investigación de Castañeda (2019).

Con el sistema del mantenimiento planificado desarrollado el siguiente paso importante para el área de mantenimiento es establecer el procedimiento de aplicación y poner sistemáticamente en práctica en el tiempo las diversas actividades de mantenimiento planificado como son las actividades que son consideradas genéricas.

Queda en claro que el objetivo importante para el área de mantenimiento al momento de implantar el mantenimiento planificado es lograr eliminar los fallos y evitar las paradas no planificadas.

Para concretar la implantación del mantenimiento planificado se desarrolló un plan maestro que se puede apreciar en la Figura 16, en este plan se presentan los seis pasos fundamentales los cuales son: evaluar el equipo y comprender las condiciones actuales de partida, restaurar el deterioro y corregir debilidades, crear un sistema de gestión de información, crear un sistema de mantenimiento periódico, crear un sistema de mantenimiento predictivo y evaluar el sistema de mantenimiento planificado.

De igual forma para cada paso es importante realizar actividades correspondientes al requerimiento del contexto de cada máquina, de igual forma es importante que el sistema de gestión del mantenimiento se encuentre informatizado debido a que con esto se puede dar seguimiento a los fallos y evaluar su probabilidad de ocurrencia.

Finalmente, con el mantenimiento planificado, las actividades y trabajos ya no se producirán de manera aleatoria o empírica sino se deberá coordinar, sincronizar y aplicar criterios técnicos para realizar los trabajos de mantenimiento sin que se produzcan paradas no planificadas.

**Figura 16**

*Plan Maestro de Mantenimiento Planificado*

Pasos	Actividades	Preparación		Introducción				Implantación				Consolidación			
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6
Paso 1: Evaluar el equipo y comprender las condiciones actuales de partida	Preparar o actualizar los registros de equipos	←	→												
	Formular e implantar estándares de evaluación del equipo		←	Equipo técnico											
	Definir rangos de fallo		←	→											
	Comprender la situación (número de fallos, etc.)		←	→											
	Fijar objetivos de mantenimiento		←	→											
Paso 2: Restaurar el deterioro y corregir debilidades	Establecer condiciones básicas y revertir el deterioro			←	Apoyar el mantenimiento autónomo	→									
	Abolir entornos que causan el deterioro acelerado			←	Tratar las principales fuentes de contaminación	→									
	Tomar medidas para prevenir fallos idénticos o similares			←	Crear sistemas	Evolucionar las actividades	→								
	Alargar la vida del equipo corrigiendo debilidades						←	Trabajo de mantenimiento correctivo	→						
	Reducir los fallos de proceso y mejorar el trabajo manual														
	Paso 3: Crear un sistema de gestión de información	Crear un sistema de gestión de datos de fallos				←	Crear CMMS	→	Arranque sistema	→					
Crear un sistema de gestión de mantenimiento de equipos					←	Crear CMMS	→								
Crear un sistema de gestión del presupuesto de equipos								←	Crear CMMS	→	Arranque sistema	→			
Crear sistemas para controlar unidades de reserva y piezas de repuesto								←	Crear CMMS	→					
Paso 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico	Preparar el mantenimiento periódico							←	Lubricantes, repuestos, planos, etc.	→					
	Preparar listas de trabajos para el mantenimiento periódico														
	Seleccionar equipos y componentes para el mantenimiento periódico														
	Preparar calendario de mantenimiento periódico							←	Establecer intervalos de mantenimiento	→					
	Reforzar la gestión del trabajo (preparar estándares)														
	Mejorar la eficiencia del mantenimiento con parada general														
	Reforzar el control del trabajo subcontratado														
Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo	Introducir equipo de diagnóstico							←	Formar diagnósticos	Introducir equipo	→				
	Preparar listas de trabajos de mantenimiento predictivo														
	Seleccionar equipos y componentes para mantenimiento predictivo: ampliar gradualmente el sistema														
Paso 6: Evaluar el sistema de mantenimiento planificado	Evaluar el sistema de mantenimiento planificado														
	Evaluar la fiabilidad y mantenibilidad							←	Evaluar la prevención de						
	Evaluar la reducción global de costos														

Nota. CMMS = sistema de gestión de mantenimiento computarizado.

### 2.6.5. Desarrollo de Jishu Hozen

El tercer gran desperdicio identificado en la planta son las paradas menores, es decir aquellas actividades de mantenimiento que se realizan de manera imprevista y rápida pero que detienen la producción, generando tiempo perdido. De acuerdo al registro oficial del año 2022, se han presentado 155 incidencias las cuales generaron un total de 109 horas de paradas.

Existen fallas menores que no representan gran dificultad realizar las reparaciones, también hay actividades de mantenimiento preventivo que resulta imposible realizarlas a tiempo por el área de mantenimiento por la limitada cantidad de personal con el que se cuenta, puesto que el número de máquinas en la empresa es seis veces más que la cantidad total de personal del área de mantenimiento, pero el problema surge por no haber podido delegar funciones a los operadores de cada máquina, quienes pertenecen al área de producción.

La alternativa de solución que permite eliminar esta causa raíz es *Jishu Hozen* o denominado Mantenimiento Autónomo, que consiste en desarrollar la metodología técnica para poder delegar funciones básicas de mantenimiento a los operadores, con el fin de que se pueda ahorrar tiempo y dinero en el mantenimiento de las maquinarias.

Sin embargo, es importante poder discernir las actividades de mantenimiento para poder saber que funciones puede encargarse el área de producción y cuales son aquellas que solo corresponden al área de mantenimiento, para ello se desarrolló un gráfico (ver Figura 17) que explica cómo está estructurado las diversas actividades de mantenimiento y cuales aplicarían los operadores de máquina.

**Figura 17**

*Clasificación y asignación de tareas de mantenimiento*

Objetivo	Técnica	Actividad			Área de Producción	Área de Mantenimiento	
		Prevenir el deterioro	Medir el deterioro	Restaurar el deterioro			
Eficacia global del equipo	Actividades de mantenimiento	Operación normal	Operación correcta			<input type="radio"/>	
			Ajustes correctos			<input type="radio"/>	
			Limpieza, descubrir y tratar deficiencias			<input type="radio"/>	
		Mantenimiento diario	Lubricación			<input type="radio"/>	
			Apretado de pernos			<input type="radio"/>	
			Chequeo diario de deterioro y condiciones			<input type="radio"/>	
				Pequeño servicio			<input type="radio"/>
			Mantenimiento periódico	Chequeo periódico			<input type="radio"/>
		Inspección periódica				<input type="radio"/>	
		Servicio periódica				<input type="radio"/>	
		Mantenimiento predictivo	Inspección de tendencias			<input type="radio"/>	
			Servicio a intervalos medio y largo			<input type="radio"/>	
		Mantenimiento de averías	Detección, acción e informe rápidos de anomalías				<input type="radio"/>
			Prevenición repeticiones			<input type="radio"/>	
			Reparaciones de emergencia			<input type="radio"/>	
Actividades de mejora	Mejorar fiabilidad	Simplificación			<input type="radio"/>		
		Nivelar cargas			<input type="radio"/>		
		Mejorar precisión del control			<input type="radio"/>		
	Mejorar mantenibilidad	Desarrollar equipos y técnicas de comprobación de condiciones					<input type="radio"/>
		Mejorar trabajo de inspección			<input type="radio"/>		
		Mejorar trabajo de servicio			<input type="radio"/>		
		Mejorar calidad de servicio			<input type="radio"/>		
					<input type="radio"/>		

Nota. Diseño de procedimiento basado en la investigación de Castañeda (2019).

Con las actividades clasificadas, corresponde adiestrar correctamente a los operarios en las actividades de mantenimiento básicas asignadas a ellos, para que puedan ser capaces de reparar las pequeñas deficiencias y así evitar las paradas no previstas de rango bajo. Pero para lograr alcanzar ser competente, un operador debe ser capaz de reconocer cualquier anomalía que demuestre que existe una situación en la máquina fuera de lo ordinario, además de identificarla de manera inmediata.

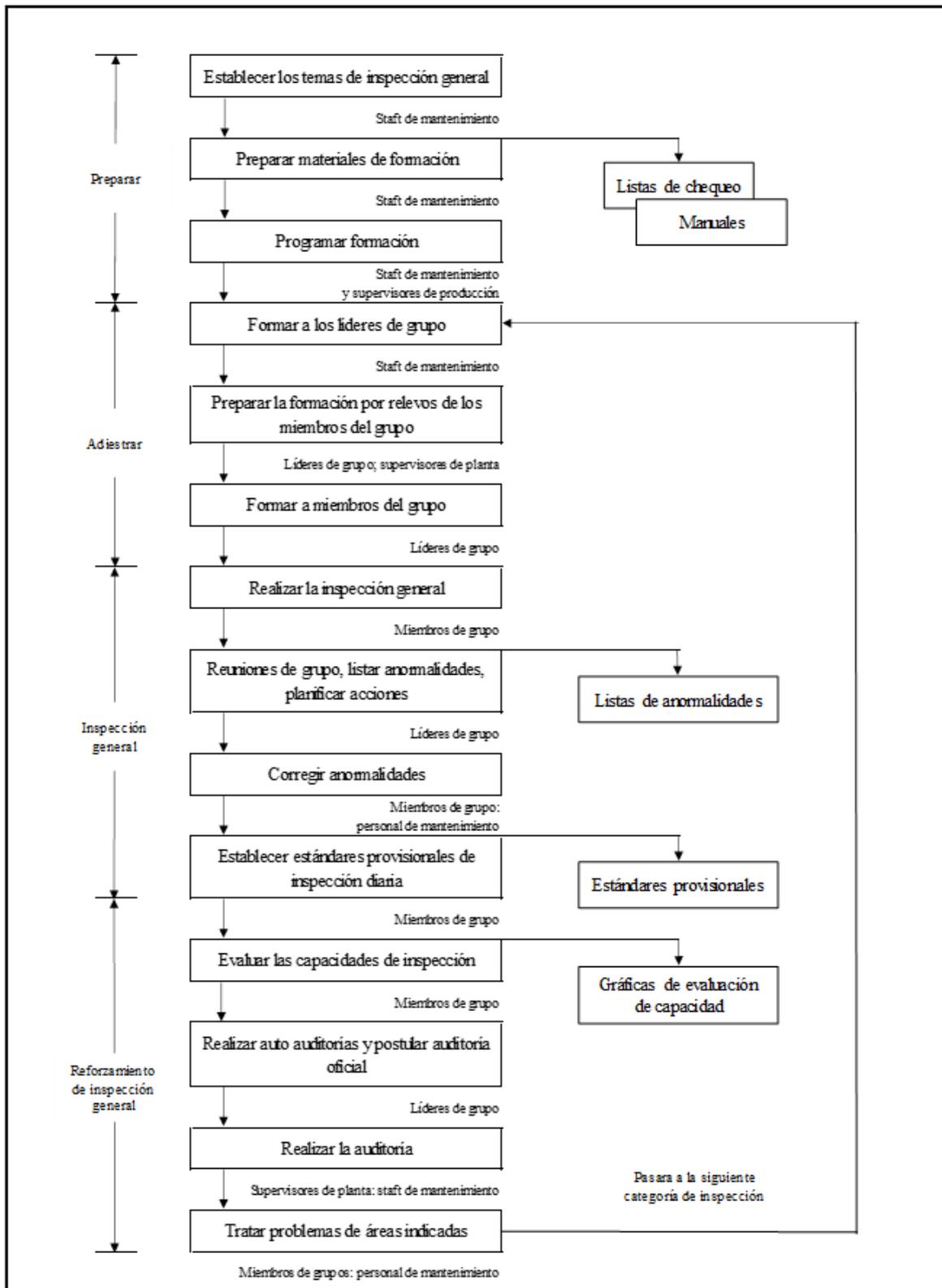
Las anomalías que surgen en las máquinas no son efectos tales como una avería de la maquinaria, o su parada, o la producción defectuosa. Por lo contrario, las diversas anomalías que los operadores de máquina deben detectar deben ser fenómenos causales que presagien averías incluso antes de que estas sucedan. Un operador verdaderamente capacitado puede detectar las causas anormales en su fase original y tratarlas rápidamente. Entonces estos operadores que se encargarán de hacer estos trabajos se tendrán que basar en el mantenimiento autónomo.

Sin embargo, lograr desarrollar operarios competentes tiene efectos positivos en los diversos aspectos de la gestión del lugar de trabajo. Es por ello que resulta relevante establecer una programación de formación sobre el mantenimiento autónomo y las capacidades de inspección.

Como se puede apreciar en la Figura 18 se presenta la metodología que indica como desarrollar el programa de inspecciones, en este programa se logró reforzar los conocimientos técnicos de los operadores de máquina. Los operadores deben aprender sobre todos los aspectos de la maquinaria que emplean, comenzando por lo básico.

**Figura 18**

*Procedimiento para desarrollar programa de inspecciones*



*Nota.* Diseño de procedimiento basado en la investigación de Castañeda (2019).

Finalmente habiendo ya desarrollado los anteriores pasos el último consiste en diseñar la sostenibilidad del mantenimiento autónomo, para ello es necesario evaluar y confirmar los resultados como parte del programa. Para ello será necesario realizar las auditorías correspondientes al completar cada paso del mantenimiento autónomo, las auditorías facilitarán un guía para conocer dónde se necesita fortalecer los procedimientos y cuáles son los puntos fuertes dentro del procedimiento.

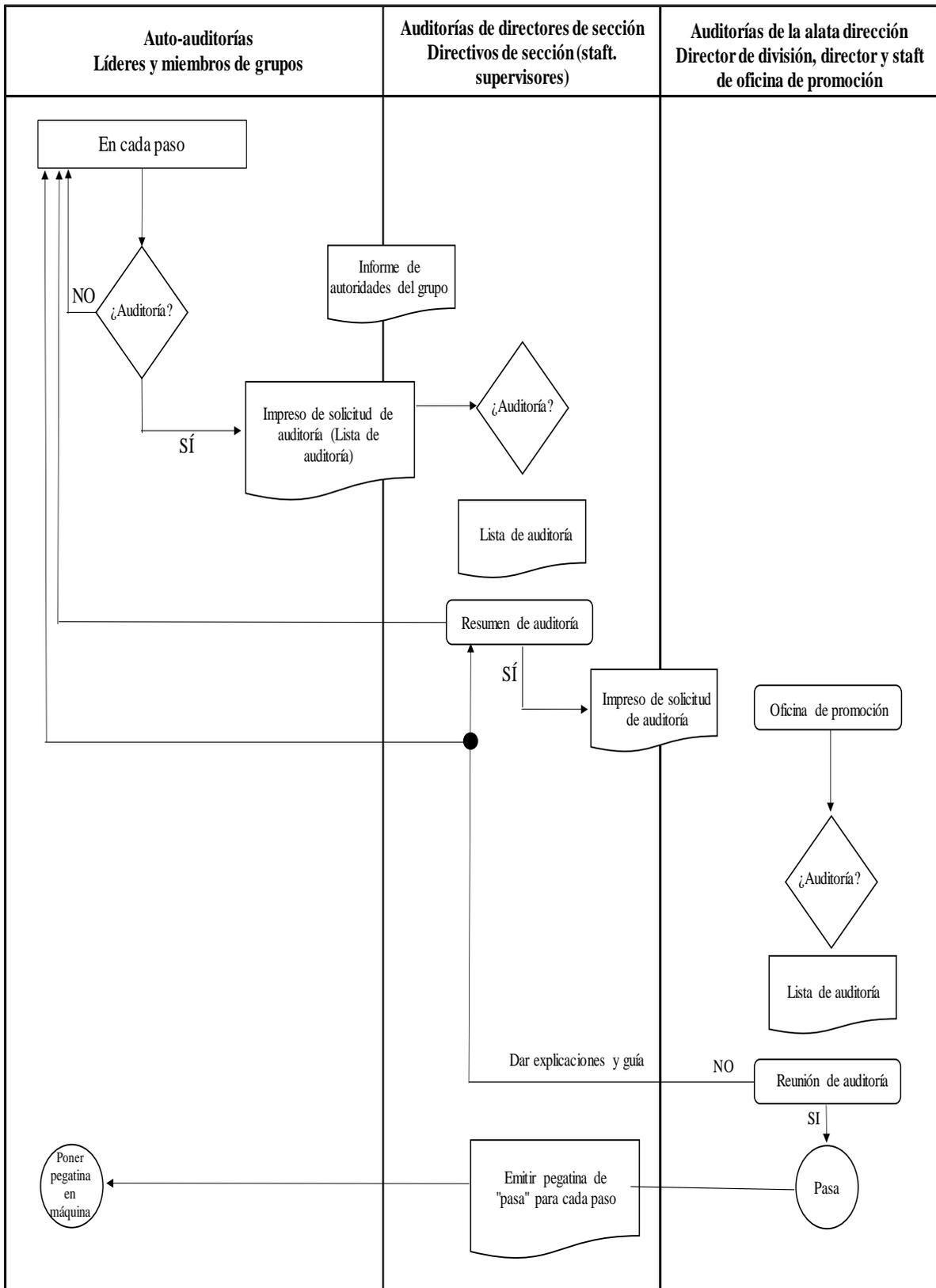
Las auditorías del mantenimiento autónomo facilitan algo más que meras oportunidades para evaluar el progreso y brindar directrices. Es decir, actúan asimismo como postes de señales que indican hasta dónde se debe llegar en cada fase de las actividades. Cabe aclarar que las auditorías pueden estar compuestas de diversos niveles y tipos como son: auto auditorías, auditorías a nivel de sección y de la alta dirección. Mientras las auto auditorías promueven una supervisión y evaluación del progreso; las auditorías a nivel de sección mantienen vivas las actividades facilitando guía y ayuda; por otro lado, las auditorías de la alta dirección alimentan la motivación mediante el reconocimiento.

En la Figura 19 se puede apreciar el diagrama de flujo que explica el sistema típico de auditorías que se diseñó para la empresa, en esta se logra ver los tres tipos de auditorías mencionadas con anterioridad, también se observa el protocolo que se debe seguir en caso se obtengas observaciones importantes.

Con esta herramienta se espera descongestionar las funciones del área de mantenimiento para que esta se enfoque en realizar los trabajos de reparaciones de maquinaria importante y además se eliminan tiempos improductivos.

**Figura 19**

*Procedimiento de auditorías para Mantenimiento Autónomo*



Nota. Diseño de procedimiento basado en la investigación de Castañeda (2019).

### 2.6.6. Desarrollo de *Hinshitsu Hozen*

El cuarto problema que genera el incremento de los costos de mantenimiento son los defectos en el proceso, es decir durante la manufactura que generan las máquinas se producen productos no conformes, es decir que salen productos que no cumplen los requisitos de calidad necesarios para ser comercializados.

Es el cuarto problema más frecuente en la planta, se tiene de acuerdo con los registros oficial un reporte de 120 incidencias durante el año 2022, lo que ha generado que 3228 productos no conforme, esto representa pérdidas económicas. Es por ello que es necesario estrategias orientadas a mejorar y asegurar la calidad de los productos mediante las maquinarias.

Es por ello que se selección como alternativa de solución la implementación de *Hinshitsu Hozen*, conocido también como Mantenimiento de Calidad, que permitirá establecer las estrategias necesarias para lograr reducir las pérdidas en la planta por los defectos en el proceso.

Para producir productos de alta calidad se debe tener las maquinarias en las mejores condiciones, no solo repararlas para salir del momento, sino tener una visión de que estas máquinas puedan producir con un nivel de calidad elevado o por lo menos no malograr los productos fabricados.

El mantenimiento de calidad se basa en desarrollar sistemáticamente actividades que garanticen que las máquinas se encuentren en condiciones óptimas para que no se produzcan defectos en la calidad. Es decir, mantener las máquinas en condiciones perfectas para obtener producción perfecta. Los defectos de calidad se evitan inspeccionando y realizando mediciones

periódicamente de las condiciones del equipo, verificándose que los valores medios estén dentro del rango especificado. La política de la empresa se debe basar en prevenir errores y tomando medidas por anticipado para alcanzar el objetivo de tener producción perfecta.

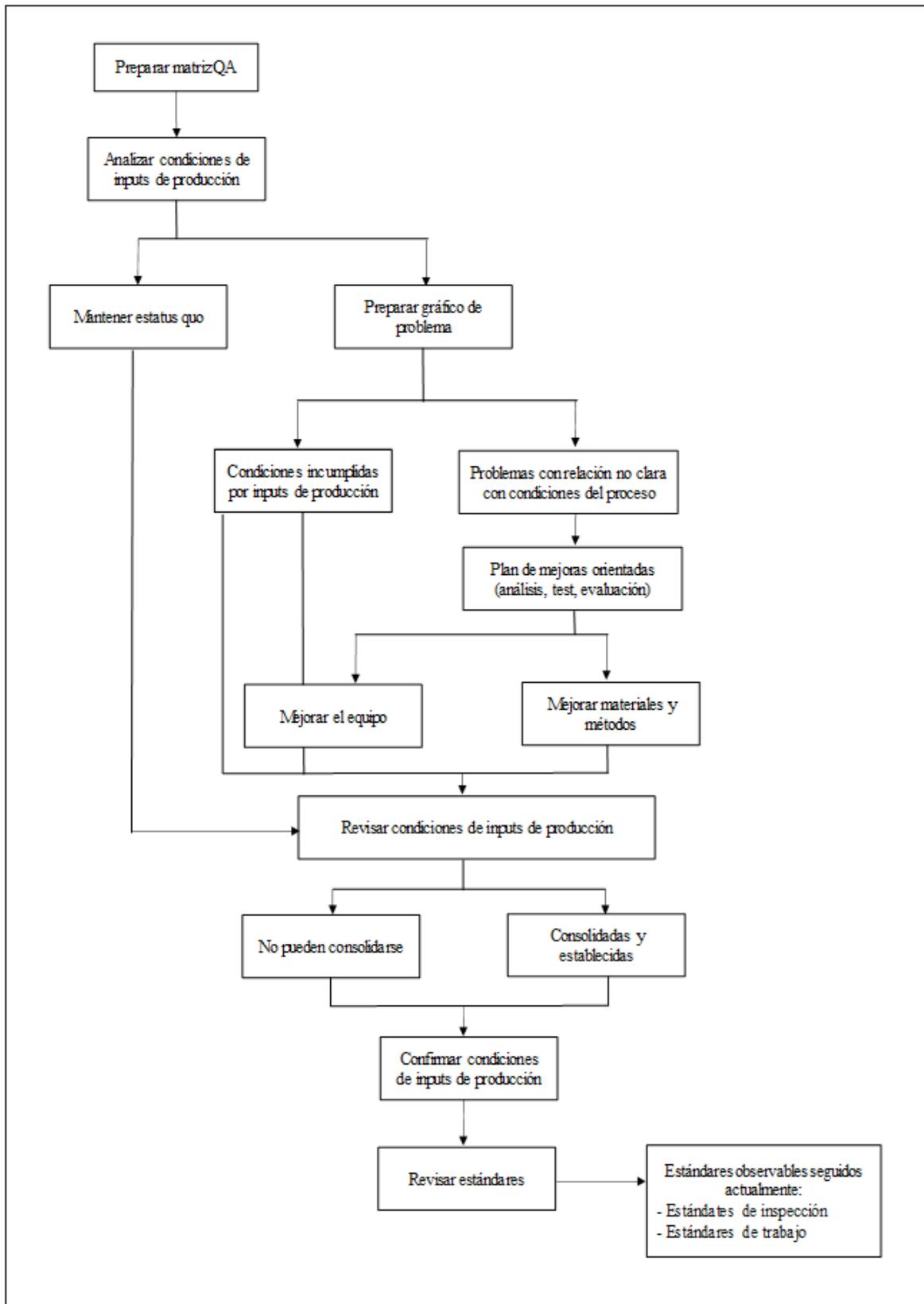
Para obtener esas condiciones perfectas en la maquinaria, primero debe abolir el deterioro acelerado, las máquinas que sufren de un deterioro acelerado, sus módulos y compuestos su vida útil es corta, estas se ponen inestables y fallan de modo inesperado. Es entonces importante abolir el deterioro acelerado y minimizar los fallos imprevistos.

Entonces para ser más específicos del procedimiento que debe seguir la empresa, se debe comenzar por preparar una matriz QA que permita verificar las características de calidad e investigar los tipos de defectos, después analizar las condiciones de los principales inputs de producción, después de esto preparar un cuadro de problemas donde se clasifiquen y estratifiquen los tipos de defectos, posterior a ello se debe evaluar la seriedad de los problemas mediante un análisis modal de fallos y efectos (FMEA) que permitirá priorizar los problemas valorizando su efecto. Después se debe usar el análisis P-M para rastrear las causas de los problemas, posteriormente se evaluarán los efectos de las medidas propuestas.

A continuación, en la Figura 20 se detalla el flujograma para ejecutar el mantenimiento de calidad, es decir cómo se debe desarrollar las actividades para seguir las estrategias establecidas, mientras que en la Figura 21 se indica el procedimiento, pero indicado las características que se debe cumplir para ejecutar cada paso del mantenimiento de calidad.

**Figura 20**

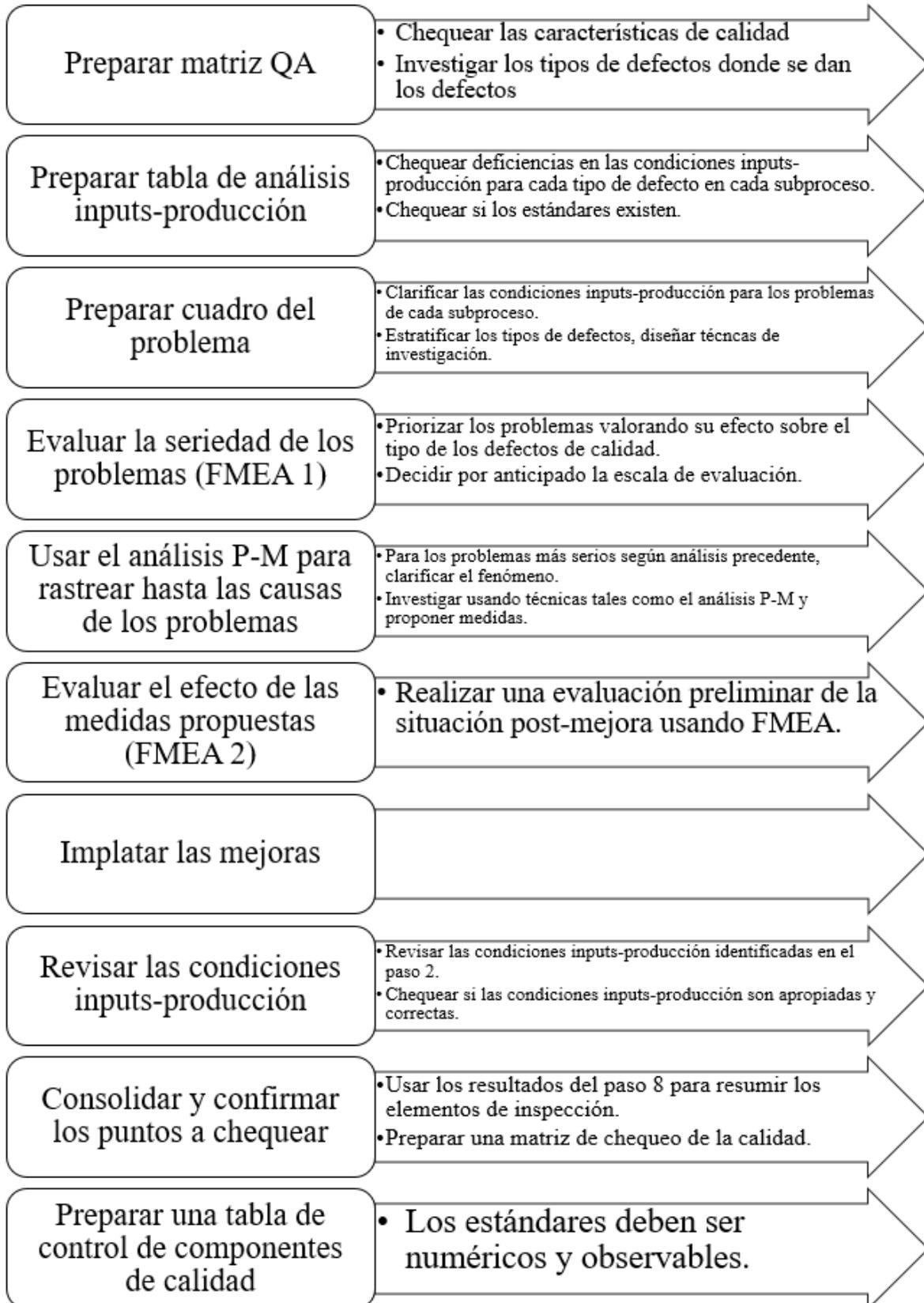
*Flujograma para ejecuta mantenimiento de calidad*



*Nota.* Diseño de procedimiento basado en la investigación de Castañeda (2019).

**Figura 21**

*Procedimiento para practicar el mantenimiento de calidad*



*Nota.* Diseño de procedimiento basado en la investigación de Castañeda (2019).

### **2.6.7. Programa estratégico anual**

Luego de haber diseñado las mejoras específicas para cada problema, es indispensable para el Plan de Mantenimiento segmentar en tres niveles las actividades a realizarse los cuales son: programación anual, mensual y diario.

Para la elaboración del programa estratégico anual es importante tener en cuenta que uno de los puntos claves para el diseño del programa consiste en la identificación de las diversas áreas, especialidades y los manuales a emplear.

Uno de los principales casos que ejemplifican problemas son las fallas en las máquinas del cual no se han considerado riesgo de seguridad y salud en el trabajo, por lo tanto, resulta beneficioso aplicar un protocolo de run-to-failure donde se destacaría la practicidad de esta rutina. En contraparte, si se presentan fallas en equipos críticos para el flujo del proceso, seguridad o continuidad del servicio se requiere necesariamente un plan más exhaustivo que garantice su fiabilidad. En la empresa las principales áreas de mantenimiento generales son: taller mecánico, taller electromecánico, taller electrónico y la conservación de edificios. El área mecánica cuenta con funciones relacionadas a las reparaciones físicas de piezas de las maquinarias como son: bastidores, soportes, engranajes, cadenas, correas de transmisión, válvulas, turbinas neumáticas, entre otros.

Por otra parte, el área de electromecánica se encargará de la reparación y conservación de componentes electrónicos básicos, empleados en circuitos analógicos y digitales presentes en diversos sistemas. Mientras que el área electrónica se encargará de supervisar los sistemas de control, instrumentación, mecanismo y diagnóstico, procesamiento de señales y automatización de diversas aplicaciones industriales.

**Figura 22**

*Formato de programa anual de mantenimiento*

Empresa de calzado		PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO											Área de mantenimiento	
Trujillo													Inspector	
Bach. Lester Sunción		Fecha											Febrero de 2023	
Lugar a visitar	Manual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
<b>Taller mecánico</b>														
Oficina administrativa	AD 1-350	•						•						
Oficina de programación	PR 1-320	•						•						
Sección de equipos	EM 1-200	•						•						
Sección de equipos	EM 201-328		•						•					
Sección de motores	AU 1-215			•	•					•	•			
<b>Taller electromecánico</b>														
Oficina administrativa	AD 1-350	•						•						
Oficina de programación	PR 1-320	•						•						
Sección de equipos	EE 1-210	•	•					•	•					
Sección de equipos	EE 211-354													
Sección de líneas	EL 1-158			•	•					•	•			
Sección de líneas	EL 159-283					•	•					•	•	
<b>Taller de electrónica</b>														
Oficina administrativa	AD 1-350	•						•						
Oficina de programación	PR 1-320	•						•						
Sección de equipos	ET 1-339	•						•						
Sección de equipos	ET 340-454		•						•					
Sección de líneas	EL 1-198			•	•					•	•			
Sección de líneas	EL 199-397				•	•	•				•	•	•	
<b>Conservación de edificios</b>														
Oficina administrativa	AD 1-350	•						•						
Oficina de programación	PR 1-320	•						•						
Sección de limpieza	CE 1-315			•						•				
Sección de reconstrucciones y adaptaciones	CR 1-453				•	•	•				•	•	•	

*Nota.* Información brindada por el área de mantenimiento.

### **2.6.8. Programa táctico mensual de planificación de órdenes de trabajo**

La programación mensual se basa en lo táctico, es decir se especifica las principales actividades para desarrollar las estrategias establecidas, de igual forma lo táctico facilita los ajustes en función de las circunstancias cambiantes que se pueden presentar durante el desarrollo de las operaciones.

Los programas mensuales están diseñados para especificar las fechas donde se realizarán trabajos de mantenimiento en las diversas máquinas con las que cuenta la empresa de calzado. Para ello también será importante asignar responsables especialistas para sincronizar los trabajos programados, de igual forma se debe codificar las órdenes de trabajo que permita establecer una trazabilidad de los trabajos realizados.

Como se mencionó anteriormente, es importante que todo trabajo de mantenimiento realizado, ya sea este programado o contingente, debe de generarse la documentación escrita correspondiente, debido a que este registro permitirá realizar análisis a futuro que permitan facilitar la mejora continua de las diversas funciones de mantenimiento como pueden ser: reparaciones por anomalías, ajustes de importancia, lubricaciones, entre otros.

Los datos que se pueden registrar en la documentación de las órdenes de trabajo de mantenimiento pueden ser los siguientes:

- El número, tipo y prioridad de la orden.
- Explicación del trabajo ejecutado, su tiempo y costos reales.
- Lugar para los nombres y firmas de quien entregó y recibió el trabajo ejecutado.

A continuación, en la Figura 23 se muestra el programa mensual.

**Figura 23**

*Formato de programa mensual de trabajo de mantenimiento*

Empresa de calzado			Área de mantenimiento																																
Trujillo			<b>PROGRAMA MENSUAL DE TRABAJO</b>																																
Bach. Lester Sunción			Marzo de 2023																																
Técnico encargado	Orden número	Máquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Roberto Flores	525	TROQUEL BANDERA N1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Germán Cabellos	323	TROQUEL BANDERA N2														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Juan Víctor Sandobal	393	TROQUEL BANDERA N3																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Jean Carlos Briceño	700	TROQUEL PUENTE N1																																	
Danny Zarate	764	TROQUEL PUENTE N2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Luis Córdova	716	DESBASTADORA N1																																	
Oscar Gamarra	498	REBAJADORA																																	
Diego Luján	363	TESEO																																	
Jhonatan Cabanillas	265	SELLADORA																																	
José Flores	211	ACAMBRADORA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Irving Castañeda	567	REBABEADORA N2																																	
Danilo López	554	MAQUINA CONFORMADORA DE TALON N1																																	
Humberto Jara	700	MAQUINA ARMADORA DE PUNTA N6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Santos Guzmán	600	MAQUINA ASENTADORA DE MOÑA N1																																	
Luis Espino	514	MAQUINA VAPORIZADORA																																	
Jose Pesantes	583	MAQUINA INYECTORA DE POLIURETANO																																	
Piero Quispe	667	MAQUINA INYECTORA POLIURETANO - MARCA JG																																	

*Nota.* Información brindada por el área de mantenimiento.

### **2.6.9. Órdenes de trabajo de rutina diaria**

Después de haber desarrollado los programas anuales y mensuales, es importante para el plan de mantenimiento establecer el procedimiento que se ejecutará para cada orden de trabajo, es decir registrar la rutina diaria del mantenimiento.

Las órdenes de trabajo rutinarias, como su nombre lo señalan, son aquellas que se realizan en forma rutinaria o cíclica, debió a que forman parte del plan de mantenimiento desarrollado en la presente investigación y que se espera que sean ejecutadas de manera constante como se indican en las frecuencias asignadas a cada tipo de máquina.

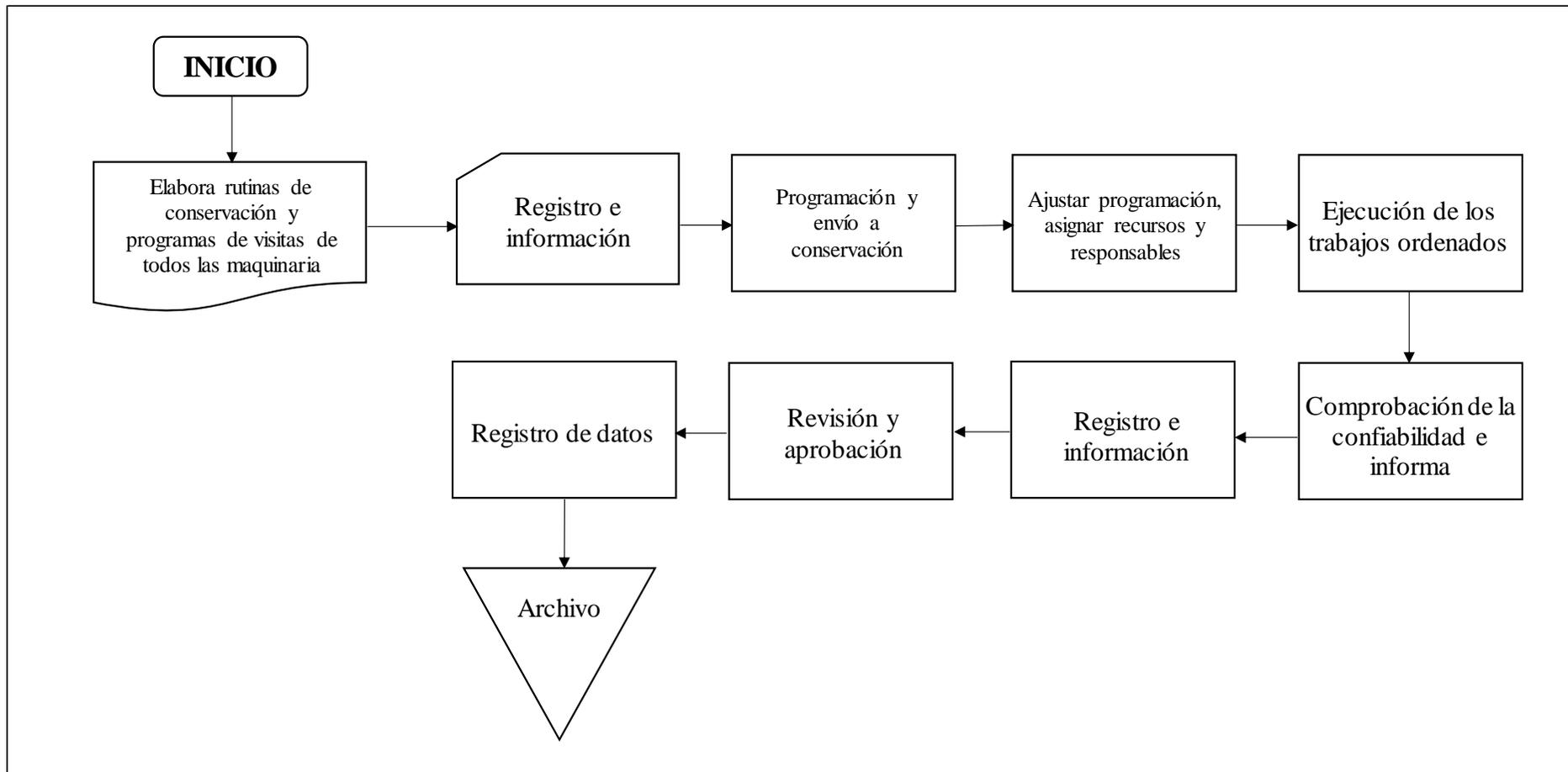
Dentro de las actividades rutinarias de mantenimiento se tiene las siguientes:

- Cambio de aceite
- Cambio de filtros de aire y combustible
- Lubricación y engrase
- Nivel de temperatura
- Niveles de vibración y ruido
- Limpieza de la máquina
- Inspección de los elementos
- Inspección de los elementos
- Carga de baterías

A continuación, en la Figura 24 se muestra el procedimiento establecido para realizar las actividades de mantenimiento diario en la empresa de calzado.

**Figura 24**

*Procedimiento para las actividades de mantenimiento diario*



*Nota.* Información brindada por el área de mantenimiento.

## 2.7. Evaluación económica del Plan de Mantenimiento basado en TPM

Después de haber desarrollado el plan de mantenimiento basado en los pilares del TPM, es necesario demostrar que es económicamente viable, para ello es indispensable realizar un análisis económico con el fin de evaluar los costos y ganancias en general, para ello será importante presupuestar el monto de la inversión requerida, calcular la tasa con la que se evaluará el proyecto, presupuestar los ingresos y egresos del proyecto.

### 2.7.1. Presupuesto de inversión

Para poder realizar el análisis económico es importante presupuestar el monto total de inversión, es decir se debe estimar de acuerdo a las fuentes revisadas la cantidad de dinero que se tiene que emplear para solventar las diversas actividades del Plan de Mantenimiento propuesto.

A continuación, en la Tabla 12 se presenta el monto presupuestado y el detalle se encuentra disponible en el Anexo 16. Se ha considerado que la inversión será realizar en tres fases las cuales son: planificación, implementación y sostenibilidad. Cabe resaltar que la mayor parte de la inversión esta conformado por el costo por las horas de capacitaciones y entrenamientos tantos de operadores de máquina como de técnicos.

**Tabla 12**

*Resumen del presupuesto de inversión*

<b>Fase de inversión</b>	<b>Monto presupuestado</b>
Planificación (A)	S/174,560.00
Implementación (B)	S/159,067.00
Sostenibilidad (C)	S/58,500.00
<b>Inversión total (A+B+C)</b>	<b>S/392,127.00</b>

*Nota.* Presupuesto calculado de acuerdo a los recursos empleados.

### 2.7.2. Cálculo de la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)

Posteriormente al cálculo del monto de la inversión, se debió proceder con el análisis económico, debido a que resulta indispensable calcular la tasa de interés con el que se evaluará el proyecto. La tasa de rendimiento mínima aceptable o TMAR es la métrica de rentabilidad mínima que correspondería al nivel de exigencia de los inversores por el riesgo que incurren por comprometer su capital. Al obtener esta tasa se facilita la determinación de la viabilidad de una inversión proyectada a futuro. Para estimarla se tienen en cuenta la inflación, la prima de riesgo y el estado financiero de la empresa.

Para el cálculo de la tasa de rendimiento fue necesario calcular el promedio de la inflación de los últimos cinco años en el Perú, así mismo de acuerdo al rango establecido por los expertos el premio al riesgo que corresponde al presente proyecto es del 15%. Luego al aplicar la fórmula establecida por Baca (2017) se obtuvo un valor correspondiente a un 19.04%. En la Tabla 13 se muestra los valores obtenidos y en el Anexo 17 se muestra los detalles del cálculo.

**Tabla 13**

*Valores para cálculo de la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento*

Concepto	Ítem	Valor
Inflación	i	3.51%
Premio al riesgo	f	15%
<b>Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento</b>	<b>TMAR (i + f + i*f)</b>	<b>19.04</b>

*Nota.* Fórmula sacada de la investigación de Baca (2017).

### 2.7.3. Cálculo de ingresos y egresos del Plan de Mantenimiento

Otro de los factores requeridos para el análisis económico es determinar cuáles serán los ingresos y egresos que se generarán por la implementación del Plan de Mantenimiento. En este caso el ingreso está conformado por todo el ahorro estimado que se da por la eliminación de las horas extras e incremento de la disponibilidad de las maquinarias. Por otra parte, los egresos del Plan de Mantenimiento se basan en los gastos realizados para los mantenimientos correctivos y preventivos, que evidentemente serán menores en comparación de la situación. En la Tabla 14 se presenta los montos de ingresos y egresos.

**Tabla 14**

*Cálculo de ingresos y egresos del Plan de Mantenimiento*

Mes	Ingresos	Egresos
Enero	S/ 39,632.00	S/ 10,263.00
Febrero	S/ 48,152.00	S/ 11,748.00
Marzo	S/ 47,011.00	S/ 11,902.00
Abril	S/ 41,800.00	S/ 10,145.00
Mayo	S/ 50,132.50	S/ 12,248.50
Junio	S/ 47,027.50	S/ 12,171.50
Julio	S/ 55,669.00	S/ 13,466.50
Agosto	S/ 56,552.00	S/ 14,913.00
Setiembre	S/ 53,158.50	S/ 13,765.00
Octubre	S/ 47,771.00	S/ 11,988.50
Noviembre	S/ 48,192.50	S/ 12,508.50
Diciembre	S/ 43,169.00	S/ 10,551.50
<b>Total</b>	<b>S/ 578,267.00</b>	<b>S/ 145,671.00</b>

*Nota.* Cálculos realizados basados en el historial de costos de la empresa de calzado.

### 2.7.4. Cálculo de principales indicadores económicos

Finalmente se realiza el análisis económico basándose en los principales indicadores que son: valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio costo (B/C) y el periodo de recuperación de la inversión (PRI).

A continuación, en la Figura 25 se muestra el análisis económico realizado.

**Figura 25**

*Formato de análisis económico del Plan de Mantenimiento basado en TPM*

Sector: Mantenimiento	Área: Mantenimiento	Lugar: Planta de producción	Fecha: 16/02/2023
Desde: 10:00 a.m.	Hasta: 12:00 p.m.	Duración: 2 horas	Encargado:

<b>Inversión Total</b>	S/.470,410.00
<b>TMAR</b>	19.04%

**FLUJO DE CAJA**

AÑOS	PRESENTE	2023	2024	2025	2026	2027
Ingresos del proyecto		S/.578,267.0	S/.578,267.0	S/.578,267.0	S/.578,267.0	S/.578,267.0
Egresos del proyecto		S/.145,671.0	S/.145,671.0	S/.145,671.0	S/.145,671.0	S/.145,671.0
Inversión	-S/.470,410.0					
Flujo Neto Efectivo	-S/.470,410.0	S/.432,596.0	S/.432,596.0	S/.432,596.0	S/.432,596.0	S/.432,596.0

**INDICADORES ECONÓMICOS**

<b>VAN</b>	<b>S/.851,112.89</b>	El proyecto se capitalizará en S/. 851,112.89 generando un valor atractivo para la empresa.
<b>TIR</b>	<b>88.05%</b>	El proyecto cuenta con una rentabilidad del 88.05% superior a la TMAR calculada.
<b>RBC</b>	<b>2.81</b>	Por cada sol invertido en el proyecto se obtendrá 2.81 de ganancia.
<b>Periodo de recuperación</b>	<b>1.09</b>	La inversión se recuperará en un año y un mes.

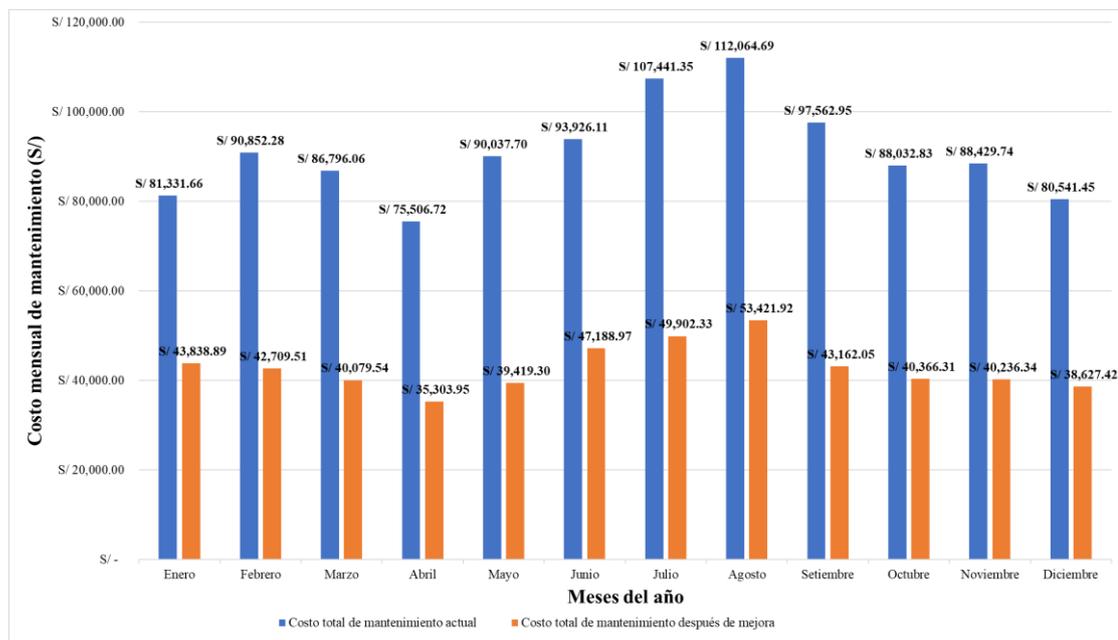
*Nota.* Cálculos realizados basados en el presupuesto de ingresos y egresos del Plan de Mantenimiento.

## 2.8. Cálculo de la variabilidad de los Costos de Mantenimiento

Después de haber desarrollado el Plan de Mantenimiento para la empresa de calzado se estimó la variación de los costos de mantenimiento mensual como se aprecia en la Figura 26. El detalle de los costos después de las mejoras se puede apreciar en los Anexos 18, 19, 20 y 21.

**Figura 26**

*Variación mensual de los costos de mantenimiento*

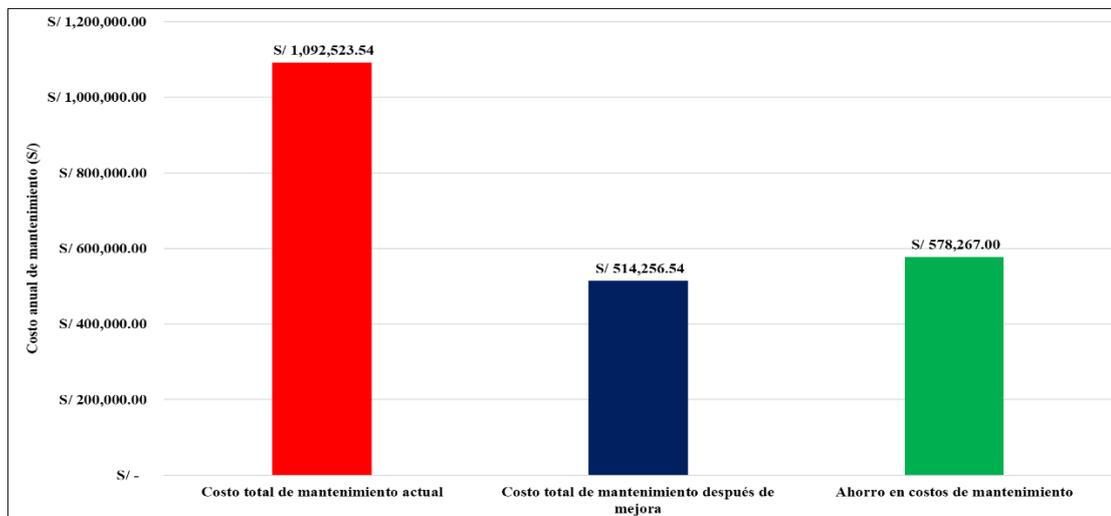


*Nota.* Cálculos realizados basados en el presupuesto de ingresos y egresos del Plan de Mantenimiento.

Al comparar los costos anuales totales correspondiente al año 2022 con los costos esperados después de la implementación del Plan de Mantenimiento se puede apreciar una diferencia de S/ 578,267.00 (ver Figura 27), este valor representa el ahorro obtenido tras las mejoras realizadas. En términos porcentuales se ha logrado reducir en un 52.93% los costos anuales de mantenimiento, esto se puede explicar por qué el Plan de Mantenimiento basado en TPM permitirá eliminar más del 80% de incidencias correspondientes a problemas en la gestión actual de mantenimiento. Es decir, se ahorrará en costos de horas de extras no planificadas y costos de productos con defecto.

**Figura 27**

*Variación anual de los costos de mantenimiento*

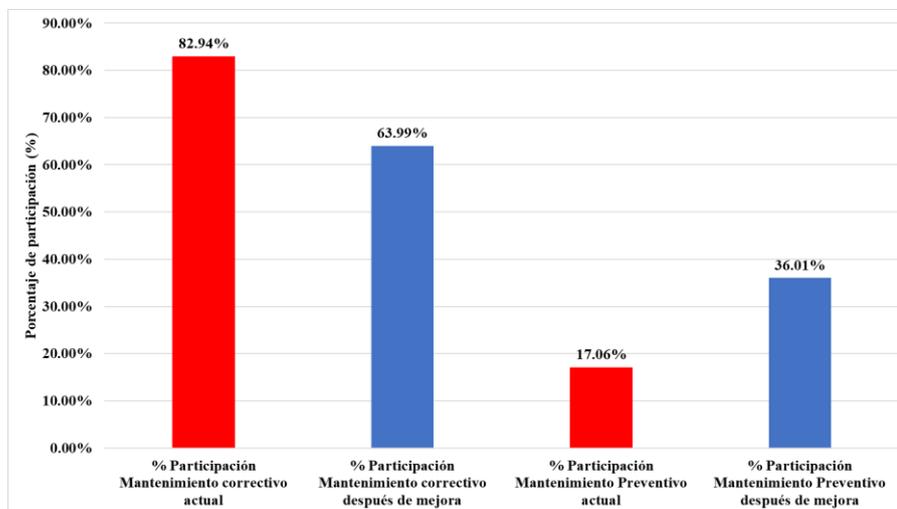


Nota. Cálculos realizados basados en el presupuesto de ingresos y egresos del Plan de Mantenimiento.

Por otra parte, la variación del porcentaje de participación de los dos tipos de costos de mantenimiento utilizados (correctivo y preventivo), se logra apreciar que el mantenimiento correctivo baja desde un 82.94% hasta un 63.99%, mientras que la participación de los costos de mantenimiento preventivo aumentó su participación de un 17.06% a un 36.01%. A continuación, en la Figura 28 se muestra la variación producida.

**Figura 28**

*Variación de porcentaje de participación de costos de mantenimiento*



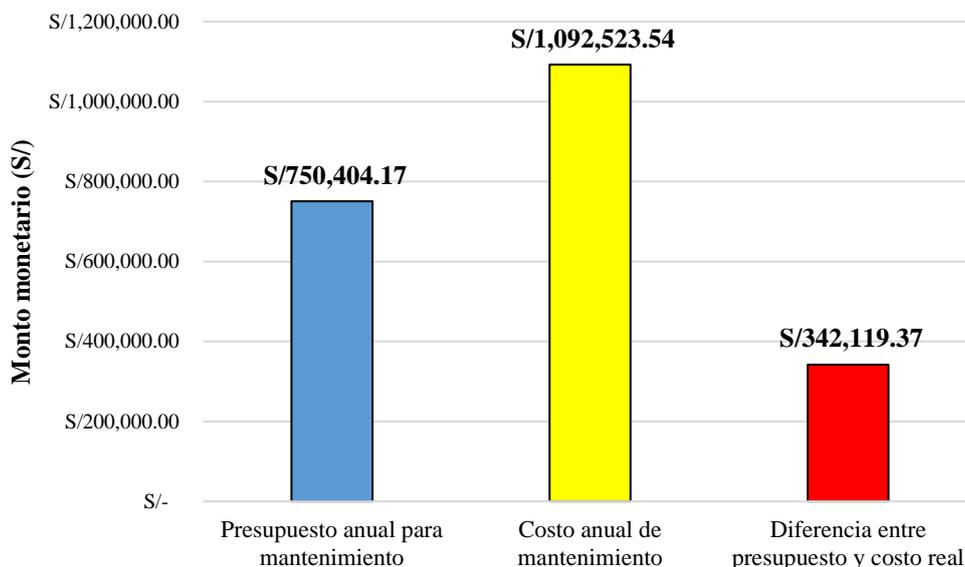
Nota. Cálculos realizados basados en el presupuesto de ingresos y egresos del Plan de Mantenimiento.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Resultados del diagnóstico de los Costos de Mantenimiento

**Figura 29**

*Resultado del diagnóstico de los costos anuales de mantenimiento*



*Nota.* Valores correspondientes al año 2022.

**Tabla 15**

*Causas raíces y costeo de pérdidas*

Causa raíz	Monto de pérdida en costos
Falta de procedimientos para la reparación rápida de fallas principales	S/ 297,000.00
Falta de planificación de los trabajos de mantenimiento regulares	S/ 170,800.00
Falta de procedimientos para trabajos de mantenimientos básicos y preventivos en los puestos de trabajo	S/ 131,860.00
Falta de estrategias orientadas a mejorar y asegurar la calidad de los productos en las máquinas	S/ 124,278.00
<b>Costo de pérdida anual total</b>	<b>S/ 723,938.00</b>

*Nota.* Valores correspondientes al año 2022.

### 3.2. Resultados del desarrollo del Plan de Mantenimiento basado en TPM

**Tabla 16**

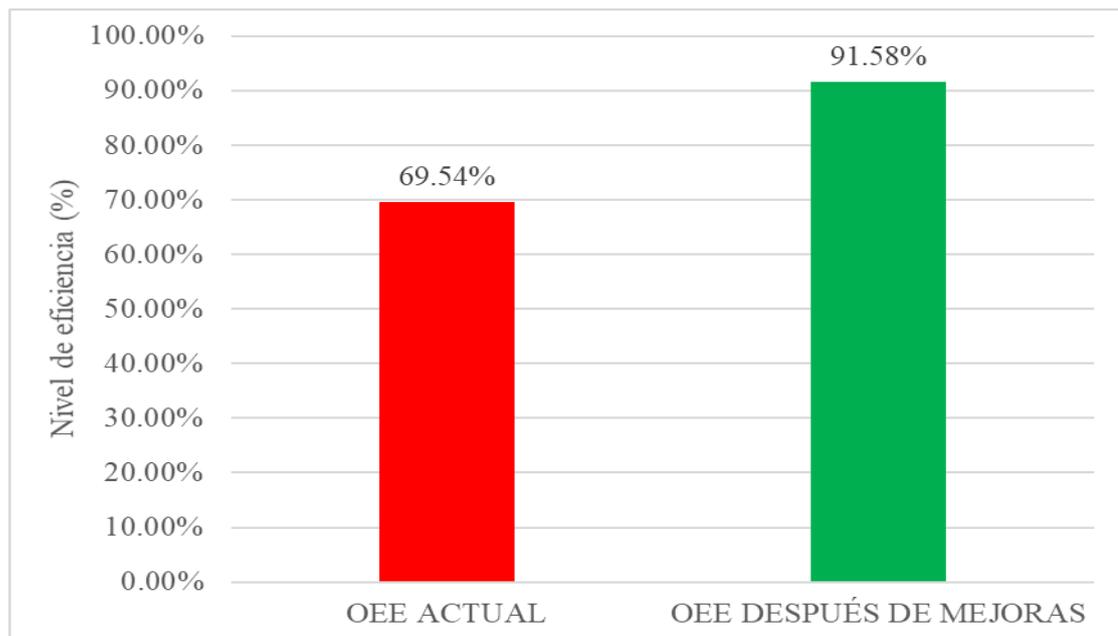
*Resultados obtenidos después de aplicar pilares de TPM*

Pilar de TPM	Indicador	Valor actual	Valor tras mejora
Kobetsu Kaizen (Mejoras Enfocadas)	$\%Fp = \frac{\text{Tiempo de fallas principales}}{\text{Tiempo disponible total}}$	12.83%	2.56%
Keikaku Hozen (Mantenimiento Planificado)	$\%Fa = \frac{\text{Tiempo de ajustes no programados}}{\text{Tiempo disponible total}}$	6.37%	1.30%
Jishu Hozen (Mantenimiento Autónomo)	$\%Fm = \frac{\text{Tiempo de fallas menores}}{\text{Tiempo disponible}}$	4.72%	0.95%
Hinshitsu Hozen (Mantenimiento de calidad)	$\%Tc = \frac{\text{Producción rechazada}}{\text{Producción total}}$	2.06%	0.41%

*Nota.* Valores calculados de manera retrospectiva.

**Figura 30**

*Resultado comparativo del OEE antes y después de aplicar el Plan de Mantenimiento*



*Nota.* Valores calculados de manera retrospectiva.

### 3.3. Resultados de la evaluación económica

**Tabla 17**

*Resultados obtenidos después de realizar el análisis económico*

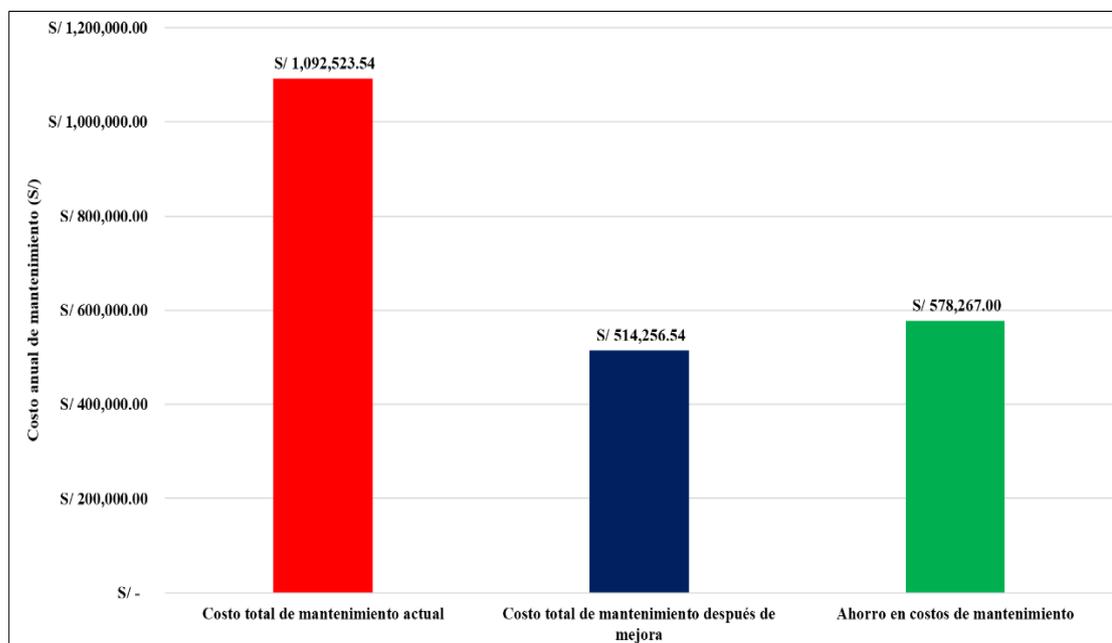
Factores para el análisis económico	Valor obtenido
Inversión	S/.470,410.00
Ahorro esperado	S/.578,267.0
TMAR	19.04%
VAN	S/.851,112.89
TIR	88.05%
B/C	2.81
PRI	1.09 años

*Nota.* Valores calculados de manera retrospectiva.

### 3.4. Resultados de la variabilidad de los costos de mantenimiento

**Figura 31**

*Resultados de la Variación anual de los costos de mantenimiento*



*Nota.* Cálculos realizados basados en el presupuesto de ingresos y egresos del Plan de Mantenimiento.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Al determinar el impacto del Plan de Mantenimiento basado en TPM se estimó que esto permite reducir los costos de mantenimiento en un 52.93% debido a la eliminación de las causas raíces. Al contrastar este resultado con lo obtenido por García y Vertiz (2022) se pudo apreciar que de igual forma obtuvieron una importante reducción de los costos de la empresa donde realizaron su investigación, esto lo obtuvieron mediante la reducción de las pérdidas y la eliminación de las causas raíces que generan el problema en los costos. De igual forma en la investigación de Calderón (2020) mediante el desarrollo de mejoras en la gestión del mantenimiento logró reducir los costos operativos en más del 50% al implementar mejoras para la eliminación de las causas raíces que generan los problemas.

Por otra parte, al revisar los resultados del diagnóstico se logró identificar las cuatro principales causas raíces que generan el problema en los costos de mantenimiento y posterior a esto se costeo cada causa raíz para tener identificado la magnitud de las pérdidas que se genera por las deficiencias en la gestión actual de la empresa. Al comparar con los resultados obtenidos por Carbonell y Ramos (2019) ellos aplicaron la misma metodología para diagnosticar la situación de los costos de su empresa al realizar un análisis de Ishikawa para identificar las causas raíces para costear las pérdidas que genera cada uno. Por otro lado, en la investigación de Cajamalqui y Huilcas (2020) realizaron de otra manera el diagnóstico, ellos emplearon directamente el análisis de Pareto de acuerdo al registro de incidencias, para seleccionar aquellas incidencias que presentan una mayor probabilidad de ocurrencia, el costeo se basó en la diferencia del presupuesto de los costos de mantenimiento con los costos registrados al final de un periodo de tiempo.

Al desarrollar el Plan de Mantenimiento este constó de una estructura secuencial el cual se desarrolló en el presente informe de investigación, sin embargo cabe resaltar que este plan se basó en cuatro pilares de TPM, que de acuerdo con el diagnóstico, existe una necesidad de implementarlos dentro del plan, esto permitió que el nivel del OEE (Eficiencia global de los equipos) pase de un nivel de un nivel de 69.54% a un nivel de 91.58% el cual coloca la eficiencia en valores de clase mundial y generando una buena competitividad de la empresa. Al comparar esta situación con la investigación realizada por Córdoba et al. (2021), en donde diseñaron un plan de mantenimiento preventivo con el propósito de asegurar y mantener su óptimo funcionamiento además de mejorar la producción de calzado, esto les permitió lograr reducir los tiempos de paro no programados en un 60%. Por otro lado en la investigación realizada por Leppe (2022) elaboró un esquema para la identificación de equipos, así como su criticidad en la línea de producción y se establecieron las nuevas rutinas para el plan de mantenimiento según las necesidades de la maquinaria, permitiendo mejorar la productividad en un 25.5%.

## 4.2. Conclusiones

- Al diagnosticar la situación actual de los costos de mantenimiento, se pudo encontrar que estos se encuentra por encima de lo presupuestado, al realizar un análisis de Ishikawa se pudo identificar las principales causas raíces que generan el incremento desproporcionados de los costos de mantenimiento, los cuales fueron: falta de procedimientos para la reparación rápida de fallas principales, falta de planificación de los trabajos de mantenimiento regulares, falta de procedimientos para trabajos de mantenimientos básicos y preventivos en los puestos de trabajo, falta de procedimientos para trabajos de mantenimientos básicos y preventivos en los puestos de trabajo; calculándose una pérdida económica en costos por un monto de

S/723,938.00 anuales, dejando en evidencia la necesidad de aplicar un Plan de Mantenimiento basado en TPM.

- Se desarrolló el Plan de Mantenimiento basado en TPM, diseñándose las diversas mejoras para la eliminación de cada causa raíz, los pilares de TPM empleados fueron: Kobetsu Kaizen (Mejoras Enfocadas), Keikaku Hozen (Mantenimiento Planificado), Jishu Hozen (Mantenimiento Autónomo) y Hinshitsu Hozen (Mantenimiento de calidad). Obteniéndose como principal resultado el incremento del OEE (Eficiencia general de los equipos) el cual paso de un nivel de 69.54% a un nivel de 91.58% el cual coloca la eficiencia en valores de clase mundial y generando una buena competitividad de la empresa.
- Al evaluar económicamente el Plan de Mantenimiento basado en TPM, se determinó que se requiere una inversión de S/.470,410.00, con un nivel de ingresos de S/.578,267.00 anuales y de S/.145,671.00 como egresos, a una tasa anual de 19.04%, se pudo calcular los principales indicadores económicos los cuales fueron: un VAN de S/.851,112.89, un TIR de 88.05%, un B/C de 2.81 y un periodo de recuperación de un año. Al revisar estos valores se pudo concluir que el Plan de Mantenimiento basado en TPM es económicamente viable para la empresa.
- Finalmente, al evaluar el efecto esperado de la implementación del Plan de Mantenimiento basado en TPM, se estimó que los costos de mantenimiento se reducirán en un 52.93% debido a la reducción de las pérdidas en costos generados por las causas raíces, permitiéndose afirmar que el Plan de Mantenimiento basado en TPM permite reducir los costos de mantenimiento de una empresa de calzado.

## REFERENCIAS

- Abarca, L., & Castillo, M. (2019). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en los activos fijos para incrementar la productividad en una empresa de fabricación de calzado del Cercado de Lima, 2019. (Tesis de bachillerato)*. Universidad Tecnológica del Perú. Repositorio Institucional de la UTP .  
<https://hdl.handle.net/20.500.12867/6076>
- Acuña, J. (2022). *Ingeniería de Confiabilidad (Segunda ed.)*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica. <https://es.scribd.com/read/606425103/Ingenieria-de-confiabilidad>
- Cajamalqui, G., & Huillcas, G. (2020). *Mantenimiento Productivo para Mejorar el Proceso de Fabricación de la Empresa Valores Industriales SRL DEYFUS. (Tesis de licenciatura)*. Universidad Roosevelt. Repositorio Institucional UR.  
<http://hdl.handle.net/20.500.14140/222>
- Calderon, M. (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 titulación)*. Universidad Privada del Norte. Repositorio Institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/24191>
- Calvo, F., & Flores, L. (2021). *Costos y presupuestos. Un enfoque práctico. (Primera ed.)*. Lima, Perú: ESAN Ediciones. <https://es.scribd.com/read/515788499/Costos-y-presupuestos-Un-enfoque-practico>
- Carbonell, M., & Ramos, J. (2019). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión para reducir los costos operativos en las áreas de almacén y producción de calzado para caballero modelo 6620 en la empresa Calzabella S.A.C – Trujillo. (Tesis de*

- Titulación*). Universidad Privada del Norte. Repositorio Institucional UPN.  
<https://hdl.handle.net/11537/21202>
- Cárdenas, R. (2019). *Costos I* (Primera ed.). Ciudad de México, México: Instituto Mexicano de Contadores Públicos. <https://es.scribd.com/read/416315513/Costos-1>
- Castañeda, A. (2019). *Mejoramiento de la confiabilidad: Una ruta hacia la excelencia en el Mantenimiento Industrial*. (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.  
<https://es.scribd.com/read/606833798/Mejoramiento-de-la-confiabilidad-Una-ruta-hacia-la-excelencia-en-el-mantenimiento-industrial>
- Chan, J., Morales, M., & Canto, A. (2020). *Panorama de la industria del calzado en el municipio de Ticul, Yucatán y su análisis desde la perspectiva de la competitividad sistémica*. Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en competitividad.  
<https://riico.net/index.php/riico/article/view/1792>
- Córdoba, D., Salas, D., & Álvarez, B. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de la máquina de inyección EVA 04 en una empresa de calzado plástico ubicada en la zona industrial - Yumbo. (Trabajo de grado - Pregrado)*. Institución Universitaria Antonio José Camacho. Repositorio digital UNIAJC.  
<https://repositorio.uniajc.edu.co/handle/uniajc/870>
- Cruz, J., & Segovia, J. (2020). *Desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para la Empresa Calzado Pardo de la Ciudad de Ambato en el año 2019. (Tesis de pregrado)*. Universidad Tecnológica Indoamérica. Repositorio UTI.  
<https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2173>
- Feldman, G. (2019). *La industria del calzado en Argentina: su análisis como modelo de negocio sustentable. (Trabajo de investigación)*. Universidad Nacional de Tucumán.

Repositorio Institucional UNT.

<http://repositorio.face.unt.edu.ar:8920/xmlui/handle/123456789/645>

Fernández, R. (2018). *Procesos y gestión de mantenimiento y calidad* (Primera ed.).

Cataluña, España: Editorial Marcombo. <https://www.marcombo.com/procesos-y-gestion-de-mantenimiento-y-calidad-9788426726476/>

García, C., & Vertiz, M. (2022). *Propuesta de mejora en la gestión de la producción y*

*mantenimiento para reducir costos en una empresa de calzado, Trujillo - 2022.*

(Tesis de titulación). Universidad Privada del Norte. Repositorio Institucional UPN.

<https://hdl.handle.net/11537/32020>

Leppe, E. (2022). *Diseño de investigación para la implementación de un plan de*

*mantenimiento preventivo para una empresa de elaboración de productos de cuero,*

*ubicada en Villa Nueva, Guatemala. (Tesis de licenciatura).* Universidad de San

Carlos de Guatemala. Repositorio del Sistema Bibliotecario USAC.

<https://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>

Méndez, C. (2020). *Metodología de la investigación: Diseño y desarrollo del proceso de*

*investigación en ciencias empresariales.* (Quinta ed.). Bogotá, Colombia: Alpha

Editorial. [https://es.scribd.com/read/582279221/Metodologia-de-la-investigacion-](https://es.scribd.com/read/582279221/Metodologia-de-la-investigacion-Disenio-y-desarrollo-del-proceso-de-investigacion-en-ciencias-empresariales)

[Diseno-y-desarrollo-del-proceso-de-investigacion-en-ciencias-empresariales](https://es.scribd.com/read/582279221/Metodologia-de-la-investigacion-Disenio-y-desarrollo-del-proceso-de-investigacion-en-ciencias-empresariales)

Nieto, E. (2022). *Mantenimiento industrial práctico* (Segunda ed.). Madrid, España:

Fidestec

Ediciones.

[https://books.google.com.pe/books?id=NcVvEAAAQBAJ&lpg=PP1&pg=PA3#v=](https://books.google.com.pe/books?id=NcVvEAAAQBAJ&lpg=PP1&pg=PA3#v=onepage&q&f=false)

[onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=NcVvEAAAQBAJ&lpg=PP1&pg=PA3#v=onepage&q&f=false)

Niño, V. (2019). *Metodología de la investigación: Diseño, ejecución e informe.* (Segunda

ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

<https://es.scribd.com/read/494173719/Metodologia-de-la-investigacion-Diseno-ejecucion-e-informe-2%C2%AA-Edicion>

Peñaloza, G. (2022). *Mantenimiento industrial aplicado* (Primera ed.). Buenos Aires, Argentina: Editorial Imaginante.

<https://es.scribd.com/read/608538988/Mantenimiento-industrial-aplicado>

Pérez, L., Pérez, R., & Victoria, M. (2020). *Metodología de la investigación científica* (Primera ed.). Buenos Aires, Argentina: Editorial Maipue.

<https://es.scribd.com/read/470307895/Metodologia-de-la-investigacion-cientifica>

Ríos, P. (2020). *Metodología de la investigación: un enfoque pedagógico*. (Tercera ed.). Caracas, Venezuela: Editoria Cognitus S.A.

<https://es.scribd.com/read/487673232/Metodologia-de-la-Investigacion-Un-Enfoque-Pedagogico>

Rojas, M. (2020). *Contabilidad de costos en industrias de transformación: Manual teórico - práctico*. (Segunda ed.). Ciudad de México, México: Instituto mexicano de contadores públicos. <https://es.scribd.com/read/458061604/Contabilidad-de-costos-en-industrias-de-Transformacion-Manual-teorico-practico>

Roque, J., & Bornaz, W. (2019). *La aplicación de la herramienta del mantenimiento preventivo para la mejora de la productividad en el área de producción de la Empresa de Calzado Jowin Shoes S.A.C.-Los Olivos, 2019. (Tesis de titulación)*. Universidad César Vallejo. Repositorio UCV.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/45147>

## ANEXOS

### ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Plan de Mantenimiento TPM	Es la programación de un conjunto de actividades relacionadas a los trabajos de mantenimiento bajo el enfoque evitar y eliminar desperdicios que afectan el proceso productivo, basándose los objetivos en alcanzar la eficiencia de los equipos y de las operaciones (Peñaloza, 2022).	Es el conjunto de actividades de mantenimientos de equipos organizadas y programadas, que están basadas en protocolos con el fin de garantizar la disponibilidad y los cuales están alineados al enfoque de eliminación de desperdicios.	Disponibilidad	$\frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{Tiempo total}}$	Porcentaje
			Rendimiento	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}}$	Porcentaje
			Calidad	$\frac{\text{Producción buena}}{\text{Producción real}}$	Porcentaje
Costos de mantenimiento	Es la suma de todos los gastos realizados para solventar las actividades de mantenimiento de las maquinarias y equipos (Cárdenas, 2019).	Son todos los montos económicos empleados para pagar los gastos de insumos, repuestos, mano de obra interna y externa, entre otros, con el fin de mantener operativo las maquinarias y equipos.	Costo de mantenimientos correctivos	Horas de reparaciones x Costo por hora	Número
			Costo de mantenimientos preventivos	Horas de trabajos programados x Costo por hora	Número

**ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>¿Cuál es el impacto de un Plan de Mantenimiento basado en TPM sobre los costos de mantenimiento de una empresa de calzado, Trujillo - 2023?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar el impacto de un Plan de Mantenimiento basado en TPM sobre los Costos de Mantenimiento de una empresa de calzado, Trujillo – 2023.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosticar la situación problemática de los Costos de Mantenimiento de la empresa de calzado, Trujillo – 2023.</li> <li>• Desarrollar un Plan de Mantenimiento basado en TPM para la empresa de calzado, Trujillo – 2023.</li> <li>• Evaluar económicamente el Plan de Mantenimiento basado en TPM para la empresa de calzado, Trujillo – 2023.</li> <li>• Calcular la variabilidad de los Costos de Mantenimiento después de la aplicación del Plan de Mantenimiento basado en TPM para la empresa de calzado, Trujillo – 2023.</li> </ul>	<p>El desarrollo del Plan de Mantenimiento basado en TPM reducirá los Costos de Mantenimiento de la empresa de calzado, Trujillo – 2023.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Plan de Mantenimiento basado en TPM</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Costos de Mantenimiento</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Por su finalidad: Aplicada Por su enfoque: Cuantitativa Por el alcance: Explicativa Por el diseño: Pre Experimental</p> <p><b>Población y muestra:</b> Población: Todos los reportes mensuales de todos los años de los costos de mantenimiento de la empresa de calzado Muestreo: No probabilístico y por conveniencia Muestra: Reportes mensuales de costos de mantenimiento del año 2022.</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b> Técnicas empleadas: Observación y gestión documental Instrumentos empleados: hoja de observación, registro de historial de costos de mantenimiento, registro de historial de incidencias de mantenimiento.</p>

### ANEXO 03: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – VARIABLE DEPENDIENTE

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
<b>Título de la investigación:</b>	PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA REDUCIR COSTOS DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE CALZADO, TRUJILLO - 2023			
<b>Línea de investigación:</b>	Desarrollo sostenible y Gestión empresarial			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Mg. José Luis Lorenzo Alvarado Campos			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Costos de mantenimiento			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
<b>Sugerencias:</b>				
<b>Firma del experto:</b>				
				

**MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

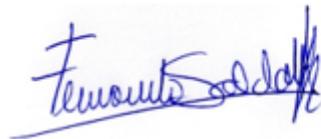
<b>Título de la investigación:</b>	PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA REDUCIR COSTOS DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE CALZADO, TRUJILLO - 2023
<b>Línea de investigación:</b>	Desarrollo sostenible y Gestión empresarial
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Dr. Fernando Arístides Saldaña Milla
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Costos de mantenimiento

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**



**MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

<b>Título de la investigación:</b>	PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA REDUCIR COSTOS DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE CALZADO, TRUJILLO - 2023	
<b>Línea de investigación:</b>	Desarrollo sostenible y Gestión empresarial	
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Mg. Renato Ávila Castillo	
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Costos de mantenimiento	

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**



## ANEXO 04: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS – VARIABLE INDEPENDIENTE

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
<b>Título de la investigación:</b>	PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA REDUCIR COSTOS DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE CALZADO, TRUJILLO - 2023			
<b>Línea de investigación:</b>	Desarrollo sostenible y Gestión empresarial			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Mg. José Luis Lorenzo Alvarado Campos			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Plan de mantenimiento basado en TPM			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
<b>Sugerencias:</b>				
<b>Firma del experto:</b>				
				

**MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

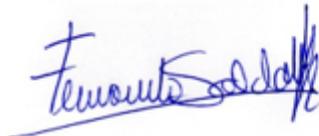
<b>Título de la investigación:</b>	PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA REDUCIR COSTOS DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE CALZADO, TRUJILLO - 2023
<b>Línea de investigación:</b>	Desarrollo sostenible y Gestión empresarial
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Dr. Fernando Arístides Saldaña Milla
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Plan de mantenimiento basado en TPM

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**



**MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

<b>Título de la investigación:</b>	PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA REDUCIR COSTOS DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE CALZADO, TRUJILLO - 2023
<b>Línea de investigación:</b>	Desarrollo sostenible y Gestión empresarial
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Mg. Renato Ávila Castillo
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Plan de mantenimiento basado en TPM

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**



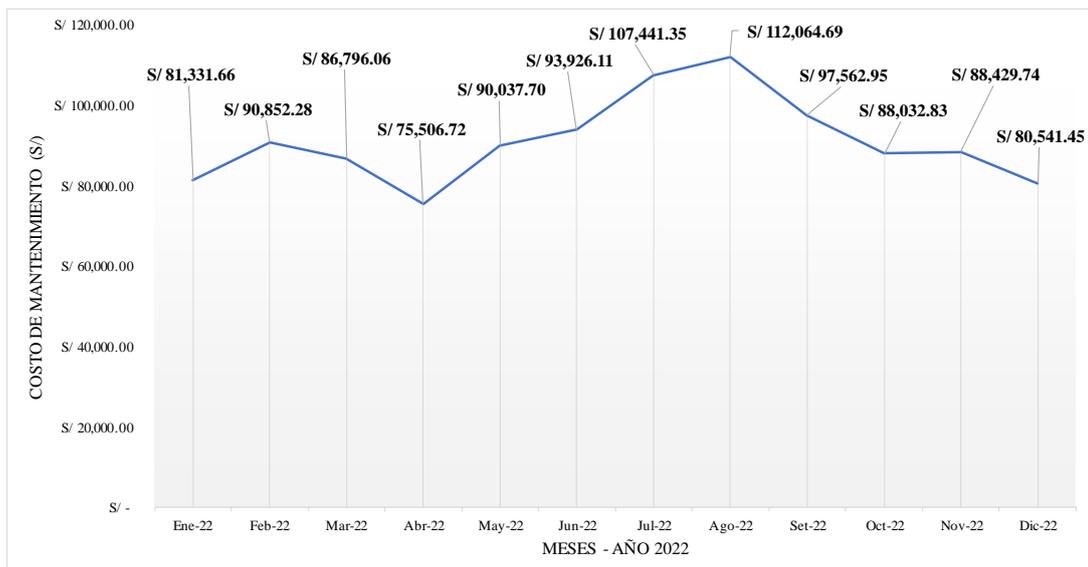
## ANEXO 05: FICHA DOCUMENTAL DE REGISTRO HISTÓRICO DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO

Responsable:	Lester Sunción Herrera	Hora inicio:	10:00 a.m.	Fecha:	9/01/2023
Área:	Mantenimiento	Hora Final:	12:00 p.m.	Registro:	N° 01-Diagnóstico

Objetivo: Resumir la información registrada por el área de mantenimiento de los costos de mantenimiento

Mes	Costo Mantenimiento Correctivo	Costo Mantenimiento Preventivo	Costo total de mantenimiento
Ene-22	S/ 62,368.75	S/ 18,962.91	S/ 81,331.66
Feb-22	S/ 74,875.00	S/ 15,977.28	S/ 90,852.28
Mar-22	S/ 73,641.25	S/ 13,154.81	S/ 86,796.06
Abr-22	S/ 64,931.25	S/ 10,575.47	S/ 75,506.72
May-22	S/ 77,976.25	S/ 12,061.45	S/ 90,037.70
Jun-22	S/ 73,998.75	S/ 19,927.36	S/ 93,926.11
Jul-22	S/ 86,419.38	S/ 21,021.97	S/ 107,441.35
Ago-22	S/ 89,331.25	S/ 22,733.44	S/ 112,064.69
Set-22	S/ 83,654.38	S/ 13,908.57	S/ 97,562.95
Oct-22	S/ 74,699.38	S/ 13,333.45	S/ 88,032.83
Nov-22	S/ 75,876.25	S/ 12,553.49	S/ 88,429.74
Dic-22	S/ 67,150.63	S/ 13,390.82	S/ 80,541.45
<b>Promedio</b>	<b>S/ 75,410.21</b>	<b>S/ 15,633.42</b>	<b>S/ 91,043.63</b>
<b>Total</b>	<b>S/ 904,922.50</b>	<b>S/ 187,601.04</b>	<b>S/ 1,092,523.54</b>

Mes	% Participación Mantenimiento correctivo	% Participación Mantenimiento Preventivo
Ene-22	76.68%	23.32%
Feb-22	82.41%	17.59%
Mar-22	84.84%	15.16%
Abr-22	85.99%	14.01%
May-22	86.60%	13.40%
Jun-22	78.78%	21.22%
Jul-22	80.43%	19.57%
Ago-22	79.71%	20.29%
Set-22	85.74%	14.26%
Oct-22	84.85%	15.15%
Nov-22	85.80%	14.20%
Dic-22	83.37%	16.63%
<b>Promedio</b>	<b>82.94%</b>	<b>17.06%</b>



## ANEXO 06: FICHA DOCUMENTAL DE REGISTRO DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO Y CÁLCULO DE OEE

Responsable:	Lester Sunción Herrera	Hora inicio:	10:00 a.m.	Fecha:	10/01/2023
Área:	Mantenimiento	Hora Final:	12:00 p.m.	Registro:	N° 02-Diagnóstico
Objetivo:	Resumir la información registrada por el área de mantenimiento para calcular los valores de OEE				

Parámetros	
Jornada laboral (Horas / día)	8
Tasa de producción nominal (Pares / día)	550

CÁLCULO DISPONIBILIDAD						
Mes	Días laborales	Paradas programadas (Horas)	Paradas no programadas (Horas)	Tiempo disponible (Horas)	Tiempo operativo (Horas)	Disponibilidad (%)
Ene-22	25	7	43	193	150	77.72%
Feb-22	24	6	49	186	137	73.66%
Mar-22	27	8	41	208	167	80.29%
Abr-22	24	5	44	187	143	76.47%
May-22	26	9	47	199	152	76.38%
Jun-22	25	6	51	194	143	73.71%
Jul-22	24	8	43	184	141	76.63%
Ago-22	24	9	42	183	141	77.05%
Set-22	26	8	47	200	153	76.50%
Oct-22	25	10	46	190	144	75.79%
Nov-22	25	8	44	192	148	77.08%
Dic-22	25	9	49	191	142	74.35%
<b>Promedio</b>	<b>25</b>	<b>8</b>	<b>46</b>	<b>192</b>	<b>147</b>	<b>76.30%</b>
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>93</b>	<b>546</b>	<b>2307</b>	<b>1761</b>	<b>76.33%</b>

CÁLCULO EFICIENCIA							
Mes	Días laborales	Producción nominal	Tiempo operativo	Producción buena obtenida (Pares de zapatos)	Capacidad real (Pares / hora)	Capacidad nominal (Pares / hora)	Eficiencia (%)
Ene-22	25	13750	150	12820	85	92	93.24%
Feb-22	24	13200	137	12556	92	96	95.12%
Mar-22	27	14850	167	12781	77	89	86.07%
Abr-22	24	13200	143	12094	85	92	91.62%
May-22	26	14300	152	13297	87	94	92.99%
Jun-22	25	13750	143	13426	94	96	97.64%
Jul-22	24	13200	141	12087	86	94	91.57%
Ago-22	24	13200	141	12505	89	94	94.73%
Set-22	26	14300	153	12980	85	93	90.77%
Oct-22	25	13750	144	12498	87	95	90.89%
Nov-22	25	13750	148	13305	90	93	96.76%
Dic-22	25	13750	142	13182	93	97	95.87%
<b>Promedio</b>	<b>25</b>	<b>13750</b>	<b>147</b>	<b>12794</b>	<b>87</b>	<b>94</b>	<b>93.11%</b>

CÁLCULO CALIDAD				
Mes	Producción buena obtenida (Pares de zapatos)	Producción rechazada (Pares de zapatos)	Producción total	Tasa de calidad (%)
Ene-22	12820	190	13010	98.54%
Feb-22	12556	240	12796	98.12%
Mar-22	12781	258	13039	98.02%
Abr-22	12094	250	12344	97.97%
May-22	13297	306	13603	97.75%
Jun-22	13426	294	13720	97.86%
Jul-22	12087	243	12330	98.03%
Ago-22	12505	290	12795	97.73%
Set-22	12980	251	13231	98.10%
Oct-22	12498	307	12805	97.60%
Nov-22	13305	306	13611	97.75%
Dic-22	13182	293	13475	97.83%
<b>Promedio</b>	<b>12794</b>	<b>269</b>	<b>13063</b>	<b>97.94%</b>
<b>Total</b>	<b>153531</b>	<b>3228</b>	<b>156759</b>	<b>97.94%</b>

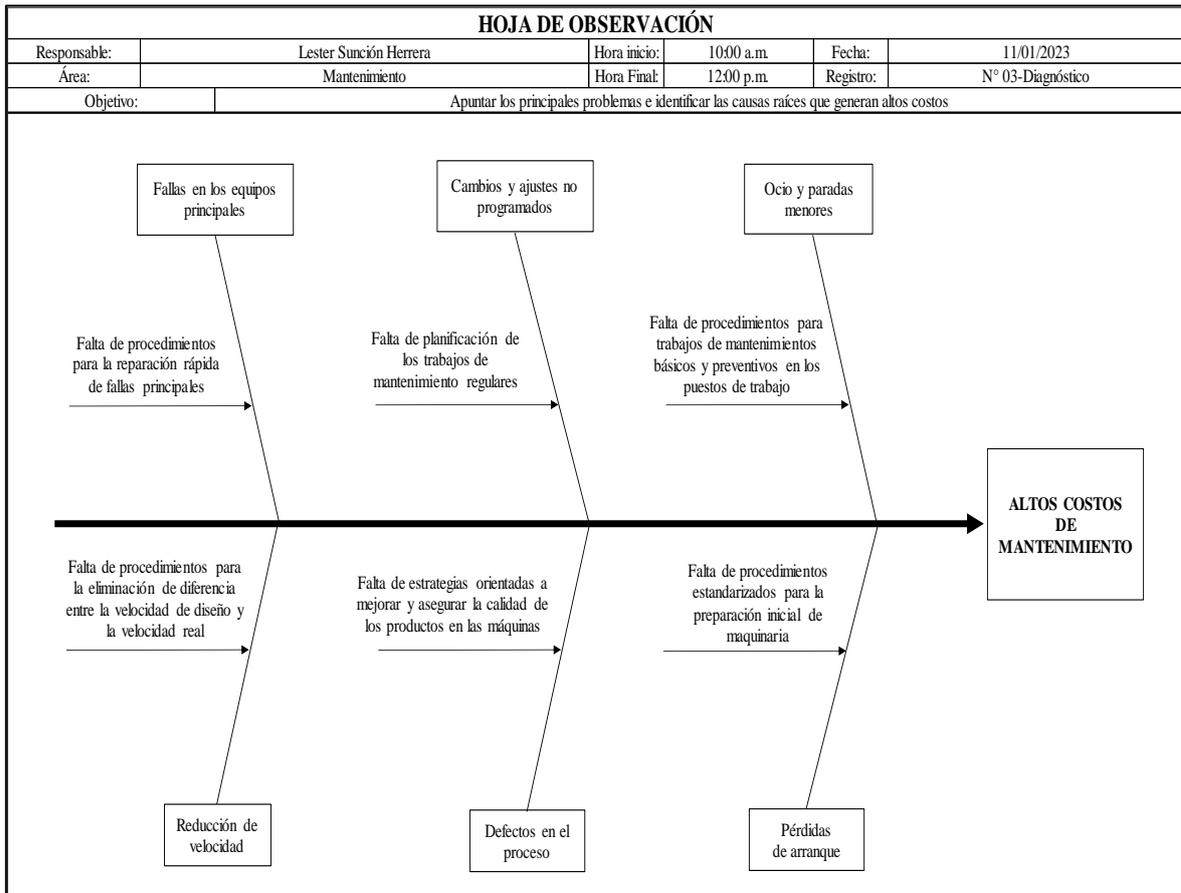
CÁLCULO OEE					
Mes	Disponibilidad (%)	Eficiencia (%)	Tasa de calidad (%)	OEE (%)	Nivel objetivo de OEE (%)
Ene-22	77.72%	93.24%	98.54%	71.41%	85%
Feb-22	73.66%	95.12%	98.12%	68.75%	85%
Mar-22	80.29%	86.07%	98.02%	67.73%	85%
Abr-22	76.47%	91.62%	97.97%	68.64%	85%
May-22	76.38%	92.99%	97.75%	69.43%	85%
Jun-22	73.71%	97.64%	97.86%	70.43%	85%
Jul-22	76.63%	91.57%	98.03%	68.79%	85%
Ago-22	77.05%	94.73%	97.73%	71.34%	85%
Set-22	76.50%	90.77%	98.10%	68.12%	85%
Oct-22	75.79%	90.89%	97.60%	67.24%	85%
Nov-22	77.08%	96.76%	97.75%	72.91%	85%
Dic-22	74.35%	95.87%	97.83%	69.72%	85%
<b>Promedio</b>	<b>76.30%</b>	<b>93.11%</b>	<b>97.94%</b>	<b>69.54%</b>	

**ANEXO 07: ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE NIVEL DE LA EFICIENCIA**
**GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE)**

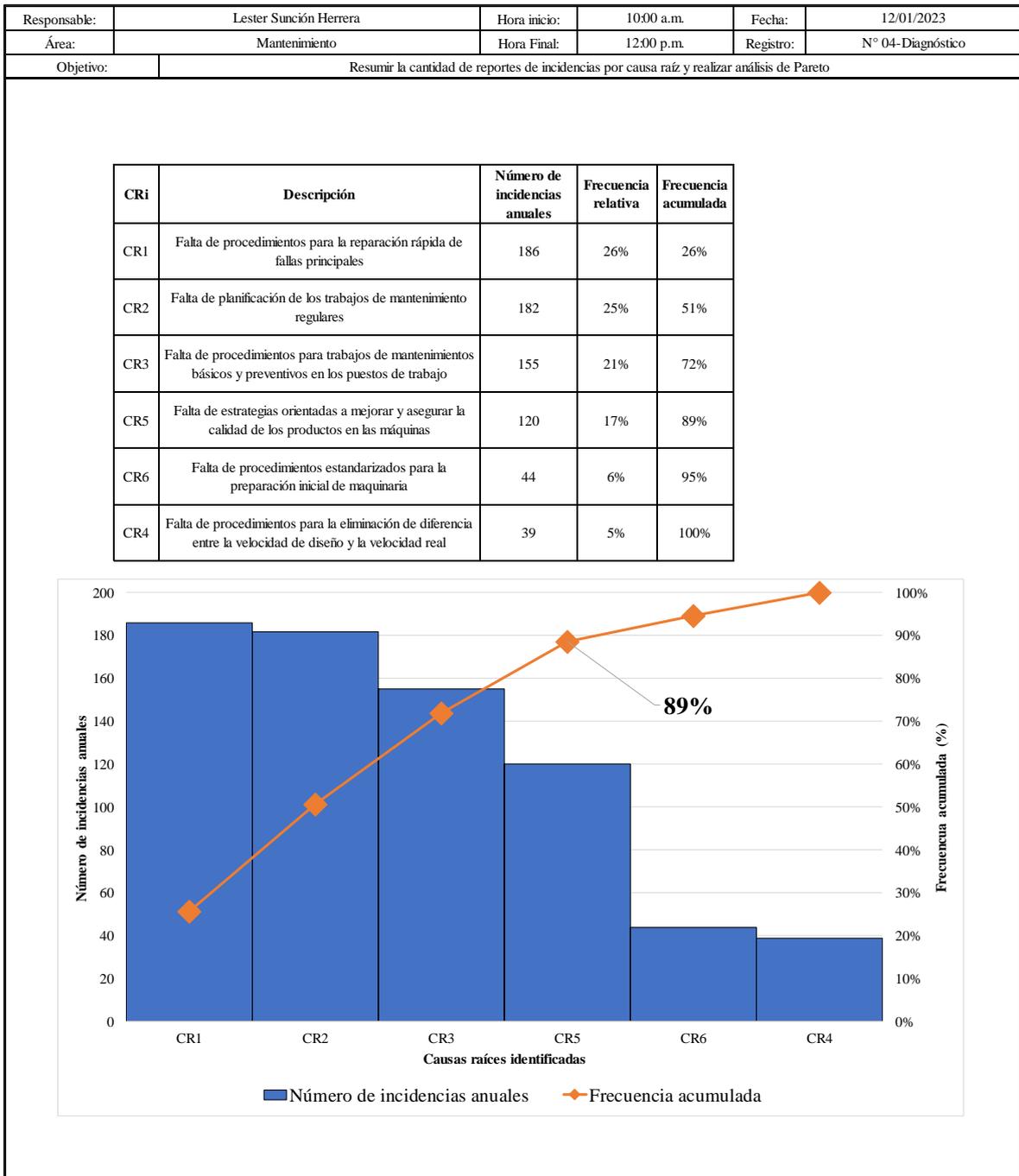
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Interpretación</b>
OEE > 95%	Excelencia	Valores de Clase Mundial. Alta competitividad.
85% < OEE < 95%	Buena	Entra en valores de Clase Mundial. Buena competitividad.
75% < OEE < 85%	Aceptable	Debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
65% < OEE < 75%	Regular	Es aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad.
OEE < 65%	Inaceptable	Se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad.

*Nota.* Escala tomada de la investigación realizada por Fernández (2018).

**ANEXO 08: HOJA DE OBSERVACIÓN Y ANÁLISIS DE ISHIKAWA**



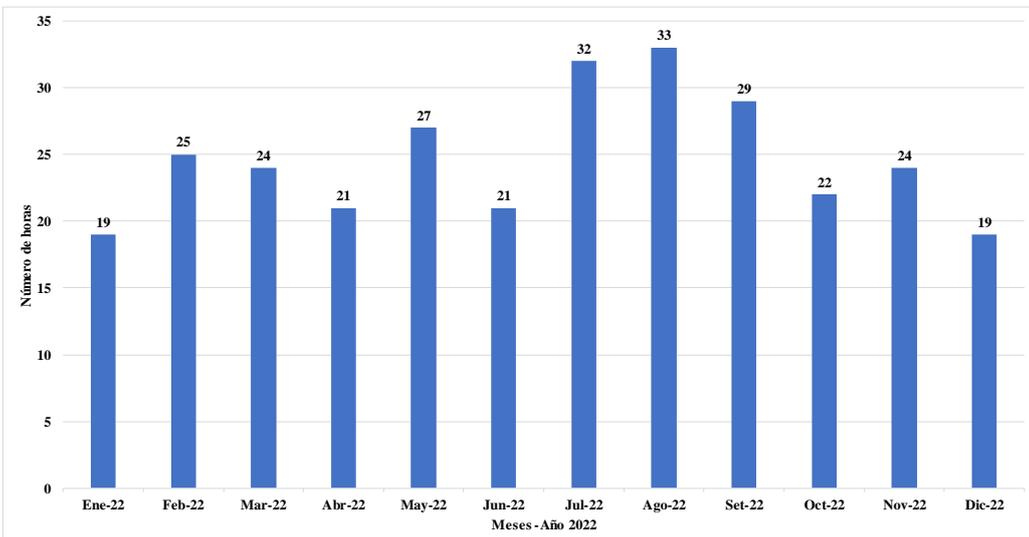
## ANEXO 09: FICHA DOCUMENTAL DE REGISTRO DE INCIDENCIAS Y ANÁLISIS DE PARETO



## ANEXO 10: FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DE CAUSA RAÍZ 1: FALTA DE PROCEDIMIENTOS PARA LA REPARACIÓN RÁPIDA DE FALLAS PRINCIPALES

FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DE CAUSA RAÍZ 1: FALTA DE PROCEDIMIENTOS PARA LA REPARACIÓN RÁPIDA DE FALLAS PRINCIPALES																							
Responsable:	Lester Sunción Herrera			Hora inicio:	10:00 a.m.		Fecha:	13/01/2023															
Área:	Mantenimiento			Hora Final:	12:00 p.m.		Registro:	N° 05-Diagnóstico															
Objetivo:	Calcular el sobrecosto generado por la causa raíz 1																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Costo por hora de mano de obra ( S/ / hr)</td> <td>S/</td> <td style="text-align: right;">90.00</td> </tr> <tr> <td>Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)</td> <td>S/</td> <td style="text-align: right;">750.00</td> </tr> <tr> <td>Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla</td> <td>S/</td> <td style="text-align: right;">150.00</td> </tr> <tr> <td>Costo de insumos por incidencia de falla</td> <td>S/</td> <td style="text-align: right;">65.00</td> </tr> <tr> <td>Gastos generales por incidencia de falla</td> <td>S/</td> <td style="text-align: right;">45.00</td> </tr> </table>	Costo por hora de mano de obra ( S/ / hr)	S/	90.00	Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)	S/	750.00	Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla	S/	150.00	Costo de insumos por incidencia de falla	S/	65.00	Gastos generales por incidencia de falla	S/	45.00	<p><b>Fórmula aplicada:</b></p> $CTFEP = CMOI + CMR + CI + CMOE + GG + CHE$ <p>CTFEP: Costo total de fallas en los equipos principales</p> <p>CMOI: Costo mano de obra interna</p> <p>CMR: Costo materiales y repuestos</p> <p>CI: Costo de insumos</p> <p>GG: Gastos generales: EE, Agua, Administrativos, etc.</p> <p>CHE: Costo de horas extras de planta</p>						
Costo por hora de mano de obra ( S/ / hr)	S/	90.00																					
Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)	S/	750.00																					
Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla	S/	150.00																					
Costo de insumos por incidencia de falla	S/	65.00																					
Gastos generales por incidencia de falla	S/	45.00																					
Mes	Número de incidencias de fallas en los equipos principales	Total de horas registradas por fallas en los equipos principales	Costo de mano de obra interna	Costo de materiales y repuestos	Costo de insumos	Gastos generales	Costo horas extras de planta	Costo total de fallas en los equipos principales															
Ene-22	12	19	S/ 1,710.00	S/ 1,800.00	S/ 780.00	S/ 540.00	S/ 14,250.00	S/ 19,080.00															
Feb-22	16	25	S/ 2,250.00	S/ 2,400.00	S/ 1,040.00	S/ 720.00	S/ 18,750.00	S/ 25,160.00															
Mar-22	15	24	S/ 2,160.00	S/ 2,250.00	S/ 975.00	S/ 675.00	S/ 18,000.00	S/ 24,060.00															
Abr-22	13	21	S/ 1,890.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 15,750.00	S/ 21,020.00															
May-22	17	27	S/ 2,430.00	S/ 2,550.00	S/ 1,105.00	S/ 765.00	S/ 20,250.00	S/ 27,100.00															
Jun-22	13	21	S/ 1,890.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 15,750.00	S/ 21,020.00															
Jul-22	20	32	S/ 2,880.00	S/ 3,000.00	S/ 1,300.00	S/ 900.00	S/ 24,000.00	S/ 32,080.00															
Ago-22	21	33	S/ 2,970.00	S/ 3,150.00	S/ 1,365.00	S/ 945.00	S/ 24,750.00	S/ 33,180.00															
Set-22	18	29	S/ 2,610.00	S/ 2,700.00	S/ 1,170.00	S/ 810.00	S/ 21,750.00	S/ 29,040.00															
Oct-22	14	22	S/ 1,980.00	S/ 2,100.00	S/ 910.00	S/ 630.00	S/ 16,500.00	S/ 22,120.00															
Nov-22	15	24	S/ 2,160.00	S/ 2,250.00	S/ 975.00	S/ 675.00	S/ 18,000.00	S/ 24,060.00															
Dic-22	12	19	S/ 1,710.00	S/ 1,800.00	S/ 780.00	S/ 540.00	S/ 14,250.00	S/ 19,080.00															
<b>Promedio</b>	<b>16</b>	<b>25</b>	S/ <b>2,220.00</b>	S/ <b>2,325.00</b>	S/ <b>1,007.50</b>	S/ <b>697.50</b>	S/ <b>18,500.00</b>	S/ <b>24,750.00</b>															
<b>Total</b>	<b>186</b>	<b>296</b>	S/ <b>26,640.00</b>	S/ <b>27,900.00</b>	S/ <b>12,090.00</b>	S/ <b>8,370.00</b>	S/ <b>222,000.00</b>	S/ <b>297,000.00</b>															



Mes	Número de horas
Ene-22	19
Feb-22	25
Mar-22	24
Abr-22	21
May-22	27
Jun-22	21
Jul-22	32
Ago-22	33
Set-22	29
Oct-22	22
Nov-22	24
Dic-22	19

## ANEXO 11: FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DE CAUSA RAÍZ 2: FALTA DE PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO REGULARES

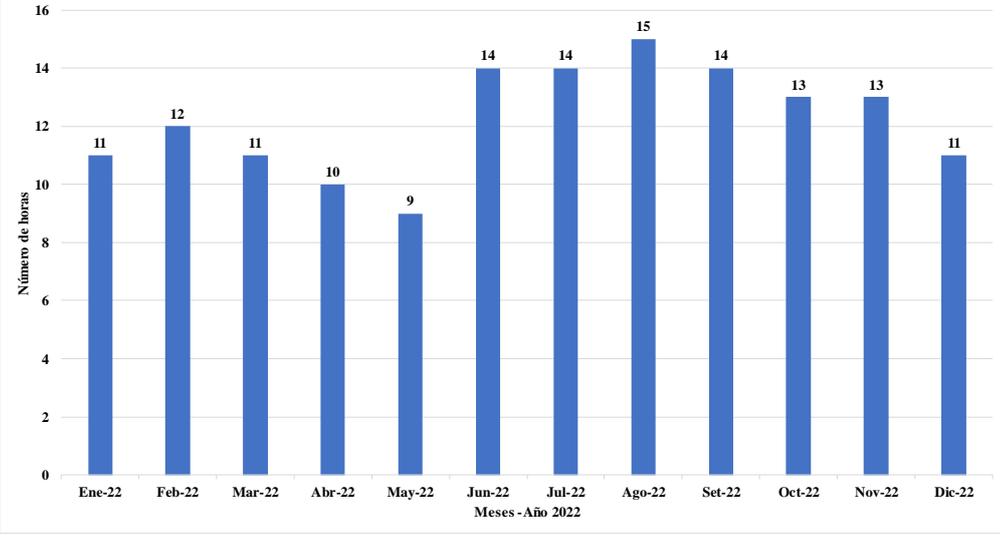
Responsable:	Lester Sunción Herrera	Hora inicio:	10:00 a.m.	Fecha:	16/01/2023
Área:	Mantenimiento	Hora Final:	12:00 p.m.	Registro:	N° 06-Diagnóstico
Objetivo:	Calcular el sobrecosto generado por la causa raíz 2				

Costo por hora de mano de obra (S/ / hr)	S/	90.00	<p><b>Fórmula aplicada:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CTCANP = CMOI + CMR + CI + CMOE + GG + CHE</b></p> <p>CTCANP: Costo total de cambios y ajustes no programados</p> <p>CMOI: Costo mano de obra interna</p> <p>CMR: Costo materiales y repuestos</p> <p>CI: Costo de insumos</p> <p>GG: Gastos generales: EE, Agua, Administrativos, etc.</p> <p>CHE: Costo de horas extras de planta</p>
Costo por hora extra de planta (S/ / hr)	S/	750.00	
Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla	S/	150.00	
Costo de insumos por incidencia de falla	S/	65.00	
Gastos generales por incidencia de falla	S/	45.00	

Mes	Número de incidencias de cambios y ajustes no programados	Total de horas registradas por cambios y ajustes no programados	Costo de mano de obra interna	Costo de materiales y repuestos	Costo de insumos	Gastos generales	Costo horas extras de planta	Costo total de cambios y ajustes no programados
Ene-22	18	11	S/ 990.00	S/ 2,700.00	S/ 1,170.00	S/ 810.00	S/ 8,250.00	S/ 13,920.00
Feb-22	13	12	S/ 1,080.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 9,000.00	S/ 13,460.00
Mar-22	18	11	S/ 990.00	S/ 2,700.00	S/ 1,170.00	S/ 810.00	S/ 8,250.00	S/ 13,920.00
Abr-22	13	10	S/ 900.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 7,500.00	S/ 11,780.00
May-22	13	9	S/ 810.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 6,750.00	S/ 10,940.00
Jun-22	13	14	S/ 1,260.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 10,500.00	S/ 15,140.00
Jul-22	17	14	S/ 1,260.00	S/ 2,550.00	S/ 1,105.00	S/ 765.00	S/ 10,500.00	S/ 16,180.00
Ago-22	18	15	S/ 1,350.00	S/ 2,700.00	S/ 1,170.00	S/ 810.00	S/ 11,250.00	S/ 17,280.00
Set-22	17	14	S/ 1,260.00	S/ 2,550.00	S/ 1,105.00	S/ 765.00	S/ 10,500.00	S/ 16,180.00
Oct-22	12	13	S/ 1,170.00	S/ 1,800.00	S/ 780.00	S/ 540.00	S/ 9,750.00	S/ 14,040.00
Nov-22	18	13	S/ 1,170.00	S/ 2,700.00	S/ 1,170.00	S/ 810.00	S/ 9,750.00	S/ 15,600.00
Dic-22	12	11	S/ 990.00	S/ 1,800.00	S/ 780.00	S/ 540.00	S/ 8,250.00	S/ 12,360.00
<b>Promedio</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>S/ 1,102.50</b>	<b>S/ 2,275.00</b>	<b>S/ 985.83</b>	<b>S/ 682.50</b>	<b>S/ 9,187.50</b>	<b>S/ 14,233.33</b>
<b>Total</b>	<b>182</b>	<b>147</b>	<b>S/ 13,230.00</b>	<b>S/ 27,300.00</b>	<b>S/ 11,830.00</b>	<b>S/ 8,190.00</b>	<b>S/ 110,250.00</b>	<b>S/ 170,800.00</b>

## ANEXO 12: FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DE CAUSA RAÍZ 3: FALTA DE PROCEDIMIENTOS PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTOS BÁSICOS Y PREVENTIVOS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO

Responsable:	Lester Sunción Herrera	Hora inicio:	10:00 a.m.	Fecha:	17/01/2023
Área:	Mantenimiento	Hora Final:	12:00 p.m.	Registro:	Nº 07-Diagnóstico

Objetivo: Calcular el sobrecosto generado por la causa raíz 3

Costo por hora de mano de obra ( S/ / hr)	S/	90.00
Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)	S/	750.00
Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla	S/	150.00
Costo de insumos por incidencia de falla	S/	65.00
Gastos generales por incidencia de falla	S/	45.00

### Fórmula aplicada:

$$CTOPM = CMOI + CMR + CI + CMOE + GG + CHE$$

CTOPM: Costo total de ocio y paradas menores

CMOI: Costo mano de obra interna

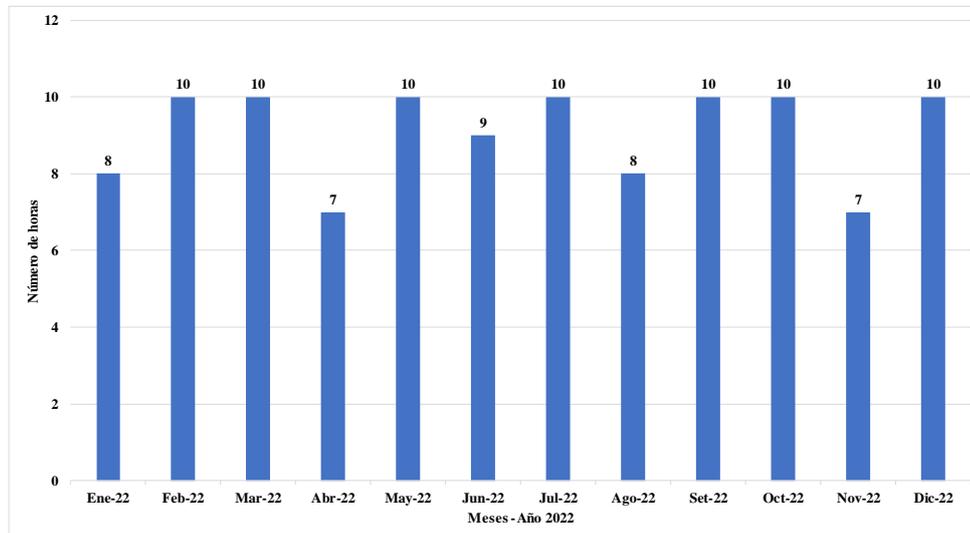
CMR: Costo materiales y repuestos

CI: Costo de insumos

GG: Gastos generales: EE, Agua, Administrativos, etc.

CHE: Costo de horas extras de planta

Mes	Número de incidencias de ocio y paradas menores	Total de horas registradas por ocio y paradas menores	Costo de mano de obra interna	Costo de materiales y repuestos	Costo de insumos	Gastos generales	Costo horas extras de planta	Costo total de ocio y paradas menores
Ene-22	11	8	S/ 720.00	S/ 1,650.00	S/ 715.00	S/ 495.00	S/ 6,000.00	S/ 9,580.00
Feb-22	14	10	S/ 900.00	S/ 2,100.00	S/ 910.00	S/ 630.00	S/ 7,500.00	S/ 12,040.00
Mar-22	10	10	S/ 900.00	S/ 1,500.00	S/ 650.00	S/ 450.00	S/ 7,500.00	S/ 11,000.00
Abr-22	14	7	S/ 630.00	S/ 2,100.00	S/ 910.00	S/ 630.00	S/ 5,250.00	S/ 9,520.00
May-22	16	10	S/ 900.00	S/ 2,400.00	S/ 1,040.00	S/ 720.00	S/ 7,500.00	S/ 12,560.00
Jun-22	16	9	S/ 810.00	S/ 2,400.00	S/ 1,040.00	S/ 720.00	S/ 6,750.00	S/ 11,720.00
Jul-22	12	10	S/ 900.00	S/ 1,800.00	S/ 780.00	S/ 540.00	S/ 7,500.00	S/ 11,520.00
Ago-22	12	8	S/ 720.00	S/ 1,800.00	S/ 780.00	S/ 540.00	S/ 6,000.00	S/ 9,840.00
Set-22	14	10	S/ 900.00	S/ 2,100.00	S/ 910.00	S/ 630.00	S/ 7,500.00	S/ 12,040.00
Oct-22	13	10	S/ 900.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 7,500.00	S/ 11,780.00
Nov-22	13	7	S/ 630.00	S/ 1,950.00	S/ 845.00	S/ 585.00	S/ 5,250.00	S/ 9,260.00
Dic-22	10	10	S/ 900.00	S/ 1,500.00	S/ 650.00	S/ 450.00	S/ 7,500.00	S/ 11,000.00
<b>Promedio</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>S/ 817.50</b>	<b>S/ 1,937.50</b>	<b>S/ 839.58</b>	<b>S/ 581.25</b>	<b>S/ 6,812.50</b>	<b>S/ 10,988.33</b>
<b>Total</b>	<b>155</b>	<b>109</b>	<b>S/ 9,810.00</b>	<b>S/ 23,250.00</b>	<b>S/ 10,075.00</b>	<b>S/ 6,975.00</b>	<b>S/ 81,750.00</b>	<b>S/ 131,860.00</b>



## ANEXO 13: FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DE CAUSA RAÍZ 5: FALTA DE ESTRATEGIAS ORIENTADAS A MEJORAR Y ASEGURAR LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS EN LAS MÁQUINAS

Responsable:	Ledyer Sanción Herrera	Hora inicio:	10:00 am.	Fecha:	18/01/2023
Área:	Mantenimiento	Hora final:	12:00 pm.	Registro:	N° 08- Diagnóstico
Objeto:	Calcular el sobre costo generado por la causa raíz 5				

Costo de mano de obra directa por producto	S/	6.00
Costo de materiales directos por producto	S/	24.00
Costos indirectos de fabricación por producto	S/	8.50

**Fórmula aplicada:**

**CTPR = CMOD + CMD + CIF**

CTPR: Costo total de producción rechazada

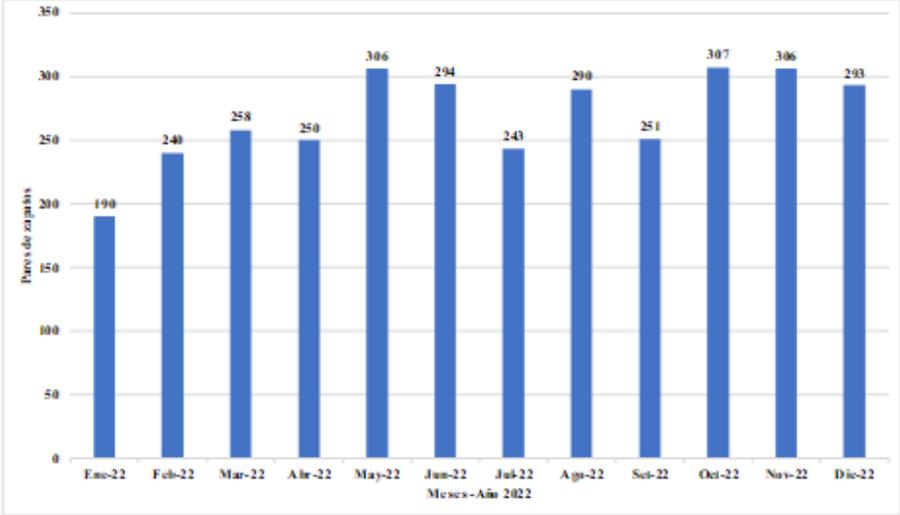
CMOD: Costo mano de obra directa

CMD: Costo materiales directos

CIF: Costo indirectos de fabricación

Mes	Número de incidencias de defectos en el proceso	Producción rechazada (Pares de zapatos)	Costo de mano de obra directa	Costo de materiales directos	Costos indirectos de fabricación	Costo total de producción rechazada
Ene-22	12	190	S/ 1,140.00	S/ 4,560.00	S/ 1,615.00	S/ 7,315.00
Feb-22	8	240	S/ 1,440.00	S/ 5,760.00	S/ 2,040.00	S/ 9,240.00
Mar-22	10	258	S/ 1,548.00	S/ 6,192.00	S/ 2,193.00	S/ 9,933.00
Abr-22	12	250	S/ 1,500.00	S/ 6,000.00	S/ 2,125.00	S/ 9,625.00
May-22	12	306	S/ 1,836.00	S/ 7,344.00	S/ 2,601.00	S/ 11,781.00
Jun-22	9	294	S/ 1,764.00	S/ 7,056.00	S/ 2,499.00	S/ 11,319.00
Jul-22	9	243	S/ 1,458.00	S/ 5,832.00	S/ 2,065.50	S/ 9,355.50
Ago-22	8	290	S/ 1,740.00	S/ 6,960.00	S/ 2,463.00	S/ 11,163.00
Sep-22	10	251	S/ 1,506.00	S/ 6,024.00	S/ 2,133.50	S/ 9,663.50
Oct-22	10	307	S/ 1,842.00	S/ 7,368.00	S/ 2,609.50	S/ 11,819.50
Nov-22	9	306	S/ 1,836.00	S/ 7,344.00	S/ 2,601.00	S/ 11,781.00
Dic-22	11	293	S/ 1,758.00	S/ 7,032.00	S/ 2,490.50	S/ 11,280.50
Promedio	10	269	S/ 1,614.00	S/ 6,456.00	S/ 2,286.50	S/ 10,356.50
Total	120	3228	S/ 19,368.00	S/ 77,472.00	S/ 27,438.00	S/ 124,278.00

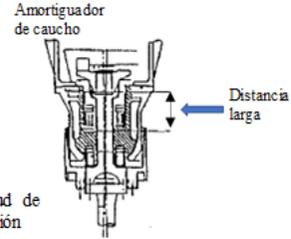
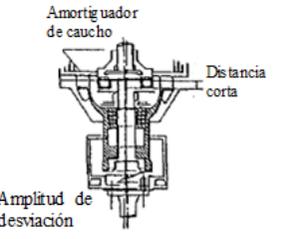
  


## ANEXO 14: FICHA DOCUMENTAL – INVENTARIO DE MAQUINARIA POR ÁREA

FICHA DOCUMENTAL: INVENTARIO DE MAQUINARIA POR ÁREAS				
Responsable:	Lester Sunción Herrera	Hora inicio:	10:00 a.m.	Fecha:
Área:	Mantenimiento	Hora Final:	12:00 p.m.	Registro: N° 01-Desarrollo de plan
Objetivo:		Inventariar todos los activos de la planta		
<b>estado de máquina</b>				
VERDE	OPERATIVO EN USO			
AZUL	OPERATIVO CON FALLA EN USO			
AMARILLO	OPERATIVO SIN USO			
MORADO	OPERATIVO CON FALLA SIN USO			
ROJO	INOPERATIVO POR FALLA			
DEPARTAMENTO	MAQUINA	DIAGNOSTICO 02/02/2023	2/02/2023 ESTADO	H.T.
CORTE	TROQUEL BANDERA N1	OPERATIVO	OPERATIVO EN USO	10
CORTE	TROQUEL BANDERA N2	OPERATIVO	OPERATIVO EN USO	10
CORTE	TROQUEL BANDERA N3	OPERATIVO	OPERATIVO SIN USO	0
CORTE	TROQUEL BANDERA N4	OPERATIVO	OPERATIVO SIN USO	0
CORTE	TROQUEL BANDERA N7	OPERATIVO	OPERATIVO SIN USO	0
CORTE	TROQUEL BANDERA N8	OPERATIVO	OPERATIVO EN USO	10
CORTE	TROQUEL BANDERA N9	INOPERATIVO	INOPERATIVO POR FALLA	0
CORTE	TROQUEL BANDERA N10	OPERATIVO	OPERATIVO SIN USO	10
CORTE	TROQUEL BANDERA N11	INOPERATIVO	INOPERATIVO POR FALLA	0
CORTE	TROQUEL BANDERA N13	OPERATIVO	OPERATIVO SIN USO	0
CORTE	TROQUEL PUENTE N1	OPERATIVO	OPERATIVO SIN USO	0
CORTE	TROQUEL PUENTE N2	OPERATIVO	OPERATIVO EN USO	10
CORTE	TROQUEL PUENTE N3	OPERATIVO	OPERATIVO EN USO	10
CORTE	TROQUEL PUENTE N4	OPERATIVO	OPERATIVO EN USO	10
CORTE	DESBASTADORA N1	OPERATIVO	OPERATIVO EN USO	10
CORTE	DESBASTADORA N2	OPERATIVO	OPERATIVO EN USO	10
CORTE	DESBASTADORA N3	OPERATIVO	OPERATIVO SIN USO	0
CORTE	REBAJADORA	OPERATIVO	OPERATIVO SIN USO	0
CORTE	TESEO	OPERATIVO	OPERATIVO CON FALLA EN USO	10
CORTE	SELLADORA	OPERATIVO	OPERATIVO SIN USO	0
CORTE	ACAMBRADORA	OPERATIVO	OPERATIVO SIN USO	0
CORTE	AIRE ACONDICIONADO	OPERATIVO	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA OJALLADORA 130 N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA OJALLADORA 130 N2	INOPERATIVA	INOPERATIVO POR FALLA	10
ARMADO	MAQUINA OJALLADORA 130 N3	INOPERATIVA	INOPERATIVO POR FALLA	10
ARMADO	MAQUINA PARA COLOCAR GANCHOS BORCEGUI N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA PARA COLOCAR GANCHOS BORCEGUI N2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA DE COLOCAR HEBILLA DE ZINC MECANICA N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA DE COLOCAR HEBILLA DE ZINC MECANICA N2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA PARA COLOCAR GANCHO(DE VIKINGO) N1	OPERATIVA	OPERATIVO CON FALLA EN USO	10
ARMADO	MAQUINA PARA COLOCAR GANCHO(DE VIKINGO) N2	INOPERATIVA	INOPERATIVO POR FALLA	10
ARMADO	MAQUINA PARA COLOCAR OJAJILLOS PLASTICOS N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA PARA COLOCAR OJAJILLOS PLASTICOS N2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA PARA COLOCAR OJAJILLOS PLASTICOS N3	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA REMACHADORA MANUAL N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA REMACHADORA MANUAL N2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA REMACHADORA MANUAL N3	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA REMACHADORA MANUAL N4	INOPERATIVA	INOPERATIVO POR FALLA	10
ARMADO	MAQUINA REMACHADORA MANUAL N5	OPERATIVA	OPERATIVO CON FALLA EN USO	10
ARMADO	REBABEADORA N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	REBABEADORA N2	INOPERATIVA	INOPERATIVO POR FALLA	10
ARMADO	MAQUINA CONFORMADORA DE TALON N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA CONFORMADORA DE TALON N2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA CONFORMADORA DE TALON N3	INOPERATIVA	INOPERATIVO POR FALLA	10
ARMADO	DESBASTADORA N1	OPERATIVA	OPERATIVO CON FALLA EN USO	10
ARMADO	DESBASTADORA N2 ( NUEVA )	OPERATIVA	OPERATIVO CON FALLA EN USO	10
ARMADO	MAQUINA ARMADORA DE PUNTA N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA ARMADORA DE PUNTA N2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA ARMADORA DE PUNTA N6	OPERATIVA	OPERATIVO CON FALLA EN USO	10
ARMADO	PISTOLA DE AIRE CALIENTE	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA ARMADORA DE TALON N1	OPERATIVA	OPERATIVO CON FALLA EN USO	10
ARMADO	MAQUINA ASENTADORA DE MOÑA N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA PLANCHADORA N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA LIJADORA N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA LIJADORA N2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA ARMADORA DE LATERAL N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	COCINA REACTIVADORA N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA REACTIVADORA DE TERMOPLASTICO	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	ACTIVADORA DE CAPELLADA ( creo que de sta son 3 )	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA DE COCER ESTROBEL N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA DE COCER ESTROBEL N2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA DE COCER ESTROBEL N3	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA DE COCER ESTROBEL N4	OPERATIVA	OPERATIVO CON FALLA EN USO	10
ARMADO	MAQUINA DE COCER ESTROBEL N5	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA DE COCER DE POSTE N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA PARA COCER FALSA SISTEMA DOBLADO N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA PARA COCER FALSA SISTEMA DOBLADO N2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA ARMADORA DE TALÓN N2 ( NUEVA)	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	MAQUINA TUNEL DE FRIO	INOPERATIVA	INOPERATIVO POR FALLA	10
ARMADO	MAQUINA TUNEL DE FRIO	INOPERATIVA	INOPERATIVO POR FALLA	10
ARMADO	ENGRAMPADORA NEUMATICA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ARMADO	FAJAMANO VIA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10

GYW	MAQUINA CONFORMADORA DE TALON N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA ARMADORA DE PUNTA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA ARMADORA DE PUNTA CUERO	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA VAPORIZADORA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	RESISTENCIA PARA ACTIVAR PEGAMENTOS	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA ENGRAMPADORA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA RECORTADORA DE CUERO	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA PARA COCER CERCOS	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA RECORTADORA DE SOBRANTE RIP	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA ASPIRADORA DE SOBRANTES RIP	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA PRENSA FILO DE NEOLITE	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA PRENSA FILO DE NEOLITE (NUEVA)	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA PEGADORA DE RIP	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA PEGADORA DE RIP	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA PESPUNTEADORA DE NEOLITE	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA PESPUNTEADORA DE NEOLITE	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	FAJA TRANSPORTADORA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	HORNO DE FAJA TRANSPORTADORA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	PRENSA BRAZO DE CAUCHO PARA LINEA XYXTREME	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	PRENSA BOCA DE SAPO	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	HORNO CALIENTE PARA ACTIVAR HUEKLLAS	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	TUNEL DE FRIO ( NUEVA )	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	RECORTADORA DE PLANTA N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	RECORTADORA DE PLANTA N2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	ASPIRADORA DE MAQUINA RECORTADORA DE PLANTA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA REMATADORA N1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA REMATADORA N2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA REMATADORA N3	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA DE MARCAR PLANTA LINEA XTREME	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA LIJADORA ENTRE SUELA EVA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA TUNEL DE REDIACION (ACTIVAR EVA)	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA DE COCER CERCO 2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA PRENSA BOCA DE SAPO 2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA ACENTADORA ( NUEVA )	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA ENGRAMPADORA 2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA ENGRAMPADORA 3	INOPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
GYW	MAQUINA SAZI DE CALOR	INOPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
POLIURETANO	MAQUINA INYECTORA DE POLIURETANO	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
POLIURETANO	MAQUINA INYECTORA PLANTA TPU	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
POLIURETANO	MAQUINA INYECTORA POLIURETANO - MARCA JG	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
POLIURETANO	MAQUINA INYECTORA PU - MARCA NIAGRA	INOPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
POLIURETANO	MAQUINA INYECTORA PVC	INOPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
POLIURETANO	MAQUINA REMATADORA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
POLIURETANO	MAQUINA MEZCLADORA NIAGRA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
POLIURETANO	MAQUINA DE CARDADO O RASPADO DE CALZADO	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
POLIURETANO	HORNO	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ALISTADO CALZADO CUERO	MAQUINA SELLADORA ETIQUETA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ALISTADO CALZADO CUERO	MAQUINA SELLADORA PARA LOGO Y ETIQUETA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ALISTADO CALZADO CUERO	MAQUINA SELLADORA DE CODIGO DE TRAZABILIDAD	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ALISTADO CALZADO CUERO	MAQUINA ESMERIL DE ESCOBILLA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ALISTADO CALZADO CUERO	MAQUINA ESMERIL PARA HOJA DE SIERRA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ALISTADO CALZADO CUERO	MAQUINA REBABEADORA 1	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ALISTADO CALZADO CUERO	MAQUINA REBABEADORA 2	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ALISTADO CALZADO CUERO	MAQUINA FAJA TRANSPORTADORA	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10
ALISTADO CALZADO CUERO	PISTOLA DE CALOR	OPERATIVA	OPERATIVO EN USO	10

## ANEXO 15: FICHA DOCUMENTAL – FORMATO DE REGISTRO DE MEJORAS ENFOCADAS

FICHA DOCUMENTAL: MEJORAS ENFOCADAS					
Responsable:	Lester Sunción Herrera	Hora inicio:	10:00 a.m.	Fecha:	2/02/2023
Área:	Mantenimiento	Hora Final	12:00 p.m.	Registro:	N° 01-Desarrollo de plan
Objetivo:			Inventariar todos los activos de la planta		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"><b>Tema</b></div> <p>Mejora de cojinete de eje principal de separador de producto</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"><b>Explicación</b></div> <p>El eje separador inferior a menudo se curva durante la operación. Esto no solamente desestabiliza el proceso; es también una reparación muy costosa.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><b>Evaluación y análisis</b></div> <p>1. El eje de 110 mm de diámetro soporta un depósito de 500 kg de productos e insusmos, el problema se da porque frecuentemente sufre fallos por la curvatura lateral que se genera cuando gira el eje a 1200 rpm.</p> <p>2. Costo de reparación S/ 7000 / und.</p> <p><b>Análisis de causas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>En el viejo cojinete tipo B, el centro de la parte esférica está distante del amortiguador de caucho, por lo que éste soporta una gran fuerza cuando se curva el eje.</li> <li>El amortiguador de caucho es más pequeño que en otros modelos.</li> <li>Por tanto el amortiguador de caucho absorbe deficientemente la distorsión; cuando está lleno de materiales de proceso, de la cuál se extrae difícilmente el los residuos, el depósito vibra más fuertemente y se desequilibra, golpeando contra la carcasa. Esto produce golpes severos, que causan el curvado del eje.</li> </ol>			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"><b>Mejora</b></div> <p>Se instalaron cojinetes mejorados en dos separadores de la línea 5, en la que la extracción de material de poliuretano para suelas de calzado era deficiente y se desequilibraban fácilmente. Se realizaron operaciones de test.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Se han seleccionado cojinetes tipo-C con una distancia corta entre el centro de la parte esférica y el amortiguador de caucho.</li> <li>El amortiguador se ha agrandado con la intención de aumentar su capacidad de absorción de distorsiones.</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p><u>Antes de mejora (tipo B)</u></p>  <p>Amortiguador de caucho</p> <p>Distancia larga</p> <p>Amplitud de desviación</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><u>Después de mejora (tipo C)</u></p>  <p>Amortiguador de caucho</p> <p>Distancia corta</p> <p>Amplitud de desviación</p> </div> </div>		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"><b>Resultados</b></div> <p>Los fallos no se produjeron de manera seguida, cuando se instalen las mejoras. Habrá ahorro con respecto a las horas de paradas generales producidas. Costo de reparación se reducirá en un 75%</p>			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><b>Temas futuros</b></div> <p>Aunque se obtuvo un resultado satisfactorio en los separadores de la línea de inyección de suelas, se perdió la compatibilidad de piezas con nueve separadores en otras líneas. Se deberá reemplazar los cojinetes de esos separadores por cojinetes tipo C compatibles, conforme se desgasten los actuales.</p>		

**ANEXO 16: PRESUPUESTO DE INVERSIÓN**

Nombre o título del proyecto:	<b>IMPLEMENTACIÓN PLAN DE MANTENIMIENTO</b>		
FASE DE PLANIFICACIÓN	S/174,560.00		
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/159,067.00		
FASE DE SOSTENIBILIDAD	S/58,500.00		
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>S/392,127.00</b>		
<b>1. PLANIFICACIÓN :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Honorarios de investigadores	S/5,000.00	1	S/5,000.00
Costo de capacitaciones	S/15,000.00	1	S/15,000.00
Honorarios operadores de máquina y técnicos	S/2,300.00	55	S/126,500.00
Honorario de Jefes	S/5,500.00	5	S/27,500.00
Material didáctico y útiles	S/560.00	1	S/560.00
	<b>S/28,360.00</b>		<b>S/174,560.00</b>
<b>2. IMPLEMENTACIÓN :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Honorario investigadores	S/5,000.00	1	S/5,000.00
Honorarios operadores de máquina y técnicos	S/2,300.00	55	S/126,500.00
Honorario de Jefes	S/5,500.00	5	S/27,500.00
Materiales para la intervención	S/4,250.00	1	S/4,250.00
Impresión de textos de apoyo (fichas técnicas u otros)	S/459.00	1	S/459.00
Impresión y circulación de piezas comunicativas y de divulgación	S/358.00	1	S/358.00
	<b>S/12,867.00</b>		<b>S/159,067.00</b>
<b>3. SOSTENIBILIDAD :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Honorario de investigadores	S/5,000.00	1	S/5,000.00
Costos de auditorias	S/4,250.00	12	S/51,000.00
Finalización o edición registro informe final	S/2,500.00	1	S/2,500.00
	<b>S/11,750.00</b>		<b>S/58,500.00</b>

## ANEXO 17: CALCULO DE LA TASA MINIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO

<b>Tarea:</b>	Análisis económico financiero	<b>Empresa:</b>	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
<b>Fecha:</b>	16/02/2020	<b>Proceso:</b>	Análisis económico	
<b>Analista:</b>	Lester	<b>Áreas:</b>	Mantenimiento	
	Sunción Herrera			

Año	Inflación acumulada al último día de diciembre	100% + Inflación anual acumulada	Tipo de riesgo	i = premio al riesgo
2018	1.32	101.32	Bajo	1 a 10 %
2019	2.14	102.14	Medio	11 a 20 %
2020	1.83	101.83	Alto	>20%
2021	3.98	103.98		
2022	8.46	108.46		
<b>f = inflación media anual =</b>		<b>3.51%</b>		

**Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (2023)**

Ítem	Concepto	Valor
i	inflación	3.51%
f	premio al riesgo	15.00%
<b>TMAR</b>	<b>Tasa mínima aceptable de rendimiento</b>	<b>19.04%</b>

**Fuente: Baca (2017)**

**Fórmula:  $TMAR = i + f + if$**

## ANEXO 18: FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DE CAUSA RAÍZ 1: DESPUÉS DE LAS MEJORAS

FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DESPUÉS DE MEJORA DE LA CAUSA RAÍZ 1: FALTA DE PROCEDIMIENTOS PARA LA REPARACIÓN RÁPIDA DE FALLAS PRINCIPALES																							
Responsable:	Lester Sunción Herrera	Hora inicio:	10:00 a.m.	Fecha:	9.01.2023																		
Area:	Mantenimiento	Hora Final:	12:00 p.m.	Registro:	N° 01-Resultados																		
Objetivo:	Calcular el sobre costo generado por la causa raíz 1																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Costo por hora de mano de obra ( S/ /hr)</td> <td style="width: 5%;">S/</td> <td style="width: 45%;">90,00</td> </tr> <tr> <td>Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)</td> <td>S/</td> <td>750,00</td> </tr> <tr> <td>Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla</td> <td>S/</td> <td>150,00</td> </tr> <tr> <td>Costo de insumos por incidencia de falla</td> <td>S/</td> <td>65,00</td> </tr> <tr> <td>Gastos generales por incidencia de falla</td> <td>S/</td> <td>45,00</td> </tr> </table>	Costo por hora de mano de obra ( S/ /hr)	S/	90,00	Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)	S/	750,00	Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla	S/	150,00	Costo de insumos por incidencia de falla	S/	65,00	Gastos generales por incidencia de falla	S/	45,00	<p><b>Fórmula aplicada:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CTFEP = CMOI + CMR + CI + CMOE + GG + CHE</b></p> <p>CTFEP: Costo total de fallas en los equipos principales</p> <p>CMOI: Costo mano de obra interna</p> <p>CMR: Costo materiales y repuestos</p> <p>CI: Costo de insumos</p> <p>GG: Gastos generales: EE, Agua, Administrativos, etc.</p> <p>CHE: Costo de horas extras de planta</p>							
Costo por hora de mano de obra ( S/ /hr)	S/	90,00																					
Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)	S/	750,00																					
Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla	S/	150,00																					
Costo de insumos por incidencia de falla	S/	65,00																					
Gastos generales por incidencia de falla	S/	45,00																					
Mes	Número de incidencias de fallas en los equipos principales	Total de horas registradas por fallas en los equipos principales	Costo de mano de obra interna	Costo de materiales y repuestos	Costo de insumos	Gastos generales	Costo horas extras de planta	Costo total de fallas en los equipos principales															
Ene-22	2	4	S/ 360,00	S/ 300,00	S/ 130,00	S/ 90,00	S/ 3,000,00	S/ 3,880,00															
Feb-22	3	5	S/ 450,00	S/ 450,00	S/ 195,00	S/ 135,00	S/ 3,750,00	S/ 4,980,00															
Mar-22	3	5	S/ 450,00	S/ 450,00	S/ 195,00	S/ 135,00	S/ 3,750,00	S/ 4,980,00															
Abr-22	3	4	S/ 360,00	S/ 450,00	S/ 195,00	S/ 135,00	S/ 3,000,00	S/ 4,140,00															
May-22	3	5	S/ 450,00	S/ 450,00	S/ 195,00	S/ 135,00	S/ 3,750,00	S/ 4,980,00															
Jun-22	3	4	S/ 360,00	S/ 450,00	S/ 195,00	S/ 135,00	S/ 3,000,00	S/ 4,140,00															
Jul-22	4	6	S/ 540,00	S/ 600,00	S/ 260,00	S/ 180,00	S/ 4,500,00	S/ 6,080,00															
Ago-22	4	7	S/ 630,00	S/ 600,00	S/ 260,00	S/ 180,00	S/ 5,250,00	S/ 6,920,00															
Set-22	4	6	S/ 540,00	S/ 600,00	S/ 260,00	S/ 180,00	S/ 4,500,00	S/ 6,080,00															
Oct-22	3	4	S/ 360,00	S/ 450,00	S/ 195,00	S/ 135,00	S/ 3,000,00	S/ 4,140,00															
Nov-22	3	5	S/ 450,00	S/ 450,00	S/ 195,00	S/ 135,00	S/ 3,750,00	S/ 4,980,00															
Dic-22	2	4	S/ 360,00	S/ 300,00	S/ 130,00	S/ 90,00	S/ 3,000,00	S/ 3,880,00															
Promedio	3	5	S/ 442,50	S/ 462,50	S/ 200,42	S/ 138,75	S/ 3,687,50	S/ 4,931,67															
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>59</b>	S/ 5,310,00	S/ 5,550,00	S/ 2,405,00	S/ 1,665,00	S/ 44,250,00	S/ 59,180,00															

## ANEXO 19: FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DE CAUSA RAÍZ 2: DESPUÉS DE LAS MEJORAS

FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DESPUÉS DE MEJORA DE LA CAUSA RAÍZ 2: FALTA DE PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO REGULARES																			
Responsable:	Lester Surción Herrera			Hora inicio:	10:00 a.m.		Fecha:	9/01/2023											
Área:	Mantenimiento			Hora Final:	12:00 p.m.		Registro:	N° 01-Diagnóstico											
Objetivo:	Calcular el sobre costo generado por la causa raíz 2																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Costo por hora de mano de obra ( S/ / hr)</td> <td style="width: 50%;">S/ 90.00</td> </tr> <tr> <td>Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)</td> <td>S/ 750.00</td> </tr> <tr> <td>Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla</td> <td>S/ 150.00</td> </tr> <tr> <td>Costo de insumos por incidencia de falla</td> <td>S/ 65.00</td> </tr> <tr> <td>Gastos generales por incidencia de falla</td> <td>S/ 45.00</td> </tr> </table>	Costo por hora de mano de obra ( S/ / hr)	S/ 90.00	Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)	S/ 750.00	Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla	S/ 150.00	Costo de insumos por incidencia de falla	S/ 65.00	Gastos generales por incidencia de falla	S/ 45.00	<p><b>Fórmula aplicada:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CTCANP = CMOI + CMR + CI + CMOE + GG + CHE</b></p> <p>CTCANP: Costo total de cambios y ajustes no programados</p> <p>CMOI: Costo mano de obra interna</p> <p>CMR: Costo materiales y repuestos</p> <p>CI: Costo de insumos</p> <p>GG: Gastos generales: EE, Agua, Administrativos, etc.</p> <p>CHE: Costo de horas extras de planta</p>								
Costo por hora de mano de obra ( S/ / hr)	S/ 90.00																		
Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)	S/ 750.00																		
Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla	S/ 150.00																		
Costo de insumos por incidencia de falla	S/ 65.00																		
Gastos generales por incidencia de falla	S/ 45.00																		
Mes	Número de incidencias de cambios y ajustes no programados	Total de horas registradas por cambios y ajustes no programados	Costo de mano de obra interna	Costo de materiales y repuestos	Costo de insumos	Gastos generales	Costo horas extras de planta	Costo total de cambios y ajustes no programados	Costo total de cambios y ajustes no programados	Costo total de cambios y ajustes no programados									
Ene-22	4	2	S/ 180.00	S/ 600.00	S/ 260.00	S/ 180.00	S/ 1,500.00	S/ 2,720.00	S/ 2,720.00	S/ 2,720.00									
Feb-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00	S/ 2,460.00	S/ 2,460.00									
Mar-22	4	2	S/ 180.00	S/ 600.00	S/ 260.00	S/ 180.00	S/ 1,500.00	S/ 2,720.00	S/ 2,720.00	S/ 2,720.00									
Abr-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00	S/ 2,460.00	S/ 2,460.00									
May-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00	S/ 2,460.00	S/ 2,460.00									
Jun-22	3	3	S/ 270.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 2,250.00	S/ 3,300.00	S/ 3,300.00	S/ 3,300.00									
Jul-22	3	3	S/ 270.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 2,250.00	S/ 3,300.00	S/ 3,300.00	S/ 3,300.00									
Ago-22	4	3	S/ 270.00	S/ 600.00	S/ 260.00	S/ 180.00	S/ 2,250.00	S/ 3,560.00	S/ 3,560.00	S/ 3,560.00									
Set-22	3	3	S/ 270.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 2,250.00	S/ 3,300.00	S/ 3,300.00	S/ 3,300.00									
Oct-22	2	3	S/ 270.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 2,250.00	S/ 3,040.00	S/ 3,040.00	S/ 3,040.00									
Nov-22	4	3	S/ 270.00	S/ 600.00	S/ 260.00	S/ 180.00	S/ 2,250.00	S/ 3,560.00	S/ 3,560.00	S/ 3,560.00									
Dic-22	2	2	S/ 180.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 1,500.00	S/ 2,200.00	S/ 2,200.00	S/ 2,200.00									
<b>Promedio</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>S/ 225.00</b>	<b>S/ 475.00</b>	<b>S/ 205.83</b>	<b>S/ 142.50</b>	<b>S/ 1,875.00</b>	<b>S/ 2,923.33</b>	<b>S/ 2,923.33</b>	<b>S/ 2,923.33</b>									
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>S/ 2,700.00</b>	<b>S/ 5,700.00</b>	<b>S/ 2,470.00</b>	<b>S/ 1,710.00</b>	<b>S/ 22,500.00</b>	<b>S/ 35,080.00</b>	<b>S/ 35,080.00</b>	<b>S/ 35,080.00</b>									

## ANEXO 20: FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DE CAUSA RAÍZ 3: DESPUÉS DE LAS MEJORAS

FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DESPUÉS DE MEJORA DE LA CAUSA RAÍZ 3: FALTA DE PROCEDIMIENTOS PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTOS BÁSICOS Y PREVENTIVOS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO																																																																																																																																															
Responsable:	Lester Sunción Herrera	Hora inicio:	10:00 a.m.	Fecha:	9/01/2023																																																																																																																																										
Área:	Mantenimiento	Hora Final:	12:00 p.m.	Registro:	N° 01-Diagnóstico																																																																																																																																										
Objetivo:	Calcular el sobrecosto generado por la causa raíz 3																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Costo por hora de mano de obra ( S/ / hr)</td> <td style="width: 5%;">S/</td> <td style="width: 25%;">90.00</td> </tr> <tr> <td>Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)</td> <td>S/</td> <td>750.00</td> </tr> <tr> <td>Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla</td> <td>S/</td> <td>150.00</td> </tr> <tr> <td>Costo de insumos por incidencia de falla</td> <td>S/</td> <td>65.00</td> </tr> <tr> <td>Gastos generales por incidencia de falla</td> <td>S/</td> <td>45.00</td> </tr> </table>	Costo por hora de mano de obra ( S/ / hr)	S/	90.00	Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)	S/	750.00	Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla	S/	150.00	Costo de insumos por incidencia de falla	S/	65.00	Gastos generales por incidencia de falla	S/	45.00	<p><b>Fórmula aplicada:</b></p> $CTOPM = CMOI + CMR + CI + CMOE + GG + CHE$ <p>CTOPM: Costo total de ocio y paradas menores</p> <p>CMOI: Costo mano de obra interna</p> <p>CMR: Costo materiales y repuestos</p> <p>CI: Costo de insumos</p> <p>GG: Gastos generales: EE, Agua, Administrativos, etc.</p> <p>CHE: Costo de horas extras de planta</p>																																																																																																																															
Costo por hora de mano de obra ( S/ / hr)	S/	90.00																																																																																																																																													
Costo por hora extra de planta ( S/ / hr)	S/	750.00																																																																																																																																													
Costo de materiales y repuestos por incidencia de falla	S/	150.00																																																																																																																																													
Costo de insumos por incidencia de falla	S/	65.00																																																																																																																																													
Gastos generales por incidencia de falla	S/	45.00																																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Número de incidencias de ocio y paradas menores</th> <th>Total de horas registradas por ocio y paradas menores</th> <th>Costo de mano de obra interna</th> <th>Costo de materiales y repuestos</th> <th>Costo de insumos</th> <th>Gastos generales</th> <th>Costo horas extras de planta</th> <th>Costo total de ocio y paradas menores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Ene-22</td><td>2</td><td>2</td><td>S/ 180.00</td><td>S/ 300.00</td><td>S/ 130.00</td><td>S/ 90.00</td><td>S/ 1,500.00</td><td>S/ 2,200.00</td></tr> <tr><td>Feb-22</td><td>3</td><td>2</td><td>S/ 180.00</td><td>S/ 450.00</td><td>S/ 195.00</td><td>S/ 135.00</td><td>S/ 1,500.00</td><td>S/ 2,460.00</td></tr> <tr><td>Mar-22</td><td>2</td><td>2</td><td>S/ 180.00</td><td>S/ 300.00</td><td>S/ 130.00</td><td>S/ 90.00</td><td>S/ 1,500.00</td><td>S/ 2,200.00</td></tr> <tr><td>Abr-22</td><td>3</td><td>1</td><td>S/ 90.00</td><td>S/ 450.00</td><td>S/ 195.00</td><td>S/ 135.00</td><td>S/ 750.00</td><td>S/ 1,620.00</td></tr> <tr><td>May-22</td><td>3</td><td>2</td><td>S/ 180.00</td><td>S/ 450.00</td><td>S/ 195.00</td><td>S/ 135.00</td><td>S/ 1,500.00</td><td>S/ 2,460.00</td></tr> <tr><td>Jun-22</td><td>3</td><td>2</td><td>S/ 180.00</td><td>S/ 450.00</td><td>S/ 195.00</td><td>S/ 135.00</td><td>S/ 1,500.00</td><td>S/ 2,460.00</td></tr> <tr><td>Jul-22</td><td>2</td><td>2</td><td>S/ 180.00</td><td>S/ 300.00</td><td>S/ 130.00</td><td>S/ 90.00</td><td>S/ 1,500.00</td><td>S/ 2,200.00</td></tr> <tr><td>Ago-22</td><td>2</td><td>2</td><td>S/ 180.00</td><td>S/ 300.00</td><td>S/ 130.00</td><td>S/ 90.00</td><td>S/ 1,500.00</td><td>S/ 2,200.00</td></tr> <tr><td>Set-22</td><td>3</td><td>2</td><td>S/ 180.00</td><td>S/ 450.00</td><td>S/ 195.00</td><td>S/ 135.00</td><td>S/ 1,500.00</td><td>S/ 2,460.00</td></tr> <tr><td>Oct-22</td><td>3</td><td>2</td><td>S/ 180.00</td><td>S/ 450.00</td><td>S/ 195.00</td><td>S/ 135.00</td><td>S/ 1,500.00</td><td>S/ 2,460.00</td></tr> <tr><td>Nov-22</td><td>3</td><td>1</td><td>S/ 90.00</td><td>S/ 450.00</td><td>S/ 195.00</td><td>S/ 135.00</td><td>S/ 750.00</td><td>S/ 1,620.00</td></tr> <tr><td>Dic-22</td><td>2</td><td>2</td><td>S/ 180.00</td><td>S/ 300.00</td><td>S/ 130.00</td><td>S/ 90.00</td><td>S/ 1,500.00</td><td>S/ 2,200.00</td></tr> <tr><td><b>Promedio</b></td><td><b>3</b></td><td><b>2</b></td><td><b>S/ 165.00</b></td><td><b>S/ 387.50</b></td><td><b>S/ 167.92</b></td><td><b>S/ 116.25</b></td><td><b>S/ 1,375.00</b></td><td><b>S/ 2,211.67</b></td></tr> <tr><td><b>Total</b></td><td><b>31</b></td><td><b>22</b></td><td><b>S/ 1,980.00</b></td><td><b>S/ 4,650.00</b></td><td><b>S/ 2,015.00</b></td><td><b>S/ 1,395.00</b></td><td><b>S/ 16,500.00</b></td><td><b>S/ 26,540.00</b></td></tr> </tbody> </table>									Mes	Número de incidencias de ocio y paradas menores	Total de horas registradas por ocio y paradas menores	Costo de mano de obra interna	Costo de materiales y repuestos	Costo de insumos	Gastos generales	Costo horas extras de planta	Costo total de ocio y paradas menores	Ene-22	2	2	S/ 180.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 1,500.00	S/ 2,200.00	Feb-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00	Mar-22	2	2	S/ 180.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 1,500.00	S/ 2,200.00	Abr-22	3	1	S/ 90.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 750.00	S/ 1,620.00	May-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00	Jun-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00	Jul-22	2	2	S/ 180.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 1,500.00	S/ 2,200.00	Ago-22	2	2	S/ 180.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 1,500.00	S/ 2,200.00	Set-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00	Oct-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00	Nov-22	3	1	S/ 90.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 750.00	S/ 1,620.00	Dic-22	2	2	S/ 180.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 1,500.00	S/ 2,200.00	<b>Promedio</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>S/ 165.00</b>	<b>S/ 387.50</b>	<b>S/ 167.92</b>	<b>S/ 116.25</b>	<b>S/ 1,375.00</b>	<b>S/ 2,211.67</b>	<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>S/ 1,980.00</b>	<b>S/ 4,650.00</b>	<b>S/ 2,015.00</b>	<b>S/ 1,395.00</b>	<b>S/ 16,500.00</b>	<b>S/ 26,540.00</b>
Mes	Número de incidencias de ocio y paradas menores	Total de horas registradas por ocio y paradas menores	Costo de mano de obra interna	Costo de materiales y repuestos	Costo de insumos	Gastos generales	Costo horas extras de planta	Costo total de ocio y paradas menores																																																																																																																																							
Ene-22	2	2	S/ 180.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 1,500.00	S/ 2,200.00																																																																																																																																							
Feb-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00																																																																																																																																							
Mar-22	2	2	S/ 180.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 1,500.00	S/ 2,200.00																																																																																																																																							
Abr-22	3	1	S/ 90.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 750.00	S/ 1,620.00																																																																																																																																							
May-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00																																																																																																																																							
Jun-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00																																																																																																																																							
Jul-22	2	2	S/ 180.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 1,500.00	S/ 2,200.00																																																																																																																																							
Ago-22	2	2	S/ 180.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 1,500.00	S/ 2,200.00																																																																																																																																							
Set-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00																																																																																																																																							
Oct-22	3	2	S/ 180.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 1,500.00	S/ 2,460.00																																																																																																																																							
Nov-22	3	1	S/ 90.00	S/ 450.00	S/ 195.00	S/ 135.00	S/ 750.00	S/ 1,620.00																																																																																																																																							
Dic-22	2	2	S/ 180.00	S/ 300.00	S/ 130.00	S/ 90.00	S/ 1,500.00	S/ 2,200.00																																																																																																																																							
<b>Promedio</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>S/ 165.00</b>	<b>S/ 387.50</b>	<b>S/ 167.92</b>	<b>S/ 116.25</b>	<b>S/ 1,375.00</b>	<b>S/ 2,211.67</b>																																																																																																																																							
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>S/ 1,980.00</b>	<b>S/ 4,650.00</b>	<b>S/ 2,015.00</b>	<b>S/ 1,395.00</b>	<b>S/ 16,500.00</b>	<b>S/ 26,540.00</b>																																																																																																																																							

## ANEXO 21: FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DE CAUSA RAÍZ 5: DESPUÉS DE LAS MEJORAS

FICHA DOCUMENTAL DE COSTEO DESPUÉS DE MEJORA DE LA DE CAUSA RAÍZ 5: FALTA DE ESTRATEGIAS ORIENTADAS A MEJORAR Y ASEGURAR LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS EN LAS MÁQUINAS																																																																																																															
Responsable:	Lester Sunción Herrera	Hora inicio:	10:00 a.m.	Fecha:	9/01/2023																																																																																																										
Área:	Mantenimiento	Hora Final:	12:00 p.m.	Registro:	N° 01-Diagnóstico																																																																																																										
Objetivo:	Calcular el sobrecosto generado por la causa raíz 5																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Costo de mano de obra directa por producto</td> <td style="width: 5%;">S/</td> <td style="width: 25%;">6.00</td> </tr> <tr> <td>Costo de materiales directos por producto</td> <td>S/</td> <td>24.00</td> </tr> <tr> <td>Costos indirectos de fabricación por producto</td> <td>S/</td> <td>8.50</td> </tr> </table>	Costo de mano de obra directa por producto	S/	6.00	Costo de materiales directos por producto	S/	24.00	Costos indirectos de fabricación por producto	S/	8.50	<p><b>Fórmula aplicada:</b></p> $CTPR = CMOD + CMD + CIF$ <p>CTPR: Costo total de producción rechazada</p> <p>CMOD: Costo mano de obra directa</p> <p>CMD: Costo materiales directos</p> <p>CIF: Costo indirectos de fabricación</p>																																																																																																					
Costo de mano de obra directa por producto	S/	6.00																																																																																																													
Costo de materiales directos por producto	S/	24.00																																																																																																													
Costos indirectos de fabricación por producto	S/	8.50																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Número de incidencias de defectos en el proceso</th> <th>Producción rechazada (Pares de zapatos)</th> <th>Costo de mano de obra directa</th> <th>Costo de materiales directos</th> <th>Costos indirectos de fabricación</th> <th>Costo total de producción rechazada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Ene-22</td><td>2</td><td>38</td><td>S/ 228.00</td><td>S/ 912.00</td><td>S/ 323.00</td><td>S/ 1,463.00</td></tr> <tr><td>Feb-22</td><td>2</td><td>48</td><td>S/ 288.00</td><td>S/ 1,152.00</td><td>S/ 408.00</td><td>S/ 1,848.00</td></tr> <tr><td>Mar-22</td><td>2</td><td>52</td><td>S/ 312.00</td><td>S/ 1,248.00</td><td>S/ 442.00</td><td>S/ 2,002.00</td></tr> <tr><td>Abr-22</td><td>2</td><td>50</td><td>S/ 300.00</td><td>S/ 1,200.00</td><td>S/ 425.00</td><td>S/ 1,925.00</td></tr> <tr><td>May-22</td><td>2</td><td>61</td><td>S/ 366.00</td><td>S/ 1,464.00</td><td>S/ 518.50</td><td>S/ 2,348.50</td></tr> <tr><td>Jun-22</td><td>2</td><td>59</td><td>S/ 354.00</td><td>S/ 1,416.00</td><td>S/ 501.50</td><td>S/ 2,271.50</td></tr> <tr><td>Jul-22</td><td>2</td><td>49</td><td>S/ 294.00</td><td>S/ 1,176.00</td><td>S/ 416.50</td><td>S/ 1,886.50</td></tr> <tr><td>Ago-22</td><td>2</td><td>58</td><td>S/ 348.00</td><td>S/ 1,392.00</td><td>S/ 493.00</td><td>S/ 2,233.00</td></tr> <tr><td>Set-22</td><td>2</td><td>50</td><td>S/ 300.00</td><td>S/ 1,200.00</td><td>S/ 425.00</td><td>S/ 1,925.00</td></tr> <tr><td>Oct-22</td><td>2</td><td>61</td><td>S/ 366.00</td><td>S/ 1,464.00</td><td>S/ 518.50</td><td>S/ 2,348.50</td></tr> <tr><td>Nov-22</td><td>2</td><td>61</td><td>S/ 366.00</td><td>S/ 1,464.00</td><td>S/ 518.50</td><td>S/ 2,348.50</td></tr> <tr><td>Dic-22</td><td>2</td><td>59</td><td>S/ 354.00</td><td>S/ 1,416.00</td><td>S/ 501.50</td><td>S/ 2,271.50</td></tr> <tr><td><b>Promedio</b></td><td><b>2</b></td><td><b>54</b></td><td><b>S/ 323.00</b></td><td><b>S/ 1,292.00</b></td><td><b>S/ 457.58</b></td><td><b>S/ 2,072.58</b></td></tr> <tr><td><b>Total</b></td><td><b>24</b></td><td><b>646</b></td><td><b>S/ 3,876.00</b></td><td><b>S/ 15,504.00</b></td><td><b>S/ 5,491.00</b></td><td><b>S/ 24,871.00</b></td></tr> </tbody> </table>							Mes	Número de incidencias de defectos en el proceso	Producción rechazada (Pares de zapatos)	Costo de mano de obra directa	Costo de materiales directos	Costos indirectos de fabricación	Costo total de producción rechazada	Ene-22	2	38	S/ 228.00	S/ 912.00	S/ 323.00	S/ 1,463.00	Feb-22	2	48	S/ 288.00	S/ 1,152.00	S/ 408.00	S/ 1,848.00	Mar-22	2	52	S/ 312.00	S/ 1,248.00	S/ 442.00	S/ 2,002.00	Abr-22	2	50	S/ 300.00	S/ 1,200.00	S/ 425.00	S/ 1,925.00	May-22	2	61	S/ 366.00	S/ 1,464.00	S/ 518.50	S/ 2,348.50	Jun-22	2	59	S/ 354.00	S/ 1,416.00	S/ 501.50	S/ 2,271.50	Jul-22	2	49	S/ 294.00	S/ 1,176.00	S/ 416.50	S/ 1,886.50	Ago-22	2	58	S/ 348.00	S/ 1,392.00	S/ 493.00	S/ 2,233.00	Set-22	2	50	S/ 300.00	S/ 1,200.00	S/ 425.00	S/ 1,925.00	Oct-22	2	61	S/ 366.00	S/ 1,464.00	S/ 518.50	S/ 2,348.50	Nov-22	2	61	S/ 366.00	S/ 1,464.00	S/ 518.50	S/ 2,348.50	Dic-22	2	59	S/ 354.00	S/ 1,416.00	S/ 501.50	S/ 2,271.50	<b>Promedio</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>S/ 323.00</b>	<b>S/ 1,292.00</b>	<b>S/ 457.58</b>	<b>S/ 2,072.58</b>	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>646</b>	<b>S/ 3,876.00</b>	<b>S/ 15,504.00</b>	<b>S/ 5,491.00</b>	<b>S/ 24,871.00</b>
Mes	Número de incidencias de defectos en el proceso	Producción rechazada (Pares de zapatos)	Costo de mano de obra directa	Costo de materiales directos	Costos indirectos de fabricación	Costo total de producción rechazada																																																																																																									
Ene-22	2	38	S/ 228.00	S/ 912.00	S/ 323.00	S/ 1,463.00																																																																																																									
Feb-22	2	48	S/ 288.00	S/ 1,152.00	S/ 408.00	S/ 1,848.00																																																																																																									
Mar-22	2	52	S/ 312.00	S/ 1,248.00	S/ 442.00	S/ 2,002.00																																																																																																									
Abr-22	2	50	S/ 300.00	S/ 1,200.00	S/ 425.00	S/ 1,925.00																																																																																																									
May-22	2	61	S/ 366.00	S/ 1,464.00	S/ 518.50	S/ 2,348.50																																																																																																									
Jun-22	2	59	S/ 354.00	S/ 1,416.00	S/ 501.50	S/ 2,271.50																																																																																																									
Jul-22	2	49	S/ 294.00	S/ 1,176.00	S/ 416.50	S/ 1,886.50																																																																																																									
Ago-22	2	58	S/ 348.00	S/ 1,392.00	S/ 493.00	S/ 2,233.00																																																																																																									
Set-22	2	50	S/ 300.00	S/ 1,200.00	S/ 425.00	S/ 1,925.00																																																																																																									
Oct-22	2	61	S/ 366.00	S/ 1,464.00	S/ 518.50	S/ 2,348.50																																																																																																									
Nov-22	2	61	S/ 366.00	S/ 1,464.00	S/ 518.50	S/ 2,348.50																																																																																																									
Dic-22	2	59	S/ 354.00	S/ 1,416.00	S/ 501.50	S/ 2,271.50																																																																																																									
<b>Promedio</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>S/ 323.00</b>	<b>S/ 1,292.00</b>	<b>S/ 457.58</b>	<b>S/ 2,072.58</b>																																																																																																									
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>646</b>	<b>S/ 3,876.00</b>	<b>S/ 15,504.00</b>	<b>S/ 5,491.00</b>	<b>S/ 24,871.00</b>																																																																																																									