



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO SEGÚN EL ENFOQUE DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN EL ÁREA DE HILANDERÍA, EMPRESA CREDITEX-TRUJILLO.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Bach. Jorge Luis Díaz Huaripata

ASESOR:

Ing. Miguel Ángel Rodríguez Alza

Trujillo – Perú
2018

DEDICATORIA

A nuestro Padre Celestial por darme la vida y la oportunidad de realizar mis metas.

A mis padres:

Porque siempre me apoyaron a no decaer en el camino.

A mi esposa por insistir y presionar a seguir creciendo como profesional.

A mis hijos que son el motivo de mi constante lucha por ellos es el esfuerzo realizado.

EPÍGRAFE

“No se puede llegar a la perfección sin haber cometido por lo menos un error”

(Anónimo)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis compañeros, amigos presentes y pasados que compartieron su conocimiento y no me dejaron desistir.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración la presente Proyecto intitulado:

PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO SEGÚN EL ENFOQUE DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN EL ÁREA DE HILANDERÍA, EMPRESA CREDITEX-TRUJILLO.

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los primeros días de junio a octubre del año 2017, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otras Proyectos o Investigaciones.

Bach. Jorge Luis Díaz Huaripata

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor: Miguel Ángel Rodríguez Alza

Jurado 1: Jorge Alfaro Rosas.

Jurado 2: Lucy Valery Claros Campos.

Jurado 3: Carlos Enrique Mendoza Ocaña.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue reducir tiempos de mantenimiento aplicando la (TPM) en la empresa Creditex S.A.A., en base a un diseño descriptivo-transversal, aplicada en el área del proceso productivo, específicamente para el área de almacén y mantenimiento, se empleó el análisis documental mediante formatos de costos y producción para el cálculo del costo de pérdida de Kg. no producido por tiempo de parada por mantenimiento generado por diferentes causas raíces. Del estudio se concluyó que las mejoras en la gestión de mantenimiento basadas en la implementación de un plan de mantenimiento, un formato de control de mantenimiento y una planificación de requerimientos de material (MRP) permiten reducir los tiempos de parada de producción; esto se respalda con el diagnóstico del proceso de mantenimiento a través de sus indicadores, con una aplicación del mantenimiento preventivo en un 59.02% de sus procesos y un 15.38% de equipos con seguimiento adecuado que generan un promedio anual de S/.87,840 en pérdidas por fallos en la maquinaria (costo de reparación), un 4.17% de procesos supervisados y un 20.83% de procesos estandarizados que generan un promedio anual de S/.123,370.37 en pérdidas por parada de producción por mantenimiento (costo por disponibilidad de máquina), y un 55% de requerimientos insatisfechos de materiales que genera S/.101,931.22 de pérdidas por demora en la entrega de repuestos al mantenimiento (costo por escasez de inventario); tras la aplicación de las mejoras antes mencionadas, las pérdidas por fallas y demoras se redujeron, lo que se traduce en una mayor producción anual para la empresa Creditex S.A.A. en S/.120,440.47. Esto se respalda al obtener indicadores económicos y financieros favorables, siendo el VANE S/. 143,013.89 soles y la TIRE 69.86% superior al COK de 20%.

ABSTRACT

The objective of this research was to reduce maintenance times by applying the (TPM) in the company Creditex SAA, based on a descriptive-transversal design, applied in the area of the production process, specifically for the area of storage and maintenance, was used the documentary analysis by means of cost and production formats for the calculation of the cost of loss of Kg. not produced by stop time for maintenance generated by different root causes. The study concluded that improvements in maintenance management based on the implementation of a maintenance plan, a maintenance control format and a material requirements planning (MRP) allow to reduce production downtime; this is supported by the diagnosis of the maintenance process through its indicators, with an application of preventive maintenance in 59.02% of its processes and 15.38% of equipment with adequate monitoring that generate an annual average of S / .87,840 in losses due to machinery failures (repair cost), 4.17% of supervised processes and 20.83% of standardized processes that generate an annual average of S / .123,370.37 in losses due to production shutdown due to maintenance (cost due to machine availability), and 55% of unsatisfied material requirements that generate S / .101,931.22 of losses due to delay in the delivery of spare parts to maintenance (cost due to shortage of inventory); After applying the aforementioned improvements, the losses due to failures and delays were reduced, which translates into a higher annual production for the company Creditex S.A.A. in S / .120,440.47. This is supported by obtaining favorable economic and financial indicators, with VANE S / . 143,013.89 soles and the TIRE 69.86% higher than the COK of 20%.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACIÓN	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPITULO 1	1
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACION	1
1.1 Descripción del problema de investigación.....	2
1.2 Formulación del Problema	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5 Justificación.....	4
1.8. Variables	5
1.8.2. Operacionalización de variables	6
1.9. Diseño de la Investigación	7
CAPITULO 2	8
REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1 Antecedentes de la Investigación	9
2.2 Base Teórica.....	10
2.3 Definición de Términos	22
CAPITULO 3	24
DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL	24
3.1 Descripción General de la Empresa	25
3.1.2 Ubicación:	25
3.1.3 Visión:.....	26

3.1.4 Misión:	26
3.1.5 Valores:	26
3.1.6 Organigrama:	27
3.1.7 Recursos Humanos:	28
3.1.8 Principales productos:	28
3.1.9 Clientes:	28
3.1.10 Proveedores:	29
3.1.11 Competidores:	30
CAPÍTULO 4	34
SOLUCIÓN PROPUESTA	34
4.1. CR5: Falta de un plan de mantenimiento preventivo íntegro	35
4.2. CR4: Ausencia de seguimiento y medición	36
4.3 CR1: No existe supervisión inmediata de las tareas de mantenimiento y CR6: Falta estandarizar el proceso de mantenimiento.	39
4.4 CR3: Falta un plan de requerimiento de materiales	45
EVALUACIÓN ECONÓMICA	48
5.1. Inversión de la propuesta	49
5.2. Beneficio de la propuesta	51
5.3. Evaluación económica	52
6.1. Resultados	56
6.2 Discusión	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
7.1. Conclusiones	64
7.2. Recomendaciones	65
Bibliografía	66
ANEXOS	68
ANEXO A: Plan de Mantenimiento	69
Entrada y salidas del MRP	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Operacionalización de variable gestión de mantenimiento y costos operativos	6
Tabla 3.3.1. Proyección del beneficio resultante de las acciones a las causas raíces	24
Tabla 4.1.1 Total de máquinas controladas con el mantenimiento actual	35
Tabla 4.1.2 Total de máquinas controladas con el plan de mantenimiento	36
Tabla 4.2.1 Total de máquinas controladas con seguimiento actual.....	37
Tabla 4.2.2 Total de máquinas controladas con el formato de control	38
Tabla 4.2.3 Tiempo Actual / Costos	38
Tabla 4.2.4 Tiempo Optimizado / Costos.....	39
Tabla 4.3.1 Diagrama analítico de tiempos empleados en un mantenimiento	40
Tabla 4.3.2 Estandarización de operaciones actual.....	41
Tabla 4.3.3 Producción perdida actual por mantenimiento	42
Tabla 4.3.4 Mejora y estandarización en las operaciones de mantenimiento	42
Tabla 4.3.5 Diagrama analítico de tiempos empleados en un mantenimiento propuesta.....	43
Tabla 4.3.6 Producción perdida propuesta	44
Tabla 4.3.7 Estandarización de procesos propuesta.....	45
Tabla 4.4.1 Lista de materiales y/o repuestos no disponibles en almacén en un periodo anual	46
Tabla 4.4.2 Lista de materiales y/o repuestos no disponibles en almacén optimizado en un periodo anual	47
Tabla 5.1.1: Inversión de materiales y equipos para el Plan de mantenimiento y estandarización de operaciones.	49
Tabla 5.1.2: Depreciación y valor residual de equipos para el Plan de mantenimiento y estandarización de operaciones.	49
Tabla 5.1.3: Inversión de la propuesta de MRP	50
Tabla 5.1.4: Inversión de la evaluación y monitoreo de las capacitaciones	50
Tabla 5.1.5: Resumen de costos de inversiones y depreciación.....	50
Tabla 5.2.1: Beneficio de la propuesta de Plan de Mantenimiento.....	51
Tabla 5.2.2: Beneficio de la propuesta de Estandarización de procesos	51
Tabla 5.2.3: Beneficio de la propuesta de MRP.....	51
Tabla 5.3.1: Estado de resultados para la propuesta de mejora con recursos propios.	52
Tabla 5.3.2: Flujo de caja económico	52
Tabla 5.3.3. Determinación de indicadores económicos	53
Tabla 6.1. Resumen de costo perdido actual y beneficio de las propuestas a las Causas Raíces	55

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Pilares, procesos fundamentales, del TPM.	14
Figura N° 2. Tratamiento de los ajustes.	19
Figura N° 3. Rendimiento Operacional – Efectividad Total.	22
Figura N° 4. Localización de Hilandería norte de Creditex S.A.A. (mapa).	25
Figura N° 5. Organigrama de la empresa.	27
Figura N° 6. Diagrama de Ishikawa.....	32
Figura N° 7: Comparación de los costos perdidos antes y después de las propuestas.	56
Figura N° 8: Costos actuales y mejorados de las causas raíces del área de Calidad.	57
Figura N° 9: Valor actual y meta de la causa raíz con respecto a la aplicación de un mantenimiento preventivo	58
Figura N° 10: Valor actual y meta de la causa raíz con respecto al seguimiento y medición del mantenimiento en los equipos.	58
Figura N° 11 Pérdida actual y mejorada con el desarrollo del Plan de Mantenimiento.	59
Figura N° 12: Valor actual y meta de la causa raíz con respecto a la Estandarización del Proceso.....	60
Figura N° 13: Valor actual y meta de la causa raíz con respecto a la supervisión de procesos.	60
Figura N° 14: Pérdida actual y mejorada con el desarrollo del sistema Estandarización del Proceso.	61
Figura N° 15: Valor actual y meta de la causa raíz con respecto a los requerimientos insatisfechos de materiales.	62
Figura N° 16: Pérdida actual y mejorada con el desarrollo un MRP.	62

INTRODUCCIÓN

La competitividad empresarial actual exige a las empresas a mejorar su gestión a través de la innovación y optimización de sus procesos, por ello, la presente investigación muestra la propuesta para reducir los costos operativos de mantenimiento en la empresa CREDITEX S.A.A. bajo la filosofía de un programa mantenimiento productivo total (TPM), donde los procesos que afectan directamente en la producción, resultan de gran interés para las empresas, como el proceso de mantenimiento, cuya función es darle un soporte al sistema productivo haciendo que este sea continuo. Es por ello, que se enfoca en mejorar los procesos de gestión en el mantenimiento de máquinas para asegurar la continuidad de la producción así como la reducción de los costos de mantenimiento mediante propuestas de mejora a cada una de las causas raíces que intervienen en el proceso.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con la presente investigación.

En el Capítulo III, se desarrolla el diagnóstico y situación actual de la empresa objeto de estudio

En el Capítulo IV, Se desarrolla las herramientas a utilizar para la solución de las causas raíces.

En el Capítulo V, Se realizar la evaluación económica financiera de los elementos de la propuesta de mejora.

En el Capítulo VI, se realiza un análisis de la variación numérica de los indicadores actuales y propuestas a fin de entender el origen de los beneficios económicos obtenidos.

Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

Además la presente investigación permitirá a los lectores conocer la importancia de aplicar un sistema de implementación de un programa mantenimiento productivo total, nos permitirá incrementar la disponibilidad de las máquinas y reducir las paradas por las fallas de las mismas, creando una cultura de mantenimiento.

CAPITULO 1

GENERALIDADES DE LA

INVESTIGACION

1.1 Descripción del problema de investigación

Gestionar la producción en una industria, es un reto fundamental que deben asumir los jefes, supervisores y fundamentalmente la gerencia de toda empresa; ello toda vez que, es esta última, quien debe plantear los lineamientos o direccionamiento estratégico, que permita alinear los objetivos de las diferentes áreas, como es el caso del área de mantenimiento, con los objetivos del área de producción; pues solo así se garantizará reducir los costos excesivos e innecesarios que se pudieran estar presentando.

CREDITEX S.A.A., es una empresa líder en el rubro textil a nivel nacional, aunque su nivel de ventas se ha visto afectado a causa del Tratado de Libre Comercio (TLC) con China; se le suma a esta situación el impacto que viene teniendo el área de mantenimiento en los altos costos operacionales, evidenciado principalmente, el costo por paradas de máquinas, esto es lo que se deja producir, ascendiendo en promedio al año a más de 900 mil soles; así mismo de otro lado, se verifican costos promedio anuales, por las paradas imprevistas, que bordean los 90 mil soles. Al respecto es preciso citar a Salas (2012), quien permite comprender el problema por la existencia de una gestión de mantenimiento inadecuado, resaltando la importancia fundamental de las tareas de mantenimiento preventivo, como es el caso de la “[...] inspección, lubricación y limpieza, siendo la primera la actividad más importante, debida que identifica que componentes de la máquina no funcionan correctamente” (p. 187); así también el citado autor considera que, el problema se explica por las ya conocidas cinco Ss, siendo que, estas permiten clasificar (seiri), organizar (seiton), limpiar (seiso), mantener la higiene (seiketsu) y disciplina y compromiso (shitsuke), aspectos que tanto hace falta en el área de almacén, para lograr una gestión efectiva que responda a la disposición oportuna de los materiales y/o repuestos requeridos para el cumplimiento de las tareas de mantenimiento.

Naturalmente, la falta de efectividad en la gestión de los repuestos y/o materiales responde a la inexistencia de planes de seguimiento o control, así como a la falta de estandarización de las operaciones de mantenimiento, como es características del área de mantenimiento en la empresa Creditex; finalmente todo ello conlleva a realizar planes de mantenimiento preventivos no íntegros, es decir, incompletos, más aún si halla se le suma, la ineficiente gestión de los recursos humanos, los cuales no vienen siendo asignados acorde con la naturaleza de la tareas de mantenimiento. Al respecto como bien se mencionó en la parte introductoria, la problemática es explicable de acuerdo con el estudio García, Romero y Noriega (2012), por la falta de compromiso de la gerencia en las actividades de mantenimiento, siendo que en la empresa objeto de estudio, las tareas o actividades de mantenimiento, se vienen desarrollando de forma empírica, es decir no están sustentadas en un enfoque o metodología de gestión que busque responder al uso.

Al respecto con miras a contribuir con la solución del problema en la empresa objeto de estudio, es preciso citar a Parra y Crespo (2012), quienes permiten comprender la esencia de lo que significa la gestión de mantenimiento:

[...] incluye todas aquellas actividades de gestión que determina los objetivos o prioridades de mantenimiento (que se definen como las metas aceptadas por la dirección y el departamento de mantenimiento), las estrategias (definidas como los métodos de gestión que se utilizan para conseguir esas metas u objetivos), y las responsabilidades en la gestión. Lo anterior permitirá en el día a día, implementar estas estrategias planificando, programando y controlando la ejecución del mantenimiento para su realización y mejora, teniendo siempre en cuenta aquellos aspectos económicos relevantes para la organización (p. 1)

De la cita anterior se denota que, la gestión de mantenimiento, implica controlar los diferentes recursos implicados, tanto en el área de mantenimiento, como el área de producción, pues esto garantizará la realización de tareas que respondan al cumplimiento de las metas organizacionales, como es el caso de los aspectos económicos o la disminución de pérdidas para la empresa. En consideración de ello, es que se permiten proponer la metodología de gestión de mantenimiento, basada en un mantenimiento productivo total (TPM), de tal forma que se logre integrar los objetivos operativos o del área de mantenimiento con los objetivos organizacionales.

1.2 Formulación del Problema

¿En qué medida la gestión de mantenimiento bajo el enfoque de mantenimiento productivo total reduce los costos operativos en el área de hilandería, en la empresa Creditex-Trujillo?

1.3. Delimitación de la investigación:

La investigación se desarrolló en el área de Mantenimiento de la empresa CREDITEX S.A.A. aplicando conocimientos de la carrera de Ingeniería Industrial, con el fin de ofrecer una propuesta de mejora.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Reducir los costos operativos en el área de hilandería en base a la mejora de la gestión de mantenimiento según el enfoque de mantenimiento productivo total, empresa Creditex – Trujillo.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del área de mantenimiento de la empresa Creditex
- Desarrollar la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en base al enfoque TPM.
- Realizar una evaluación económico-financiera del impacto de la propuesta.

1.5 Justificación.

1.5.1. Justificación teórica:

El proyecto de investigación pone en práctica las técnicas y la metodología de las ciencias de la ingeniería industrial, tales como el plan de mantenimiento, la estandarización de procesos y el MRP, que pueden ser tomados como ejemplo para un futuros procedimientos a efectuar y gestionar los documentos, mediciones y registros que se implementen con la finalidad de que la empresa pueda tener un plan y aspecto claro de cómo solucionar los problemas que actualmente presenta; por otro lado permite a futuros investigadores interesados en este tema tener una guía metodológica para el desarrollo de su estudio, y así aprovechar sus recursos de manera eficiente y eficaz.

1.5.2. Justificación práctica

Este proyecto tiene el fin de plantear posibles soluciones a las deficiencias y problemas presentes en la empresa. La solución del problema tiene un fin trascendental, que está enfocado a tener un menor tiempo en los procesos de mantenimiento, optimizando los indicadores y de esta manera incrementar la producción.

1.5.3. Justificación valorativa

Con la mejora del mantenimiento mediante herramientas de gestión, se logrará mejorar la producción, generando un beneficio tangible para la empresa; beneficiando a los operarios, a los supervisores y gerencias; garantizando su participación en el mercado.

1.5.4. Justificación académica

En el desarrollo del proyecto se aplican los conocimientos obtenidos durante nuestra carrera profesional de Ingeniería Industrial, los cuáles se aplicarán en un contexto real desarrollando una propuesta de mejora aplicada a la empresa CREDITEX S.A.A., logrando una optimización de procesos que permitirán guiar proyectos que se realizarán a futuro.

1.6. Tipo de Investigación

1.6.1 Según el propósito:

La investigación es aplicada.

1.6.2 Según el diseño:

La investigación es no experimental

1.7. Hipótesis

La propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento según el enfoque de mantenimiento productivo total reduce los costos operativos en la empresa Creditex-Trujillo.

1.8. Variables

1.8.1. Sistema de variables

Variable independiente: Gestión de mantenimiento.

Variable dependiente: Costos operativos.

1.8.2. Operacionalización de variables

Tabla 1.1.

Operacionalización de la variable gestión de mantenimiento y costos operativos

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Fórmula
Gestión de mantenimiento	Conjunto de actividades alineadas con las metas de la dirección, materializadas en planificación, ejecución y supervisión del mantenimiento para su realización y mejora, teniendo siempre en cuenta aquellos aspectos económicos relevantes para la organización (Parra y Crespo, 2012)	Plan de mantenimiento	% de aplicación de un plan de mantenimiento preventivo	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de máquinas con mantenimiento preventivo íntegro}}{\text{Total de máquinas}} * 100\%$
		Seguimiento y medición	% de equipos con seguimiento	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de registro de equipos controlados}}{\text{total de registro de equipos}} * 100\%$
		Supervisión de tareas	% procesos supervisados	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de procesos supervisados}}{\text{total procesos}} * 100\%$
		Estandarización de procesos	% procesos estandarizados	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de procesos estandarizados}}{\text{total de procesos}} * 100\%$
		Plan de requerimiento de materiales	% de requerimientos de materiales no satisfechos	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de requerimientos no satisfechos}}{\text{total de requerimiento generados}} * 100\%$
Costos operativos	Son aquellas erogaciones relacionados con el mantenimiento propiamente dicho (costo de la reparación), con las pérdidas de producción a causa de las fallas de los equipos, así también los relacionados con las paradas como consecuencia del fallo de la máquina y disponibilidad de los materiales o repuestos (escasez de inventario), así como de la mano de obra. (Universidad Tecnológica de Campeche, 2015)	Costos de reparación (según los fallos o averías)	Nº de fallos anuales Costo medio por fallo	Nº de fallos anuales X Costo por fallo
		Costos por disponibilidad de máquina (según horas paradas)	Producción por hora por máquina en kg Horas paradas al año Precio unitario	$\text{Producción por hora por máquina} \times \text{Horas paradas al año} \times \text{Precio unitario}$
		Costos por escasez de inventario	Nº de requerimientos anuales no satisfechos a tiempo Tiempo de espera por requerimiento Porcentaje de máquinas afectadas Producción por hora por máquina	$\text{N}^\circ \text{ de requerimientos no satisfechos} \times \text{Tiempo de espera} \times \text{\% Máquinas afectadas} \times \text{Producción por hora por máquina}$

1.9. Diseño de la Investigación

Descriptivo - Transversal: Se considera descriptivo, dado que, las variables son descritas en base a sus indicadores, buscando establecer relaciones entre estas, producto del análisis teórico o del establecimiento de criterios, mas no se ejerció manipulación alguna sobre la variable que se asume como causa (gestión de mantenimiento) a fin de verificar el efecto producido; de otro lado se considera transversal, toda vez que las mediciones se realizaron en un momento dado del tiempo.

El diseño particular de la investigación considera la siguiente relación:

Propuesta de mejora (TPM) -----→ Sub causa (causas que explican el estado actual de la gestión, según las 6M) -----→ Causa (Gestión de mantenimiento -----→ Efecto (Costos operativos)

CAPITULO 2
REVISIÓN DE
LITERATURA

2.1 Antecedentes de la Investigación

Mesa, Ortiz y Pinzón (2006) en su artículo científico titulado “La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento” publicado en la revista *Scientia et Technica*, ciudad de Pereira, Colombia en base a la investigación presenta a la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP). De la investigación se concluyó que: “Equipos iguales con fases de vida diferentes requieren diferentes tipos de mantenimiento” (p. 159); “No siempre más mantenimiento preventivo es mejor, no siempre más mantenimiento correctivo es peor” (p. 159); “Si un equipo opera fuera de las condiciones para las cuales fue diseñado, el mantenimiento nada puede hacer para mejorar la confiabilidad” (p. 159); “La operación correcta es la primera línea de defensa contra las fallas” (p. 160).

Del antecedente antes citado, se deja notar claramente las premisas para ejercer un mantenimiento eficaz y eficiente, el cual en principio debe conocer la naturaleza del equipo o maquinaria al que se le debe dar mantenimiento, es decir conocer las fases del ciclo de vida, pues esto permitirá tomar decisiones sobre el tipo y la frecuencia de mantenimiento; así también se debe establecer como primera línea de base en toda industria, la garantía del funcionamiento óptimo, por lo que amerita implementar métodos, o procedimientos de buenas prácticas.

García, Romero y Noriega (2012) en su artículo científico, titulado “El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos” publicado en la revista *Contaduría y Administración* basado en la investigación realizada en base a la aplicación de un cuestionario a 203 gerentes y supervisores de mantenimiento de empresas de la Ciudad Juárez, el cual estuvo conformado por ítems referidos a 20 actividades y 3 beneficios. De la investigación se concluyó que, si se logra tener un compromiso gerencial, entonces se obtendrá una cultura de 5 S (seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke), así también la integración de los operarios en las actividades TP; y así mismo se logrará que la maquinaria y equipo contribuyan a obtener una ventaja competitiva, lográndose bajo dicho contexto que el TPM represente una estrategia de calidad y un plan de programación de actividades para garantizar el proceso productivo.

En la investigación citada, es preciso enfatizar en la importancia del compromiso o involucramiento de la gerencia en las actividades que implica el enfoque TPM (siendo una de estas bases, el método de las 5 s de Kaizen), lo que implica la participación integral del personal tanto del área de mantenimiento como del área de producción.

Salas (2012) en su tesis titulada “Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fábrica textil”, realizada en la ciudad de Lima y

presentada a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC); la investigación tuvo un enfoque descriptivo, bajo un diseño no experimental. Entre las conclusiones de la investigación es de destacar la siguientes: “[...] la causa raíz que ocasiona el exceso de horas durante la ejecución del mantenimiento preventivo es la falta de limpieza a las principales piezas de las máquinas que debe darse diariamente, [...] lo cual afecta en su rendimiento y prolonga la duración de la ejecución del mantenimiento preventivo” (p. 183); las cinco eses crean un ambiente, en donde solo habitan el operario, los repuestos y sus herramientas de trabajo, disponiendo de estas en el momento que son requeridas; un aspecto importante a destacar, es la cultura de la inversión en la capacitación al recurso humano, puesto que esto genera beneficios económicos; en lo que respecta al mantenimiento preventivo, se precisa que “Las actividades de mantenimiento preventivo se centran en tres: inspección, lubricación y limpieza, siendo la primera la actividad más importante, debida que identifica que componentes de la máquina no funcionan correctamente” (p. 187); por último el autor concluye que, la metodología TPM resulta ser efectiva, siempre que, todo el personal se comprometa a realizar las actividades de mantenimiento como hábito y autodisciplina.

2.2 Base Teórica

2.2.1 Gestión de mantenimiento

De acuerdo con Parra y Crespo (2012), sostiene que la gestión de mantenimiento:

[...] incluye todas aquellas actividades de gestión que determina los objetivos o prioridades de mantenimiento (que se definen como las metas aceptadas por la dirección y el departamento de mantenimiento), las estrategias (definidas como los métodos de gestión que se utilizan para conseguir esas metas u objetivos), y las responsabilidades en la gestión. Lo anterior permitirá en el día a día, implementar estas estrategias planificando, programando y controlando la ejecución del mantenimiento para su realización y mejora, teniendo siempre en cuenta aquellos aspectos económicos relevantes para la organización (p. 1)

De la cita anterior se denota que, la gestión de mantenimiento, implica controlar los diferentes recursos implicados, tanto en el área de mantenimiento, como el área de producción, pues esto garantizará la realización de tareas que respondan al cumplimiento de las metas organizacionales, como es el caso de los aspectos económicos o la disminución de pérdidas para la empresa.

Tradicionalmente, se han distinguido cinco tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen; al respecto, García (2010) precisa los siguientes:

Mantenimiento correctivo: Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

2.2.1.1 Mantenimiento preventivo: Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.

2.2.1.2 Mantenimiento predictivo: Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados y de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y técnicos.

2.2.2 Filosofía TPM

Como bien es sabido, las organizaciones, durante muchas décadas han concentrado sus esfuerzos en el aumento de su capacidad de producción, y es así, que a través de los años, los sistemas productivos han ido evolucionando cada vez más hacia la mejora de su eficiencia, traducido en producir, sin despilfarros y con el mínimo empleo de recursos. Por ello, valiéndonos de la sucesiva aparición de nuevos sistemas de gestión que, con sus técnicas, han permitido una eficiencia progresiva de los sistemas productivos, y que han culminado precisamente con la incorporación de la gestión de los equipos medios de producción orientada a la obtención de la máxima eficiencia; se ha visto conveniente desarrollar, dentro de las bases teóricas, todos los aspectos involucrados en el Mantenimiento Productivo Total - TPM (*Total Productive Maintenance*).

Para mayor alcance, se cita a Gómez (2001, p. 3), quien indica que:

El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos. La organización japonesa JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) ha desarrollado las metodologías y conceptos del TPM. Desde los años sesenta ha trabajado en la promoción de modelos de mantenimiento eficientes y aplicables a todo tipo de industria.

El JIPM define el TPM como un sistema orientado a lograr:

- Cero accidentes.
- Cero defectos.
- Cero averías.
- Cero pérdidas.

El autor resalta que, estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costes de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente; en la que no solo deben participar las áreas productivas, sino que se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todas las áreas de la empresa. (Gómez, 2001)

2.2.2.1 Objetivos

Cuatrecasas y Torrell (2010), indican en su publicación que, según Ichizoh Takagi, miembro del JIPM, el TPM incluye los siguientes cinco objetivos.

- Participación de todo el personal desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos para alcanzar el objetivo con éxito.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficiencia en el sistema de producción y gestión de equipos. Es lo que se da a conocer como objetivo: Eficiencia Global= Producción + Gestión de equipos.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de pérdidas antes que se produzcan y se consigan los objetivos: Cero defectos, cero averías y cero accidentes.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en

pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.

- Aplicación de los sistemas de gestión a todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

Los autores sostienen que el TPM alcanza y enfatiza otros aspectos como son: participación de todo el personal de la planta, eficacia total, sistema total de gestión del mantenimiento de equipos desde su diseño hasta la corrección, y la prevención. (Cuatrecasas y Torrell, 2010)

- Participación total del personal, es decir:
 - Implicación total de la dirección.
 - Trabajo en equipo: grupos multidisciplinarios.
 - Colaboración interdepartamental.
 - Estrecha cooperación entre operarios, así correspondan a diferentes áreas de trabajo.
 - Orientación a mejora de proceso y no a resultados de departamento. (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 33)
- Eficacia Total, es decir:
 - Máximo rendimiento de equipos.
 - Máxima rentabilidad económica.
 - Alineación de los objetivos de los procesos, son los objetivos estratégicos de la compañía.
- Sistema total de gestión del mantenimiento:
 - Diseño robusto y orientado a hacerlo accesible a mantenimiento.
 - Mantenimiento correctivo eficaz: registros, recambios y documentación. (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 34)

2.2.2.2 Pilares del TPM

El modelo original TPM, propuesto por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas, sugiere utilizar pilares específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implantar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso dado mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

Díaz (2008), señala que “El IJPM ha denominado "pilares” a los procesos fundamentales del TPM, éstos cumple una función específica. Es liderado por

responsables de diferentes áreas de la empresa, permite involucrar a todos los empleados, posee una metodología específica y entre ellos mantienen una coherencia de actuación. Los pilares que una empresa puede implantar dependen de cada fábrica, grado de desarrollo tecnológico, estado del equipo, nivel de formación del personal y otros criterios” (p. 27).

Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son (Ver Figura N° 1.):

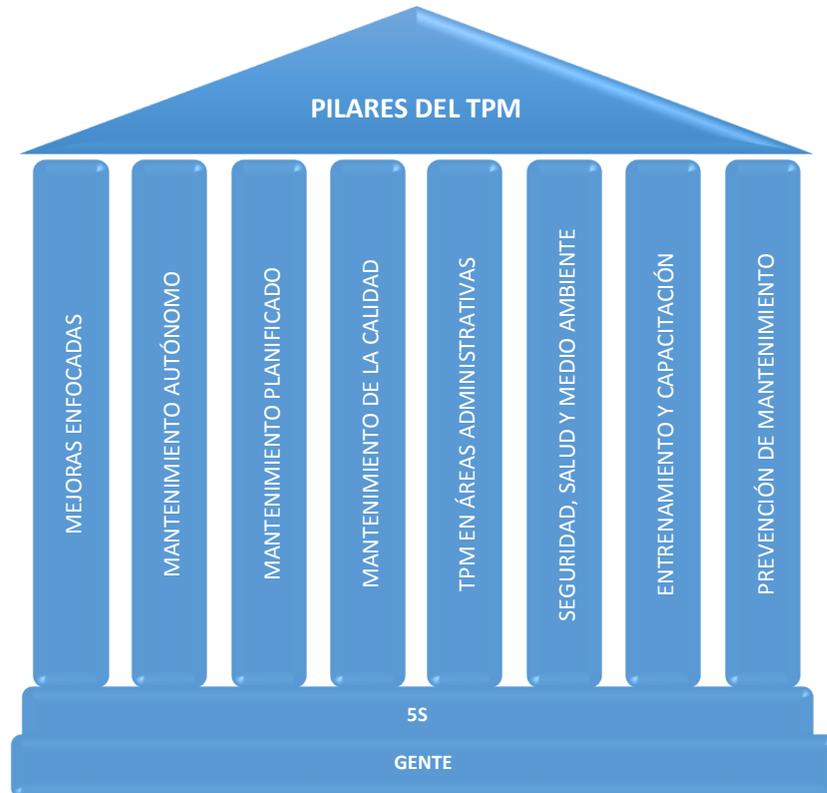


Figura N° 1. Pilares, procesos fundamentales, del TPM.

Fuente: Díaz (2008), elaboración propia.

Cabe resaltar que, los ocho pilares son una referencia orientativa propuesta por el JIPM que cada empresa tendrá que adaptar a sus necesidades hasta el punto de modificar el número e incluso crear nuevos pilares, acordes a la realidad de ésta.

2.2.3 Las grandes pérdidas como costos operativos excesivos

Los costos operativos:

De acuerdo con la Universidad Tecnológica de Campeche (2015), sostiene que los costos operativos relacionados con la disponibilidad de las máquinas o como resultado de la actividad de mantenimiento, son aquellos que, tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento propiamente dicho (costos administrativos, de mano de obra, de materiales, de repuestos, de almacenamiento y costos de capital) y los relacionados con las pérdidas de producción a causa de las fallas de los equipos, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por fallas en la calidad producto o mal funcionamiento de los equipos.

La citada universidad añade además que, adicional a los costos del mantenimiento propiamente dicho y las pérdidas de producción, se tiene al costo por pérdida nominal de la producción, como consecuencia de la pérdida de tiempo, generados por la falla misma de la máquina y por la disponibilidad de los materiales o repuestos (escasez de inventario), así como de la mano de obra.

Bajo el enfoque TPM, los costos operativos excesivos, se materializan en las “Seis Grandes Pérdidas” que interfieren con la operación, éstas son:

1. Pérdidas por averías en los equipos o costos por reparación

Las pérdidas por averías, errores o fallos del equipo, provocan tiempos muertos del proceso por paro total del mismo debido a problemas que impiden su buen funcionamiento. Las averías y sus paros pueden ser de tipo esporádico o crónico.

Estos últimos constituyen aquel tipo de problemas que se repiten periódicamente. Ello redundará no sólo en pérdidas de tiempo, sino también, por supuesto, en pérdidas del volumen de producción que podría haberse llevado a cabo. Son problemas que surgen a lo largo del tiempo, una y otra vez. (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 66)

Los tipos de consecuencias para el equipo, podrán ser de dos tipos:

- **Averías con pérdida de función:** Este primer tipo se caracteriza porque el equipo pierde súbitamente alguna de sus funciones fundamentales y se para por completo. Suele ocurrir de manera inesperada, en forma de fallos repentinos y drásticos, y da lugar a pérdidas claras y urgentes de solucionar. Las averías con

pérdidas de función dan lugar a pérdidas esporádicas con un coste económico inicial alto. Sin embargo, los problemas esporádicos son visibles y tienen lugar, generalmente, una causa clara y concreta, y por lo tanto, es relativamente fácil actuar contra ella.

- **Averías con reducción de función:** Las averías con reducción de función se producen sin que el equipo deje de funcionar, pero el deterioro sufrido por el equipo o de partes específicas del mismo hace que rinda por debajo de lo previsto. Las averías con reducción de función suelen descuidarse o pasar desapercibidas, ya que no son fáciles de evaluar. Normalmente las averías con reducción de función están causadas por defectos ocultos, bien en el equipo o en los métodos utilizados. Se entiende por defectos ocultos aquellos que permanecen sin ser detectados y sin tratamiento.

Para alcanzar la meta de cero averías hay que llevar a cabo las siguientes siete acciones (Silva, 2005):

- **Impedir el deterioro acelerado**

El deterioro acelerado es simplemente un deterioro generado artificialmente. Por ejemplo, en talleres donde el equipo se sobrecalienta porque no se repone aceite tan a menudo como se debería o donde no se hacen controles o ajustes al equipo. Pronto, una pieza suelta afecta a otras y se produce una reacción en cadena que finalmente acaba en avería. Cuando el deterioro acelerado se deja sin corregir se acorta la vida del equipo y ocurren averías. De hecho, la mayoría de las averías se deben al deterioro acelerado. Por lo tanto, el primer paso decisivo hacia la reducción de averías tiene que ser obviamente la eliminación del deterioro acelerado. (Silva, 2005, p. 25)

- **Mantenimiento de condiciones básicas del equipo**

Existen actividades básicas -limpieza, orden, lubricación, inspección y ajuste- que hay que llevar a cabo para mantener las condiciones básicas del equipo. Si éstas no se realizan periódicamente seguramente el equipo sufrirá muchas averías. Hay varias razones por las cuales los trabajadores no mantienen las condiciones básicas del equipo. A veces algunos no saben cómo y otros saben cómo hacerlo pero están demasiado despreocupados o preocupados para molestarse. Hay que enseñar a los que no saben pero no sólo enseñarles cómo hacer las actividades

básicas del mantenimiento, sino también la razón de su importancia. A veces los trabajadores realmente tienen ganas de mantener las condiciones básicas del equipo, pero por alguna razón les es demasiado difícil. Por ejemplo, hacer un control a una máquina puede necesitar un proceso de desmontaje que exige mucho tiempo tal como, por ejemplo, quitar una tapa que está fijada con pernos, o subir una escalera alta, plataforma u otros elementos peligrosos. En estos casos no hay más remedio que mejorar el equipo para que su mantenimiento sea más fácil. (Silva, 2005, p. 25)

- **Adherirse a las condiciones correctas de operación**

Muchas averías son el resultado de un equipo que tiene que "esforzarse" para operar más allá de su rango normal porque no se cumplen las condiciones normales. Operar un equipo bajo condiciones que sobrepasan los límites especificados en el manual de operaciones – tales como sobrecargarlo al permitir que el fluido hidráulico se sobrecaliente o utilizar una potencia de 24V cuando se especifica una potencia de 12V- es exponer el equipo a averías. Por esta razón es muy importante el adherirse a las condiciones correctas de operación. (Silva, 2005, p. 25)

- **Mejorar la calidad del mantenimiento**

A veces ocurren averías en piezas recientemente reemplazadas o reparadas debido a que el trabajador de mantenimiento no conocía las técnicas necesarias para llevar a cabo correctamente la reparación o instalación. Para impedir que ocurran estos errores, hay que mejorar los niveles de conocimiento técnico a través de la formación y de esta manera mejorar la calidad del trabajo de mantenimiento. (Silva, 2005, p. 26)

- **Hacer que el trabajo de reparación sea algo más que una medida transitoria**

El trabajo de reparación normalmente se realiza con el apremio de poner el equipo en marcha con la mayor rapidez posible sin dar demasiada importancia a conocer las causas de la avería. Por ejemplo, si la causa más obvia era un tornillo que mantenía un cilindro en su sitio, el trabajo de reparación muchas veces consiste simplemente en reemplazar el tornillo sin investigar porque se rompió. Obviamente, tal actitud da lugar a una repetición del mismo problema. Lo que hace falta aquí es una actitud que busque la raíz del problema. Sin esto, no puede existir el mantenimiento exhaustivo que requiere el TPM. (Silva, 2005, p. 26)

- **Corregir debilidades de diseño**

Una razón por la cual las averías se hacen crónicas es que no se lleva a cabo una investigación suficiente de las debilidades incorporadas en el diseño del equipo, tales como mecanismos mal diseñados, malas configuraciones de sistemas, o selección incorrecta de materiales. Como resultado, el mantenimiento no está orientado hacia la mejora y por lo tanto las averías se hacen crónicas. (Silva, 2005, p. 26)

- **Aprender lo máximo posible de cada avería**

Una vez que haya ocurrido una avería, asegúrese de aprender todo lo que pueda sobre ella. Al estudiar las causas, condiciones preexistentes y exactitud de métodos utilizados anteriormente en controles y reparaciones se puede aprender mucho sobre cómo impedir que la avería vuelva a ocurrir no sólo en el equipo afectado, sino también en modelos parecidos. Se pueden aprender muchas cosas de una avería; sin embargo, a menudo los informes de una avería se archivan y quedan olvidados cuando podrían servir como referencia en el futuro. Hay que aprender a aprovechar el material de referencia de este tipo porque puede enseñar a los trabajadores de mantenimiento y operarios lo que ellos pueden hacer para impedir las averías. (Silva, 2005, p. 26)

2. Pérdidas por puesta a punto y ajustes – Costos por paradas o por disponibilidad por máquina

Las pérdidas por preparación y ajuste comienzan cuando la fabricación de un producto se ha concluido, y finaliza cuando se consigue la calidad estándar en la fabricación del producto siguiente. Los ajustes son los que consumen la mayor parte del tiempo. A veces se necesitan de los ajustes debido a una falta de rigidez o alguna otra deficiencia mecánica. Sin embargo, al intentar reducir el número de ajustes primero hay que investigar los mecanismos de ajuste y clasificar los ajustes en los evitables (que se pueden mejorar) y los inevitables (no mejorables). (Silva, 2005)

Cuatrecasas y Torrell (2010) indican que un aspecto especialmente importante es la reducción de los tiempos de operación a máquina parada, correspondientes a la realización de ajustes. Los autores señalan que para avanzar en este objetivo puede operarse de acuerdo con las siguientes etapas (Ver Figura N° 2):

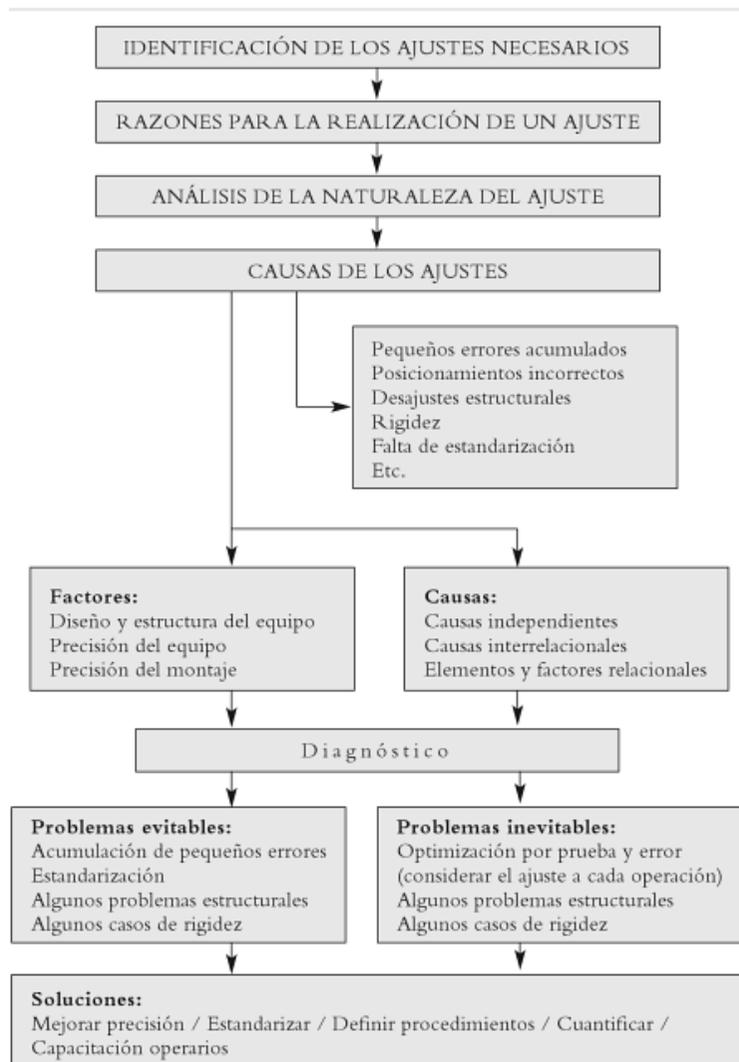


Figura N° 2. Tratamiento de los ajustes.

Fuente: Cuatrecasas y Torrell (2010).

3. Pérdidas por tiempo de ciclo en vacío - Costos por paradas o por disponibilidad de máquina

Este tipo de pérdidas hacen referencia a paradas breves, se trata de los tiempos en los que la máquina opera, pero lo hace sin efectuar la producción de pieza alguna, debido a un problema temporal. (Cuatrecasas y Torrell, 2010)

Así mismo, Díaz (2008) indica que las pérdidas por tiempos muertos y paradas pequeñas, a diferencia de las averías ordinarias, son el resultado de problemas transitorios en el equipo.

Además Silva (2005) afirma que:

“Ya que se pueden restaurar con bastante facilidad los tiempos muertos y paradas pequeñas, hay una tendencia a pasarlos por alto y no considerarlos como pérdidas. Pero son, de hecho, pérdidas y esto hay que hacerlo entender a todo el mundo”. (p. 27)

4. Pérdidas por reducción de velocidad

Díaz (2008) explica que estas pérdidas son las que se producen como resultado de diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad real operativa.

Silva (2005), señala que las pérdidas por reducción de velocidad se ignoran generalmente, aunque constituyen un gran obstáculo para la eficacia del equipo y deben estudiarse cuidadosamente. Menciona además que la meta debe ser eliminar el desfase entre la velocidad de diseño y la actual.

Los autores Cuatrecasas y Torrell (2010), concluye que:

“El equipo puede estar operando por debajo de la velocidad ideal o de diseño por una variedad de razones: problemas mecánicos y calidad defectuosa, una historia de problemas anteriores o el temor de sobrecargar el equipo. A menudo, simplemente no se conoce la velocidad óptima. Por otro lado, aumentar deliberadamente la velocidad de operación contribuye a la resolución de problemas revelando fallos latentes en la condición del equipo”. (p. 82)

Este costo no ha sido considerado, para el presente estudio, puesto que está referido a la producción nominal perdida, dada la capacidad de planta.

5. Pérdidas por defectos de calidad y repetición de trabajos

Según Cuatrecasas y Torrell (2010), los defectos de calidad y trabajos rehechos son pérdidas originadas por disfunciones de las máquinas. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente devolviendo el equipo a su condición normal. Estos defectos incluyen los aumentos súbitos en la cantidad de defectos u otros fenómenos dramáticos.

Por otra parte, las causas de los defectos crónicos son de identificación difícil. Las reparaciones rápidas para restaurar el status de la máquina raramente resuelven el problema, y las condiciones que realmente causan los defectos pueden ignorarse o

dejarse de lado. Deben también registrarse como pérdidas crónicas, y no ignorarse, los defectos que se pueden corregir a través de rectificaciones y trabajos rehechos.

Silva afirma que “la eliminación de los defectos crónicos, como las averías crónicas, exige una profunda investigación y medidas innovadoras. Deben determinarse las condiciones que provocan los defectos y entonces controlarse eficazmente. La meta principal es siempre la eliminación total de los defectos”. (p. 28)

Este tipo de costo, no ha sido considerado, al no ser el caso, la repetición de trabajos.

6. Pérdidas de tiempo de puesta en marcha

Díaz (2008) explica que son pérdidas de rendimiento que ocurren durante las fases iniciales de producción (desde la puesta en marcha de la máquina hasta su estabilización).

Los autores, Cuatrecasas y Torrell (2010), recomiendan minimizar éstas pérdidas si se quiere aumentar la efectividad del equipo mediante procedimientos de “arranque vertical” (arranque inmediato, libre de dificultades).

El TPM pretende eliminar, estas pérdidas, es decir pretende conseguir un buen funcionamiento y rendimiento de un proceso. Rey (2001) afirma que se consigue la efectividad del sistema combinando la disponibilidad, el coeficiente de eficiencia y la tasa de calidad bajo la expresión:

$$\text{Efectividad total} = Dp \times \text{Coeficiente efic.} \times \text{Tasa calidad}$$

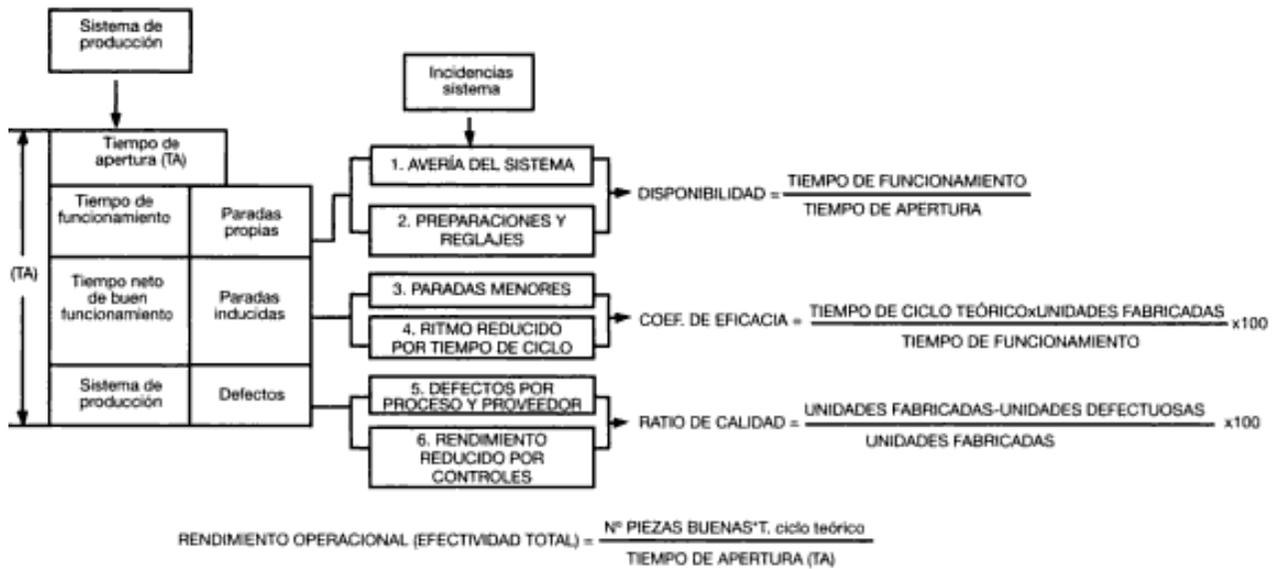


Figura N° 3. Rendimiento Operacional – Efectividad Total.

Fuente: Rey (2001).

2.3 Definición de Términos

Avería: Defecto o daño producido en la máquina que impide su funcionamiento normal, como consecuencia de una acción u omisión del operador o de falla de fábrica.

Costos operativos: costos relacionados con las actividades de mantenimiento, desde las relacionadas con la gestión de los recursos humanos, el aprovisionamiento de los materiales o repuestos, hasta los relacionados con los de disponibilidad de las máquinas.

Capacitación: Acción de entrenar e inducir al trabajador para lograr el desarrollo de un sentido responsable en la ejecución de sus tareas productivas, de tal forma que se salvaguarde el funcionamiento óptimo de los procesos.

Gestión de mantenimiento productivo total: enfoque o filosofía de gestión de mantenimiento, cuya base esencial es el mantenimiento autónomo y el mantenimiento preventivo, o la previsión de las fallas, a fin de evitar las paradas no programadas.

Mantenimiento autónomo: proceso mediante el cual se busca prevenir los fallos o averías en las máquinas, mediante la intervención oportuna y pertinente del operador (hasta que sea intervenida por

el personal técnico); así también en base a las buenas prácticas en el contexto o condiciones del área de trabajo.

Mejora continua: Enfoque de gestión conocido también como ciclo de Deming, cuya base es la retroalimentación o revisión constante de los indicadores, frente a los estándares, a fin de detectar desviaciones y garantizar así el desarrollo óptimo de los procesos.

Pérdida: Resultado desfavorable, como resultado del contraste en los ingresos generados por la producción y los costos acarreados para su obtención.

CAPITULO 3

DIAGNÓSTICO DE LA

REALIDAD ACTUAL

3.1 Descripción General de la Empresa

3.1.1 Datos Generales

Creditex S.A.A. es una sociedad anónima abierta constituida como tal por escritura pública del 14 de agosto de 1980 ante el notario de Trujillo, Dr. J. Gilberto García Flores, inicialmente bajo la denominación social de textil Trujillo S.A. - Trutex, posteriormente modificando su razón social por la de compañía industrial textil Credisa - Trutex S.A.A., mediante escritura pública de fusión de fecha 31 de enero de 1998 otorgada ante el notario de Lima, Dr. Ramiro Quintanilla Salinas y, finalmente, cambiando su razón social actual por la de Creditex S.A.A., mediante escrituras públicas de fecha 20 de abril de 2012 y 11 de septiembre de 2012 respectivamente, otorgadas ante el notario de Lima, Dr. Alfredo Zambrano Rodríguez.

3.1.2 Ubicación:

Creditex S.A.A. está compuesta por 7 plantas distribuidas a lo largo de la costa peruana; como objeto de estudio está la Hilandería norte, ubicada en Mz. G Lote 1 Parque Industrial, distrito de la Esperanza, ciudad de Trujillo, Perú.



Figura N° 4. Localización de Hilandería norte de Creditex S.A.A. (mapa).

Fuente: Google Maps (2017)

3.1.3 Visión:

Empresa totalmente integrada, líder en la exportación de productos textiles de alto valor agregado, que fabrica bajo estándares internacionales de calidad y oportunidad, satisfaciendo los más exigentes requerimientos de sus clientes.

3.1.4 Misión:

Somos una empresa textil con líneas de negocio diversificadas y verticalmente integrada. Trabajamos para satisfacer los estándares de calidad de nuestros clientes, basados en capacidad innovadora, flexibilidad y vocación de servicio, a través de productos diferenciados. Contamos con un equipo humano especializado, identificado, y comprometido con la empresa, promoviendo el desarrollo de sus competencias.

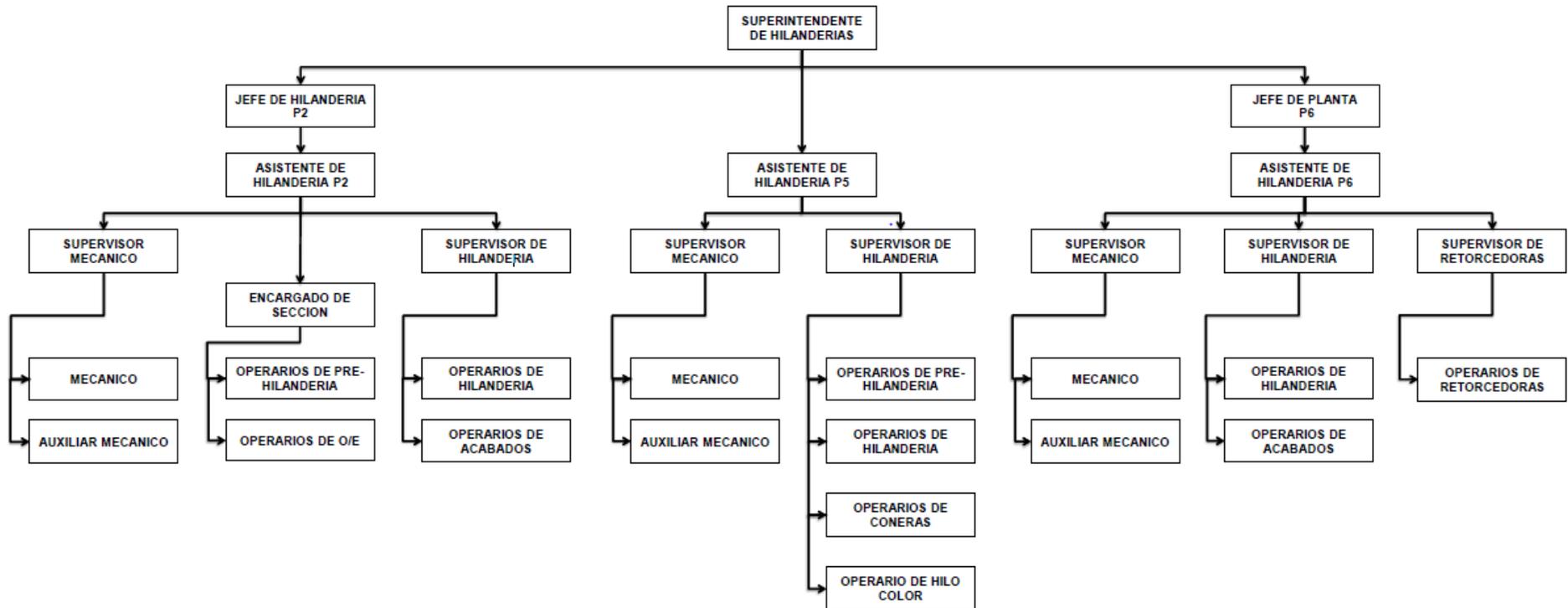
3.1.5 Valores:

- Austeridad: valor que se manifiesta a través del uso adecuado de los recursos de la empresa.
- Compromiso: con nuestros clientes al brindarles un producto de calidad; con la sociedad al brindar estabilidad a las familias de nuestros colaboradores; con el medio ambiente al cumplir las normas establecidas para protegerlo.
- Flexibilidad: que se refleja como la capacidad para adaptarse a los constantes cambios del entorno.
- Honestidad: en el manejo de los recursos económicos y bienes de la empresa.
- Respeto: consiste en valorar los intereses y opiniones de los demás para lograr un buen ambiente de trabajo.
- Responsabilidad: se demuestra a través del cumplimiento de las normas, reglamentos y funciones que ha establecido la empresa.

3.1.6 Organigrama:

Figura N° 5. Organigrama de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.



3.1.7 Recursos Humanos:

Cuentan con personal de mantenimiento.

- Supervisor de mantenimiento (1)
- Mecánico de mantenimiento de correctivo (1)
- Mecánico de mantenimiento de preventivo (1)
- Auxiliares de mantenimiento (9)

3.1.8 Principales productos:

- Hilados cardados.
- Hilados peinados.
- Hilados compactos.
- Hilados open end.
- Hilados retorcidos y gaseados en rangos de títulos desde el 6/1 inglés hasta el 160/2.

3.1.9 Clientes:

Clientes Nacionales

Clientes Hilado

Cotton Knit / Textil Camones / Textil Del Valle / Precotex / Textil Océano / Universal Textil / Textil Amazonas / Industrias Nettelco / Devanlay (Lacoste Perú)

Clientes Telas

Prendas Nacionales

University Club / Basement / Cristian Lacroix / Pacco Rabanne

Prendas Propias

Norman & Taylor / Marc Boehler / M.bö

Clientes Internacionales

Clientes Hilado

Finotex (Europa)

Cristal (Colombia)

Paramount (Brasil)

Intifil (Honk Kong)

Clientes Telas

Charles Tyrwhitt (Inglaterra)

Marimekko (Finlandia)

Leyuno (Italia)

Rousseau (Francia)

Polo Ralph Laurent (USA)

J.C. Penney (USA)

Swavelle (USA)

Kingsberg (Brasil)

Arturo Calle (Colombia)

3.1.10 Proveedores:

Se podría decir que es una fuerza moderada por la gran oferta de materia prima y traslado de los insumos, CREDITEX S.A.A. actualmente cuenta con los siguientes proveedores:

Nacionales

- Accesorios industriales s.a.
- Agencia de aduana ultramar s.a.
- Atlas copco peruana s.a.
- Basf peruana s.a.
- Brenntag peru s.a.c.
- Broom peru s.a.c.
- Trupal s.a.
- Clariant (peru) s.a.
- Coats cadena s.a.
- Desmontadora inca s.a.c.
- Dhl express peru s.a.c.
- Distribuidora petrox s.a.
- Ibm peru
- Repsol comercial s.a.c.
- Panalpina transportes mundiales
- Química suiza s.a.

Extranjeros

- Huntsman
- Clarian (switzerland) ltd.
- Datatex
- Armstrong
- Dunavant enterprises inc or su
- Franz boericke gmbh & co.
- Graf + cie. Ag.
- Hercules incorporated
- Houchin cotton company llc.
- Intertex trading corp.
- Jess smith & sons inc.
- Maschinenfabrik rieter ag.
- Microsoft
- Oracle
- Queensland cotton
- Schlafhorst
- Sher plastics co inc.
- Ssm vertriebs ag.
- Thies gmbh &co.
- Uster technologies inc.
- Volkmann
- Weil brothers-cotton inc.

3.1.11 Competidores:

Textil San Cristóbal S.A.

Empresa dedicada a la exportación de tejidos de punto. Su producción está orientada al mercado casual de alta calidad de tejidos de punto. Los estilos más usuales son los polos box, camisetas, sudaderas, pantalones cortos y largos, etc. Sus productos incluyen jersey listados, sólidos, pique, interlacte, mini jacquards, full jacquards, doublé-knits y variedad de cuellos y puños.

Actualmente su principal mercado de exportación es EE.UU, el cual representa el 86.40% de la venta total, Europa 6.90, y el 6.70% restante lo conforman Latinoamérica, Asia, Canadá y el resto del mundo

Compañía Universal Textil S.A.

Es una empresa integrada verticalmente, dedicada a la manufactura de tejidos planos hechos de poliéster-viscosa y otras mezclas con fibras nobles como algodón Pima, lana, y lino para el mercado

local y de exportación. A su vez, fabrica pantalones casuales y de vestir, los cuales son confeccionados con estos tejidos y son orientados principalmente a la exportación.

Industria Textil Piura S.A.

Una empresa dedicada, desde 1976, a la fabricación y comercialización de hilados de Algodón Pima peruano. Su producción se exporta a diferentes mercados: Italia, España, Taiwán, Suiza, Japón, Estados Unidos, Brasil, Israel, Canadá, Argentina, Chile, Bolivia y Colombia.

3.2 Descripción del área del problema:

Área de mantenimiento:

El área de mantenimiento de la empresa Creditex S.A.A. está teniendo deficiencias en su labor, como la ausencia de seguimiento y medición en los mantenimientos preventivos aun así teniendo los instrumentos para cada tarea específica. Los instrumentos son:

- Estroboscopio: sirve para medir la velocidad de hilo.
- Pirómetros: para medir la temperatura.
- Tacómetro: para medir las rpm de los motores.
- Medidor de tensión: para medir la tensión en las fajas planas.
- Analizadores de vibración: para medir el estado de los rodamientos.

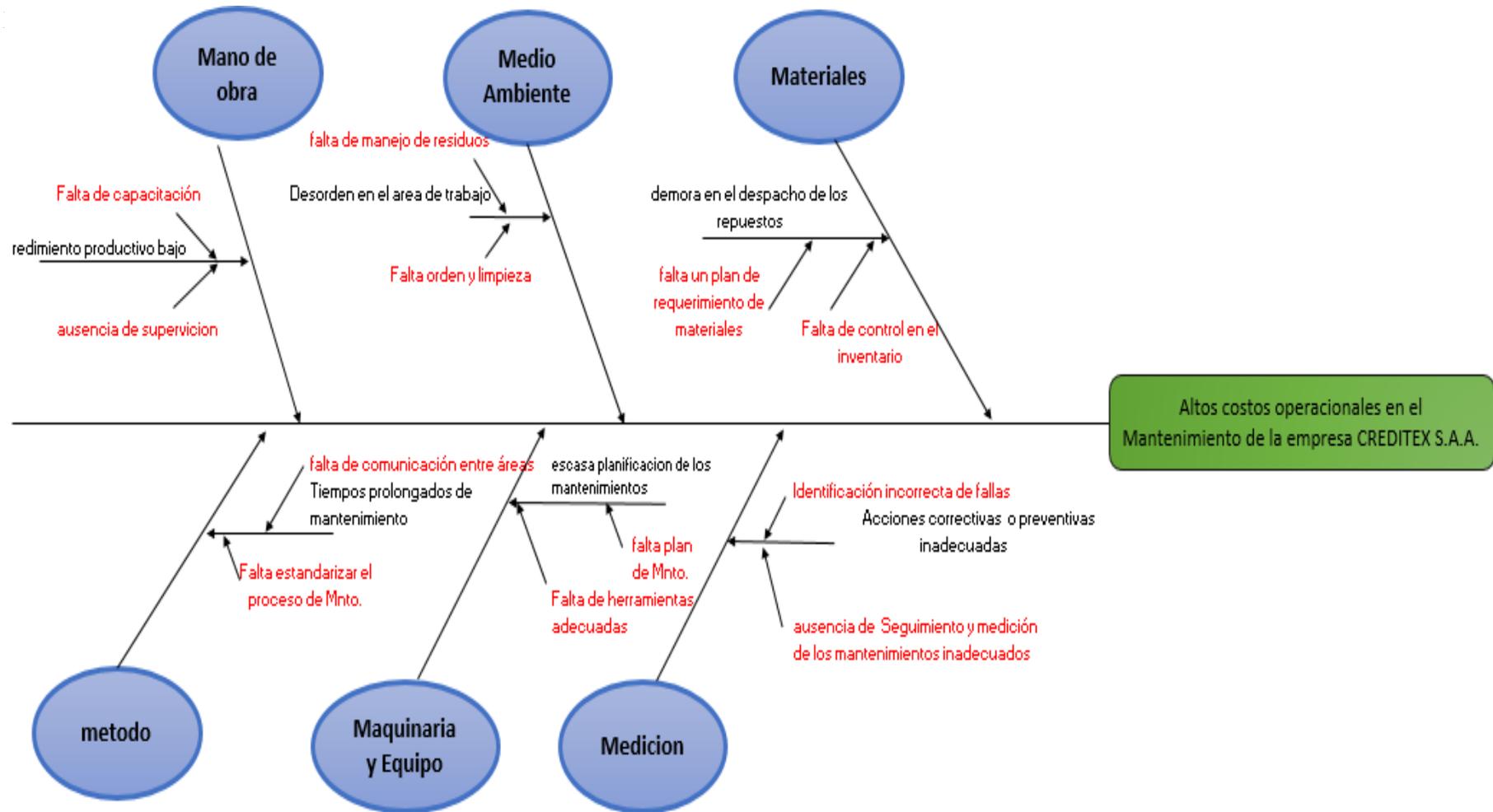
Los cuales no se usan para las tareas de mantenimiento porque no hay compromiso de los mecánicos ni de los jefes para hacer un buen mantenimiento. Esta situación será solucionada con la capacitación en el manejo del MRP.

No todos saben medir u operar los instrumentos de medición por ende se debería hacer unas modificaciones en cuanto a que personal debe ir a que procedimiento en específico, tanto para que el mantenimiento sea eficiente como para que aprenda el personal que desconoce de este.

3.3 Indicadores:

3.3.1. Ishikawa

Figura N° 6 Diagrama de Ishikawa.



3.3.2 Tabla de Indicadores Actuales

Tabla 3.3.1.

Proyección del beneficio resultante de las acciones de mejora orientadas a las causas raíces

CR	Descripción de la causa raíz	Como se costea	Herramienta	Indicador %	Formula	VA %	Pérdidas actuales integradas (s./año)	VM %	Pérdidas mejoradas integradas (s./año)	Beneficio (s/.)	Metodología
Cr5	Falta de un plan de mantenimiento preventivo íntegro	Pérdida por falla/ lucro cesante/Mmto Correctivo	Plan de Mantenimiento y Formatos de seguimiento	% de aplicación de un plan de mantenimiento preventivo	= (N° máquinas con mantto preventivo íntegro / Total máquinas) * 100%	59,02%	S/. 87.840,00	80,33%	S/. 46.067,20	S/. 41.772,80	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
Cr4	ausencia de seguimiento y medición			% de equipos con seguimiento	= (N° de registros de equipos controlados / Total de registro de equipos) * 100%	15,38%		61,54%			
Cr1	No existe supervisión inmediata de las tareas de mantenimiento	DOP-DAP Inicial/medi r tiempos / estandarizar con métodos	DAP Optimizado/ Procedimientos/Documentacion	% procesos supervisados	= (N° de procesos supervisados / Total de procesos) * 100%	4,35%	S/. 123.370,37	21,74%	S/. 107.322,19	S/. 16.048,18	GESTION POR PROCESOS
Cr6	falta estandarizar el proceso de mantenimiento			% procesos estandarizados	= (N° de procesos estandarizados / Total procesos) * 100%	21,74%		43%			
Cr3	falta un plan de requerimiento de materiales	Pérdida por costo excesivo del pedido de emergencia	MRP 1	% de requerimientos no satisfechos (rotura de stock)	= (N° de requerimientos no satisfechos / Total requerimientos generados) * 100%	55%	S/. 101.931,22	18%	S/. 39.311,72	S/. 62.619,50	GESTION ESTRATEGICA
							S/. 313.141,59		S/. 192.701,11	S/. 120.440,47	

CAPÍTULO 4

SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1. CR5: Falta de un plan de mantenimiento preventivo íntegro

Descripción de la causa raíz:

La empresa Creditex S.A.A. no dispone de una programación que permita realizar las operaciones de mantenimiento de forma íntegra. Los tiempos de mantenimiento están ocupados por algunas paradas no establecidas. Si se planificara un tiempo adecuado se trabajaría de mejor manera y habría un mayor rendimiento en la producción de la empresa.

Tabla 4.1.1

Total de máquinas controladas de forma íntegra con el mantenimiento actual

Maquinaria	Total máquinas	Cantidad de máquinas con mantenimiento preventivo íntegro
Platt Saco Lowell	16	7
Zinser 319	18	9
RIETER G-35	12	12
Zinser +351	2	2
Rieter G0/2	10	5
Rieter G5/1	2	1
Rieter K-44	1	0
TOTAL	61	36

Fuente: Elaboración Propia

$$\%MM = \frac{N^{\circ} \text{ de máquinas con mantenimiento preventivo íntegro}}{\text{Total de máquinas}} \times 100$$

Cálculo del Indicador

59.02%

El indicador nos señala que el 59.02% de las máquinas están teniendo un mantenimiento preventivo íntegro.

Optimización con la creación de un Plan de Mantenimiento:

Se creó un plan de mantenimiento (Anexo A) con el cual la cantidad de máquinas con mantenimiento preventivo íntegro aumentaron de forma significativa como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 4.1.2

Total de máquinas controladas con un mantenimiento preventivo

Maquinaria	Total máquinas	Cantidad de máquinas con mantenimiento preventivo íntegro
Platt Saco Lowell	16	12
Zinser 319	18	12
RIETER G-35	12	12
Zinser +351	2	2
Rieter G0/2	10	8
Rieter G5/1	2	2
Rieter K-44	1	1
TOTAL	61	49

Fuente: Elaboración Propia

$$\%MM = \frac{N^{\circ} \text{ de máquinas con mantenimiento preventivo íntegro}}{\text{Total de máquinas}} \times 100$$

Cálculo del Indicador

80.33%

El nuevo indicador nos señala un 80.33% de máquinas a las cuales se les realiza un mantenimiento preventivo íntegro.

4.2. CR4: Ausencia de seguimiento y medición

Descripción de la causa raíz:

La empresa Creditex S.A.A. no realiza el seguimiento y medición adecuada a sus máquinas, se refiere a que las máquinas no son constantemente monitoreadas a fin de detectar fallas antes que éstas sucedan, esto debido a que el personal o no tiene los conocimientos de la operación de mantenimiento en específico o no maneja las herramientas de forma adecuada.

Tabla 4.2.1

Total de máquinas controladas con seguimiento actual

Maquinaria	Total máquinas	Total de seguimientos requeridos	n° de seguimientos ejecutados
Platt Saco Lowell	16	208	32
Zinser 319	18	234	36
RIETER G-35	12	156	24
Zinser +351	2	26	4
Rieter G0/2	10	130	20
Rieter G5/1	2	26	4
Rieter K-44	1	13	2
TOTAL	61	793	122

Fuente: Elaboración Propia

$$\%EQUIP. SEGUIMIENTO = \frac{N^{\circ} \text{ de registro de equipos controlados}}{\text{total de registro de equipos}} * 100\%$$

15.38%

Cálculo del Indicador

Se observa que el 15.38% de las máquinas están siendo controladas de forma constante, realizándole el seguimiento adecuado, el cual es un porcentaje muy bajo a comparación del total de máquinas.

Creación de un formato de control de mantenimiento:

Se creó un formato de control de mantenimiento (Anexo "A" - Anexo II) con el cual se mantuvo el orden y se estableció los seguimientos adecuados para cada máquina, el contenido de este formato de control de mantenimiento siempre debe ser supervisado por el jefe de mantenimiento, estableciendo las pautas y los controles para que el control tenga plazos establecidos de acuerdo al tipo de mantenimiento aplicado, además de tener instrucciones de acuerdo al tipo de equipo y/o máquina.

Tabla 4.2.2

Total de máquinas controladas con el formato de control

Maquinaria	Total máquinas	Total de seguimientos requeridos	n° de seguimientos ejecutados
Platt Saco Lowell	16	208	128
Zinser 319	18	234	144
RIETER G-35	12	156	96
Zinser +351	2	26	16
Rieter G0/2	10	130	80
Rieter G5/1	2	26	16
Rieter K-44	1	13	8
TOTAL	61	793	488

Fuente: Elaboración Propia

$$\%EQUIP. SEGUIMIENTO = \frac{N^{\circ} \text{ de registro de equipos controlados}}{\text{total de registro de equipos}} * 100\%$$

61.54%

Cálculo del Indicador

Se observa que establecido el formato de control de mantenimiento el 61.54% de los equipos son controlados debidamente, notándose un aumento significativo del 15.38% inicial, los seguimientos continuos garantizan un mayor control y reducción de la cantidad de fallos que puede presentar una máquina en un período de tiempo determinado.

Monetización de acuerdo a CR5 Y CR4:**Tabla 4.2.3**

Tiempo Actual / Costo de reparación

Actividad	Costo Total/ día
N° fallos promedio por máquina al año	3
Total de Máquinas	61
N° de fallos anuales	183
Costo medio por fallo (S/.)	480.00
Pérdida promedio anual(S/.)	87840.00

Fuente: Anexo C

Se define que el número de fallos anuales promedio es de 183 por lo que siendo el costo medio por fallo de S/.480.00, se estima que la pérdida de promedio anual con los mecanismos de mantenimiento actuales es de S/. 87840.00.

Monetización con tiempo optimizado

En consideración del porcentaje actual del mantenimiento preventivo íntegro (59,02%) y del seguimiento o control de las máquinas (15,38%), presentada en las tablas 4.1.1 y 4.2.1 respectivamente; así también de las respectivas situaciones mejoradas presentadas en las tablas 4.1.2 (80,33%) y 4.2.2. (61,54%), se obtuvieron porcentajes promedios de 37,20% y de 70,93% de la situación actual y mejorada respectivamente; lo que permitió estimar de forma proporcional inversa, la reducción del n° de fallo promedio por máquina al año $((37,20\% / 70,93\%)*3 \text{ fallos} = 1,57)$

Tabla 4.2.4

Tiempo Optimizado / Costo de reparación

Actividad	Costo Total/ día
N° fallos promedio por máquina al año	1.57
Total de Máquinas	61
N° de fallos anuales	95.97
Costo medio por fallo (S/.)	480.00
Pérdida promedio anual(S/.)	46067.20

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar como la pérdida promedio anual, definida como el costo de reparación excesivo, se reduce de S/. 87840 a S/. 46067.20, un 47.56% menos al agregar un plan de mantenimiento y un formato de control de mantenimiento, generando un ahorro de costos de S/. 41772.8.

4.3 CR1: No existe supervisión inmediata de las tareas de mantenimiento y CR6: Falta estandarizar el proceso de mantenimiento.

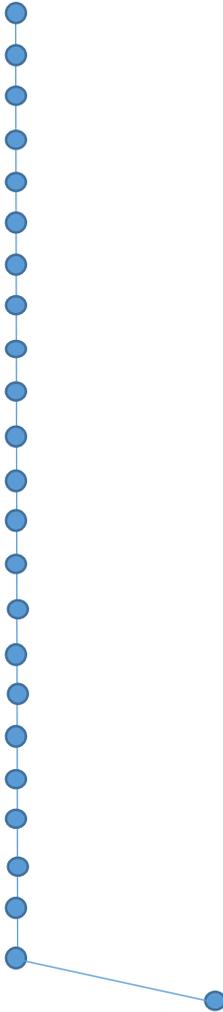
Descripción de la causa raíz:

Las tareas de mantenimiento no son supervisadas de manera adecuada, la demora en el mantenimiento genera que los tiempos de mantenimiento preventivo sean más largos de lo usual, además al no existir una estandarización en el proceso de mantenimiento, el tiempo en el que se realiza este aumenta aún más.

El proceso de mantenimiento comprende diversas operaciones que siguen cierto orden, el cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4.3.1

Diagrama analítico de tiempos empleados en un mantenimiento

Descripción	Tiempo (min)		
Parar máquina	1		
Romper hilos	3		
Retirar los rollos de paños	6		
Levantar brazos pendulares	10		
Colocar mecha hacia atrás y subir regla	12		
Sacar canillas de husos	10		
Subir platabanda a mitad de husos	2		
Bajar 5 brazos pendulares a lo largo de la máquina	2		
Sacar banditas inferiores y reglas	20		
Lanzar máquina para limpiar tren de estiraje	90		
Parar máquina	1		
Colocar banditas inferiores y reglas del tren de estiraje	30		
Limpiar husos	12		
Colocar manguera a tomas de aire	6		
Traer biombos	5		
Sopletear continua	70		
Recoger manguera de aire	6		
Limpieza del área	4		
Llevar biombos	5		
Traes canillas	3		
Colocar canillas en husos	10		
Colocar rodillos de paños	6		
Lanzar máquina y empalmar	45		
Dar conformidad del mecánico	10		
TOTAL	369	23	1
ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)
Operación y Transporte		23	359
Operación e Inspección		1	10
TOTAL		24	369

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.3.2

Estandarización de operaciones actual

Descripción	Tiempo (min)	Estandarización
Parar máquina	1	X
Romper hilos	3	
Retirar los rollos de paños	6	
Levantar brazos pendulares	10	X
Colocar mecha hacia atrás y subir regla	12	
Sacar canillas de husos	10	
Subir platabanda a mitad de husos	2	X
Bajar 5 brazos pendulares a lo largo de la máquina	2	X
Sacar banditas inferiores y reglas	20	
Lanzar máquina para limpiar tren de estiraje	90	X
Parar máquina	1	
Colocar banditas inferiores y reglas del tren de estiraje	30	
Limpiar husos	12	
Colocar manguera a tomas de aire	6	
Traer biombos	5	
Sopletear continua	70	
Recoger manguera de aire	6	
Limpieza del área	4	
Llevar biombos	5	
Traes canillas	3	
Colocar canillas en husos	10	
Colocar rodillos de paños	6	
Lanzar máquina y empalmar	45	
Dar conformidad del mecánico	10	
TOTAL	369	5

Fuente: Elaboración propia.

Resultante del nivel de supervisión ($1/24 = 4,17\%$) y estandarización ($5/24 = 20,83\%$) actual de las operaciones de mantenimiento, se tiene un tiempo promedio de mantenimiento en horas por máquina o MTTR de $369/60 = 6,15$ h; dato que sirvió de base, para estimar el total de horas paradas al año en función de las máquinas atendidas al año ($48 \times 6,15 = 295,2$ h), lo que permitió determinar la producción perdida, según se presenta en la siguiente tabla:

Monetización:

Tabla 4.3.3

Producción perdida como consecuencia de las horas paradas – Costo por disponibilidad de máquina

Producción promedio por hora por máquina	7.68 Kg.
N° mantenimientos preventivos al año	48
Total horas paradas al año	295.2 horas
Producción promedio perdida al año	2267.84 Kg.
Precio por kg	S/. 54.40
Pérdida promedio al año	S/.123,370.37

Fuente: Elaboración Propia

Se determinó que la pérdida promedio al año es de S/. 123,370.37 debido a los mantenimientos preventivos, se sabe que en todas las empresas debe existir un mantenimiento preventivo constante, en consecuencia la pérdida de producción respectiva, sin embargo está dentro de la empresa el hecho de reducir estos tiempos de mantenimiento.

Se determinó que 5 de las 24 operaciones están estandarizadas, lo que hace un 20.83% del total, por lo que de darse una estandarización de operaciones de forma correcta, se reduciría el tiempo de mantenimiento preventivo en el proceso de mantenimiento.

Se determinó que en el proceso de mantenimiento solo existe una supervisión que dura 10 minutos, la que se encuentra al final de todas las operaciones de mantenimiento, por lo cual es necesario incluir más supervisiones en el proceso para tener un mejor control sobre este.

Solución propuesta:

Tabla 4.3.4

Mejora y estandarización en las operaciones de mantenimiento

Descripción	Estado Inicial	Mejora
Colocar mecha hacia atrás y subir regla	Los auxiliares mecánicos optan por realizar las operaciones con menos fatiga, aglomerándose en una misma actividad	Reasignación de los auxiliares mecánicos en las operaciones de mantenimiento (colocar dos operarios por lado)
Sacar banditas inferiores y reglas	La operación es realizada por auxiliares mecánicos novatos	Se debe colocar a un trabajador experimentado con un novato, a fin de equilibrar los tiempos y garantizar el proceso de aprendizaje
Lanzar máquina para limpiar tren de estiraje	La operación es realizada por auxiliares mecánicos que no presentan las cualidades físicas	La operación debe ser supervisada a fin de que se cumpla el tiempo estándar
Colocar banditas inferiores y	La operación es realizada por auxiliares mecánicos novatos	Se debe colocar a un trabajador experimentado con un novato, a fin de

Operación y Transporte		19	118
Operación e Inspección		5	203
TOTAL		24	321

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.3.6

Estandarización de procesos propuesto

Descripción	Tiempo (min)	Estandarización
Parar máquina	1	X
Romper hilos	3	
Retirar los rollos de paños	6	
Levantar brazos pendulares	8	X
Colocar mecha hacia atrás y subir regla	9	X
Sacar canillas de husos	8	
Subir platabanda a mitad de husos	2	X
Bajar 5 brazos pendulares a lo largo de la máquina	2	X
Sacar banditas inferiores y reglas	18	X
Lanzar máquina para limpiar tren de estiraje	80	X
Parar máquina	1	
Colocar banditas inferiores y reglas del tren de estiraje	25	X
Limpiar husos	10	
Colocar manguera a tomas de aire	6	
Traer biombos	5	
Sopletear continua	60	X
Recoger manguera de aire	6	
Limpieza del área	4	
Llevar biombos	5	
Traes canillas	2	
Colocar canillas en husos	10	
Colocar rodillos de paños	5	
Lanzar máquina y empalmar	35	X
Dar conformidad del mecánico	10	
TOTAL	321	10

Fuente: Elaboración propia.

Resultante del nivel de supervisión ($5/24 = 20,83\%$) y estandarización ($10/24 = 41,67\%$) propuesto para las operaciones de mantenimiento, se tiene un tiempo promedio de mantenimiento en horas por máquina o MTTR de $321/60 = 5,35$ h; dato que sirvió de base, para estimar el total horas paradas al año en función de las máquinas atendidas al año ($48 \times 5,35 = 256,8$ h), lo que permitió determinar la producción perdida, según se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4.3.7

Producción perdida optimizada – Costo por disponibilidad de máquina

Producción promedio por hora por máquina	7.68 Kg.
N° mantenimientos preventivos al año	48
Total horas paradas al año	256.8 horas
Producción promedio perdida al año	1972.834
Precio por kg	S/. 54.40
Pérdida promedio al año	S/. 107,322.19

Fuente: Elaboración Propia.

Como consecuencia de la mejora (pasando de 1 a 5 y de 5 a 10 operaciones supervisadas y estandarizadas respectivamente), se redujo el tiempo de mantenimiento preventivo al año en 38.4 h, lo que implicó un aumento en la producción en 295 Kg, lo que se tradujo en la recuperación de S/. 16048.18 (S/.123,370.37 – 107,322.19), como costos de disponibilidad.

4.4 CR3: Falta un plan de requerimiento de materiales

Descripción de la causa raíz:

Al no existir un plan de requerimiento de materiales genera un problema con respecto al abastecimiento de cierto tipo de estos, los cuales son necesarios para realizar un mantenimiento y poder continuar con la producción, por ello además de generar una demora, también provoca un aumento en los costos, ya que el pedido de emergencia de material siempre tiene un costo aumentado dado que no se pueden realizar cotizaciones previas para optar por la mejor alternativa.

Tabla 4.4.1

Lista de materiales y/o repuestos no disponibles en almacén en un periodo anual – Costo por escasez de inventario

Fallos frecuentes	Materiales o repuestos asociados	Rotura de stock promedio al año			Tiempo de espera en horas	Impacto en la producción	Producción perdida en kg*
		Total requerimientos	Total requerimientos no satisfechos	%			
Rodamiento oxidado tren de estiraje	Rodamiento de agujas	35	20	57.14%	390	10,08%	301.90
Malla neuma fil picada de la cámara de succión	Malla de neuma fil	10	5	50.00%	0.67	100%	5.12
Imperfecciones del tren estiraje	Brazos articulados del tren estiraje	1	1	100.00%	24	100%	184.32
Falta de presión de aire en el sistema de robodof	Membranas de jebe	1632	900	55.15%	180	100%	1,382.40
		1678	926	55.18%	7,851.17		1,873.74

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo del Indicador

$$\frac{N^{\circ} \text{ de requerimientos no atendidos}}{\text{total de requerimiento generados}} * 100\% = 55.18\%$$

El cálculo de la producción perdida se ha determinado del producto entre la producción promedio perdida por máquina y por hora (7,68 kg), el total de horas perdidas (tiempo de espera) y el impacto en la producción. El tiempo medio de espera en horas está conformado por la espera del pedido, la desorganización de los almacenes o y la colocación o montaje; así para el caso de los rodamientos de agujas, se tiene un tiempo medio de espera de ½ mes para que llegue el pedido por paquete de más de 20, se le suma un promedio de 1h y ½ para colocar cada rodamiento, lo que equivale a un total de 390 h en total por los 20 rodamientos; así mismo el impacto en la producción se determina de la relación de 80 usos de canillas faltantes (resultantes de 4 usos x 20 rodamientos) entre los 793,7 usos promedio por máquina (siendo que la máquina no se paraliza por la falta de rodamientos, impactando así en un 10,08%); para el resto de materiales o repuestos faltantes, las máquinas se paralizan al 100%.

Solución propuesta:

Tabla 4.4.2

Lista de materiales y/o repuestos no disponibles en almacén optimizado en un periodo anual – Costo por escasez de inventario

Fallos frecuentes	Materiales o repuestos asociados	Rotura de stock promedio al año			Tiempo de espera en horas	Impacto en la producción	Producción perdida en kg
		Total requerimientos	Total requerimientos no satisfechos	%			
Rodamiento oxidado tren de esiraje	Rodamiento de agujas	35	5	14.29%	97,5	10,08%	75.47
Malla pneumafil picada de la cámara de succión	Malla de pneumafil	10	2	20.00%	0.27	100%	2.05
Imperfecciones del tren estiraje	Brazos articulados del tren estiraje	1	1	100.00%	24	100%	184.32
Falta de presión de aire en el sistema de robodof	Membranas de jebe	1632	300	18.38%	60	100%	460.80
		1678	308	18.36%	1,971.07		722.64

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo del Indicador

$$\frac{N^{\circ} \text{ de requerimientos no atendidos}}{\text{total de requerimiento generados}} * 100\% = 18.36\%$$

El plan de requerimiento de materiales o MRP (Anexo “B”) optimizaría las operaciones de producción, inicialmente se tiene una producción perdida de 1,873.74 Kg. lo que equivale a S/.101,931.22; que al aplicar el MRP se reduciría esta pérdida a 722.64 Kg. que se traduce a S/. 39,311.72, es decir, la empresa estaría aumentando su producción en 1,151.10 Kg, lo que equivale a S/. 62,619.50 de ganancia extra.

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN

ECONÓMICA

5.1. Inversión de la propuesta

Para poder proponer las mejoras de cada Causa Raíz, se elaboró un presupuesto para que todo funcione correctamente. En las tablas siguientes se detalla el costo de inversión para reducir cada una de las causas raíces. Cabe resaltar que dentro de la propuesta se consideran breves charlas de motivación a los trabajadores a fin de que cumplan efectivamente la propuesta, dichas charlas no generan algún costo adicional ni requieren de inversión.

5.1.1. Inversión para la propuesta de plan de mantenimiento y estandarización de operaciones.

Tabla 5.1.1:

Inversión de materiales y equipos para el Plan de mantenimiento y estandarización de operaciones.

Compra	Cantidad	Costo (S/.)
Laptop HP: Intel Core i5, 4GB Ram	1	2,400.00
Multifuncional HP: Scanner, Fotocopiadora e impresora	1	450.00
Escritorio de melamine 1.00x0.50m, con cajones	1	200.00
Silla de escritorio con ruedas/ Negro	1	100.00
Pistolas de aire comprimido	4	1200.00
COMPRA TOTAL (S/)		4,350.00

Fuente: Elaboración Propia.

Los materiales usados para el Plan de mantenimiento y estandarización de operaciones son los mismos dado que ambos son de índole documentario, a excepción de la pistola de aire comprimido que es usada para estandarizar la operación de “Lanzar máquina y empalmar”, debido a que la herramienta actual está siendo deficiente.

Tabla 5.1.2:

Depreciación y valor residual de equipos para el Plan de mantenimiento y estandarización de operaciones.

Vida Útil (AÑOS)	Depreciación mensual (S/.)	Valor residual
4	50.00	1800.00
4	9.38	337.50
8	2.08	175.00
8	1.04	87.50
2	50.00	600.00
TOTAL (MES)	112.50	Valor residual (1 año de uso)
TOTAL (1 AÑO)	1350.00	3000.00

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.2. Inversión para la propuesta de MRP

La propuesta del Plan de requerimiento de materiales tiene como principal característica la capacitación del personal que maneja el almacén, de tal forma que se familiarice con el MRP y el manejo del mismo.

Tabla 5.1.3:

Inversión de la propuesta de MRP

Descripción	N° Participantes	Costo Individual (S/.)	Monto Viáticos (S/.)	TOTAL (S/.)
Capacitación en MRP y gestión de almacenes e inventarios	1	1,500.00	500.00	2,000.00
TOTAL DE COSTO DE CAPACITACIÓN (S/.)				2,000.00

Fuente: Elaboración Propia (Anexo B)

Tabla 5.1.4:

Inversión de la evaluación y monitoreo de las capacitaciones

Evaluación y monitoreo	N° SRV	Costo Individual (S/.)	TOTAL (S/.)
Evaluador de capacitaciones	3	450.00	1,350.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5.1.5:

Resumen de costos de inversiones y depreciación

TOTAL INVERSIONES	TOTAL (S./AÑO)
Plan de mantenimiento y estandarización de procesos	4,350.00
MRP (Capacitación y seguimiento)	3,350.00
TOTAL (S/.)	7,700.00
DEPRECIACIÓN	
	1,350.00

Fuente: Elaboración Propia.

5.2. Beneficio de la propuesta

En las siguientes tablas se detalla los beneficios de las herramientas de mejora comprendidas por el Plan de mantenimiento, estandarización de procesos y MRP.

5.2.1. Beneficio de la propuesta del sistema Plan de mantenimiento

Tabla 5.2.1:

Beneficio de la propuesta de Plan de Mantenimiento

CR	Descripción de CR	S/. Pérdida actual (costo de reparación)	S/. Pérdida mejorada (costo de reparación)	Beneficio S/.	Propuesta de mejora
Cr5	Falta plan de mantenimiento	87,840.00	46,067.20	41,772.80	Plan de mantenimiento
Cr4	Ausencia de seguimiento y medición				

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2. Beneficio de la propuesta de Estandarización de procesos

Tabla 5.2.2:

Beneficio de la propuesta de Estandarización de procesos

CR	Descripción de CR	S/. Pérdida actual (Costo por disponibilidad de máquina)	S/. Pérdida mejorada (Costo por disponibilidad de máquina)	Beneficio s/.	Propuesta de mejora
Cr1	No existe supervisión inmediata de las tareas de mantenimiento	123,370.37	107,322.19	16,048.18	Estandarización de procesos
Cr6	Falta estandarizar el proceso de mantenimiento				

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.3. Beneficio de la propuesta de MRP

Tabla 5.2.3:

Beneficio de la propuesta de MRP

CR	Descripción de CR	S/. Pérdida actual (Costo por escasez de inventario)	S/. Pérdida mejorada (Costo por escasez de inventario)	Beneficio s/.	Propuesta de mejora
----	-------------------	------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------	---------------	---------------------

Cr3	Falta de un plan de requerimiento de materiales	101,931.22	39,311.72	62,619.50	MRP
------------	-------------------------------------------------	------------	-----------	-----------	-----

Fuente: Elaboración Propia.

5.3. Evaluación económica

Se desarrolla la evaluación económico-financiera de la propuesta de mejora, a fin de establecer su viabilidad en un horizonte de 12 meses; considerando un costo de oportunidad de 20% (COK).

5.3.1. Estado de resultados

Tal como se muestra en la Tabla 5.1.5, se estima un monto de inversión bajo para la implementación de la propuesta de mejora, por ello no se requiere establecer el estado de resultados que considera el efecto del financiamiento y sólo tomar en cuenta los recursos propios de la empresa para asumir la ejecución de la propuesta.

Tabla 5.3.1:

Estado de resultados para la propuesta de mejora con recursos propios.

Concepto	Año 1
Ingreso	S/. 120,440.48
Costos operativos (40%)	S/. 48,176.19
Depreciación activos	S/. 1,350.00
Gastos Administrativos y Ventas (10%)	S/. 12,044.05
Utilidad antes de impuestos	S/. 58,870.24
Impuestos (28%)	S/. 16,483.67
Utilidad neta	S/. 42,386.57

Fuente: Ingresos (Tabla 3.3.1) y Depreciación de activos (Tabla 5.1.2). Anexo D.

5.3.2. Flujo de caja

El flujo de caja económico detalla las entradas y salidas de efectivo en el periodo de tiempo establecido (01 año) producto del desarrollo de la propuesta de mejora, a fin de determinar la viabilidad del proyecto.

Tabla 5.3.2:

Flujo de caja económico

Años	0	1	Valor Recuperación
Utilidad después de impuestos	-	S/. 42,386.57	-
Depreciación (+)	-	S/. 1,350.00	-
Inversión en activos fijos	S/. -4,350.00	-	S/. 3,000.00

Inversión en activos intangibles	S/. -3.350,00	-	-
Capital de trabajo	S/. -48,176.19	-	S/. 48,176.19
Flujo de caja	S/. -55,876.19	S/. 43,736.57	S/. 51,176.19

Fuente: Tabla 5.1.1 - 5.1.5, 5.2.1 y 5.2.2

Según se aprecia en la Tabla 5.3.2, no se considera un valor de recuperación a la inversión en activos intangibles (capacitación) al término del periodo de 12 meses, ya que dicha inversión se orienta a recuperarse (en término de calidad del proceso) o materializarse (en términos monetarios) al mediano plazo de 3 años.

5.3.3 Indicadores económicos de rentabilidad

En la Tabla 5.3.3 se muestran los índices económicos de rentabilidad, considerando el valor actual neto (VAN), valor actual neto de ingresos (VAN ingresos), valor actual neto de egresos (VAN egresos), tasa interna de retorno (TIR), periodo de recuperación de la inversión (PRI) y la relación beneficio costo (B/C).

Tabla 5.3.3.

Determinación de indicadores económicos

VANE	S/. 23,217.78
TIRE	69.86%
PRI	0.71
VANE Ingresos	S/. 143,013.89
VANE Egresos	S/. 119,796.12
B/C	S/. 1.19

Fuente: Tabla 5.3.1 y 5.3.2

Se desarrollaron los indicadores económicos de rentabilidad, donde se determinó que el Valor actual neto económico (VANE) como $23,217.78 > 0$, lo que indica que el proyecto es rentable.

Se determinó la Tasa de Interna de Retorno Económica (TIRE) de 69.86%, que indica la rentabilidad promedio anual de la inversión realizada, que supera ampliamente al costo de oportunidad considerado para el proyecto (20%), indicando la viabilidad del proyecto en su realización y un Plazo de Recuperación de Inversión (PRI) de 0.71 años, es decir casi 9 meses.

La relación beneficio costo B/C Económico (VANE ingresos / VANE egresos) es 1,19; ello indica que la inversión a realizar es rentable, por ser superior a la unidad (1). El indicador B/C Económico muestra, que por cada sol invertido se obtiene como ganancia S/. 0,19 soles.

CAPITULO 6
RESULTADOS Y
DISCUSION

6.1. Resultados

El área en la propuesta de mejora tiene un costo perdido actual que se detalla en la Tabla N° 6.1, anexo a continuación. En el mismo se encuentra el costo perdido meta y el beneficio que implica la inversión realizada en el área respectiva.

Tabla 6.1:

Resumen de costo perdido actual y beneficio de las propuestas a las Causas Raíces

Cr	Costo perdido actual	Costo perdido meta	Beneficio
Cr 5 y 4	S/. 87,840.00	S/. 46,067.20	S/. 41,772.80
Cr 1 y 6	S/. 123,370.37	S/. 107,322.19	S/. 16,048.18
Cr 3	S/. 101,931.22	S/. 39,311.72	S/. 62,619.50
Total	S/. 313,141.59	S/. 192,701.11	S/. 120,440.48

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente se presenta un cuadro comparativo de costos perdidos antes y después de la propuesta de implementación del sistema MRP, plan de mantenimiento y Estandarización del proceso.

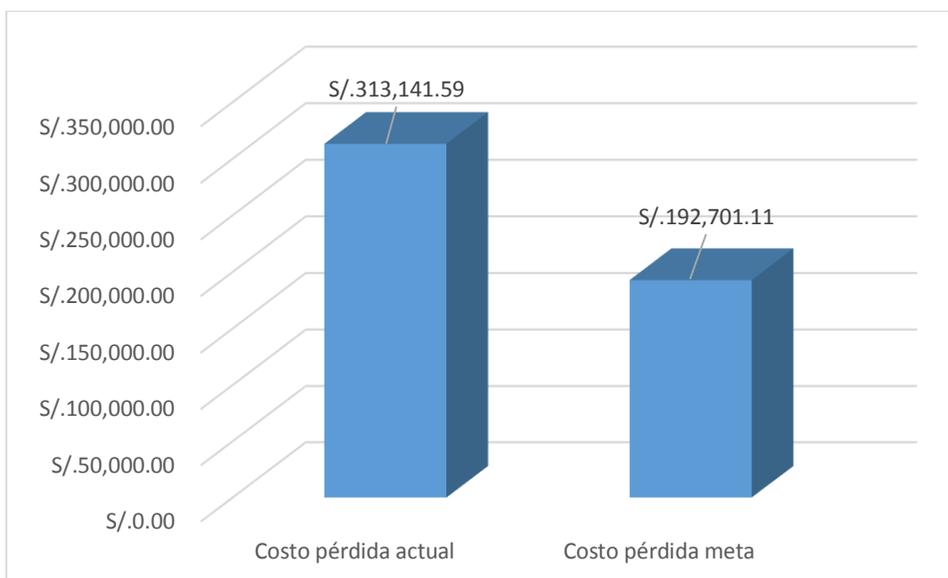


Figura N° 7: Comparación de los costos perdidos antes y después de las propuestas. Fuente: Tabla 6.1

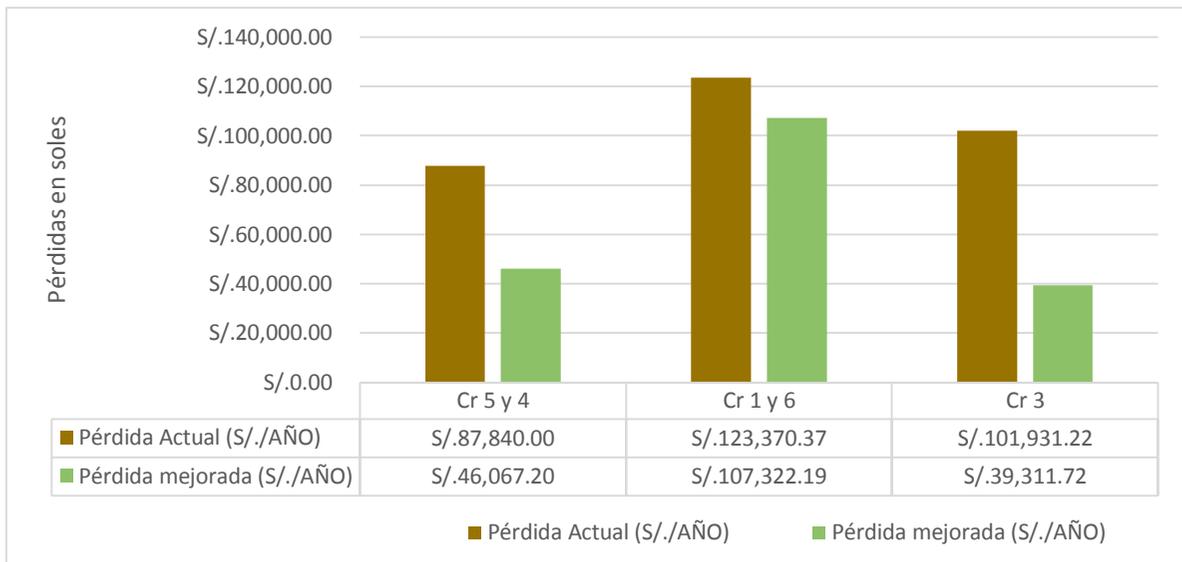


Figura N° 8: *Costos actuales y mejorados de las causas raíces del área de Calidad. Fuente: Tabla 6.1*

Con las figuras anteriores se evidencia claramente una disminución de los costos perdidos y el cual nos permite afirmar que la propuesta de implementación del sistema MRP, Plan de mantenimiento y Estandarización del proceso.

6.2 Discusión

Propuesta de Plan de Mantenimiento

García (2016) nos dice que “El Plan Mantenimiento se define como el conjunto de actividades que tratan de compensar la degradación que el tiempo y el uso provocan en equipos e instalaciones. Los departamentos de mantenimiento, teniendo en cuenta esta definición, tratan de asegurar cuatro objetivos básicos: disponibilidad, fiabilidad, vida útil y coste”, teniendo lo anterior en cuenta, se observa que actualmente en la empresa Creditex S.A.A. las máquinas sufren fallos y generan pérdidas a la empresa manifestado en una menor producción debido al tiempo que las máquinas del proceso productivo deben detenerse, esto es debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo y la falta de seguimiento y medición en el mantenimiento de los equipos, lo que con el desarrollo de la propuesta para mejorar los índices de estas causas raíces resulta beneficioso para la empresa.

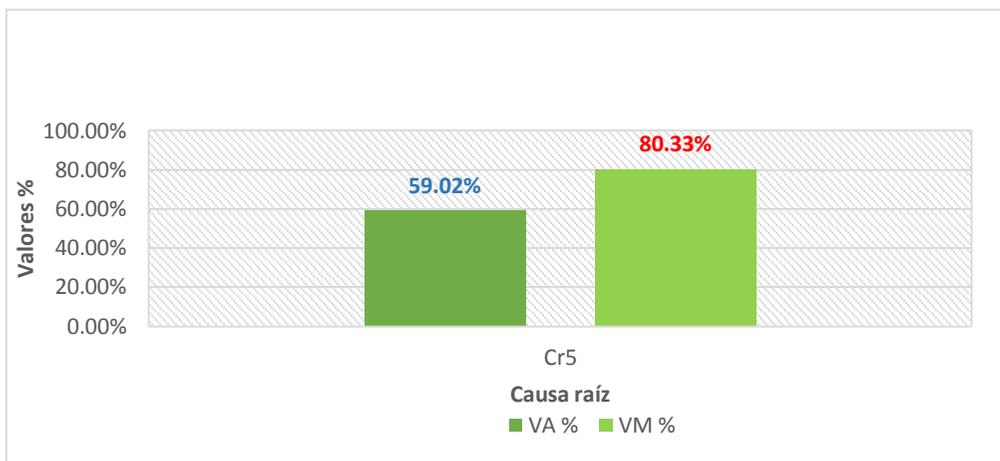


Figura N° 9: Valor actual y meta de la causa raíz con respecto a la aplicación de un mantenimiento preventivo. Fuente: Elaboración Propia.

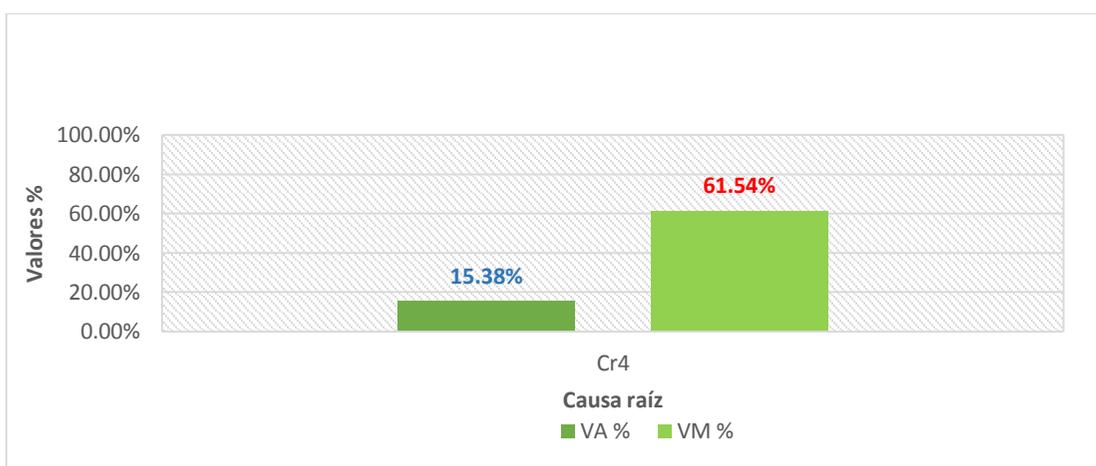


Figura N° 10: Valor actual y meta de la causa raíz con respecto al seguimiento y medición del mantenimiento en los equipos. Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente Figura N° 9 y 10 se puede apreciar los valores actuales y meta de cada una de las causas raíces que tienen como herramienta de mejora el plan de mantenimiento, en donde la herramienta ayuda significativamente en el incremento del indicador para el beneficio de Creditex S.A.A.

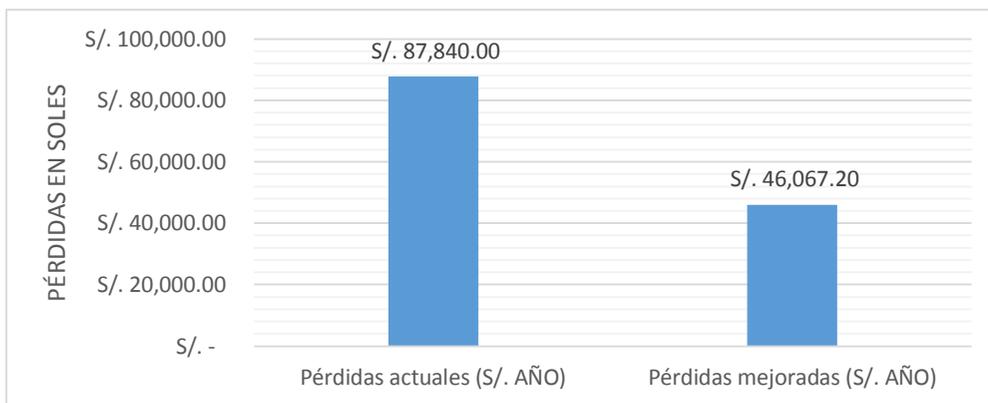


Figura N° 11: *Pérdida actual y mejorada con el desarrollo del Plan de Mantenimiento. Fuente: Elaboración Propia.*

En la figura N° 11 se observa que el desarrollo del plan de mantenimiento convierte la pérdida inicialmente de S/. 87,840.00 a S/. 46,067.20, traduciéndose en mayor producción para la empresa, por lo que Creditex S.A.A. puede considerar la propuesta como viable.

Propuesta de Estandarización del Proceso

Al proponer una estandarización de procesos el objetivo a alcanzar sería la total estandarización de los procesos, es decir, una implementación al 100%, pero debido a que los procesos de mantenimiento tienen una variabilidad en cuando a procedimiento, se optó por estandarizar los procesos más críticos pasando de tener estandarizados 5 de 24 procesos, a 10 de 24 procesos.

Brenchat (2013) nos dice que “la elaboración de manuales de procesos y su adecuada divulgación y control facilitan el éxito de la organización en sus diferentes actividades”, justamente lo que comprende la estandarización de procesos, es elaborar estos manuales de procesos que deben ser respetados y acatados para reducir los tiempos del proceso de mantenimiento como para mantener una supervisión sobre el mismo en ciertos puntos del proceso, manuales que deben ser elaborados por el jefe de mantenimiento, mismo que debe tener conocimientos esenciales sobre los tipos de mantenimientos aplicables a cada operación del proceso de mantenimiento.

El recurso humano es fundamental para lograr la efectividad de la estandarización, por ello fue necesario brindar pequeñas charlas motivacionales al personal de mantenimiento de parte de sus jefes directos y redistribuyendo al personal en operaciones diversas, evitando la aglomeración en un solo punto, traduciéndose esto como una mejora en la que el personal inexperimentado pueda adquirir conocimientos y especializarse; de esta forma se establecieron más supervisiones en el proceso de mantenimiento de tener 1 en todo el proceso a 5 en total.

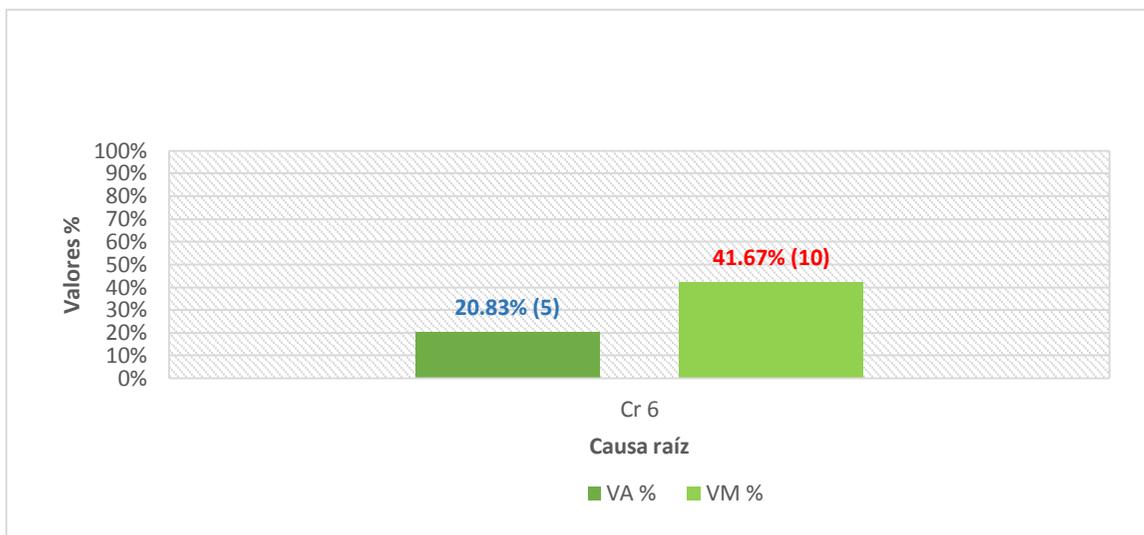


Figura N° 12: Valor actual y meta de la causa raíz con respecto a la Estandarización del Proceso.

Fuente: Elaboración Propia.

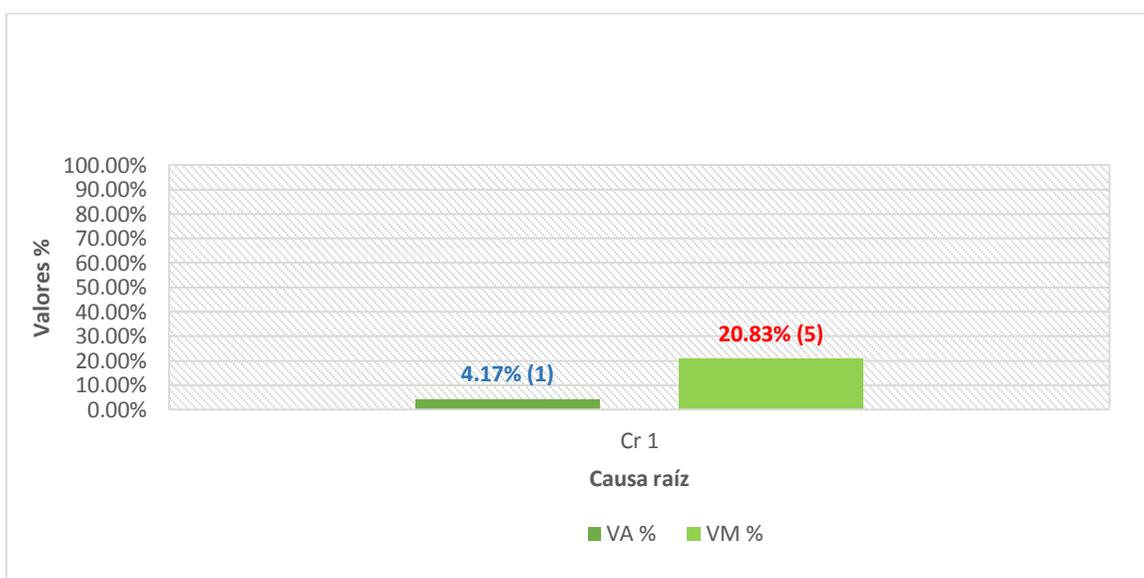


Figura N° 13: Valor actual y meta de la causa raíz con respecto a la supervisión de procesos. Fuente:

Elaboración Propia.

En la siguiente Figura N° 12 y 13 se puede apreciar los valores actuales y meta de cada una de las causas raíces que tienen como herramienta de mejora el desarrollo del sistema de Estandarización del Proceso, en donde la herramienta ayuda significativamente en el incremento del indicador para el beneficio de Creditex S.A.A.

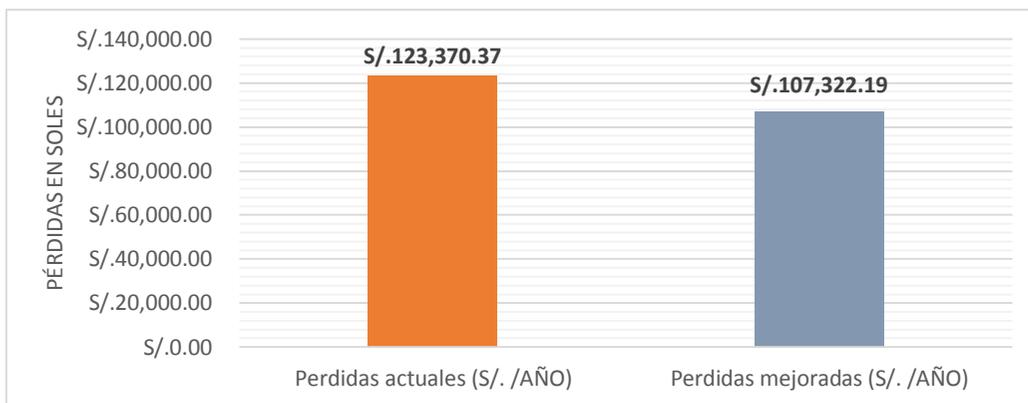


Figura N° 14: *Pérdida actual y mejorada con el desarrollo del sistema Estandarización del Proceso.*

Fuente: Elaboración Propia.

El desarrollo del sistema de Estandarización del Proceso nos permite conocer y tomar decisiones en beneficio del área de mantenimiento. En la figura N° 14 se observa que el costo perdido inicialmente es de S/. 123,370.37 y con el desarrollo de la herramienta es de S/. 107,322.19, afirmando lo beneficioso que es para Creditex S.A.A. que se considere la propuesta.

Propuesta sistema MRP

Las causas raíces que hacen referencia a la falta de una planificación de requerimiento de materiales (MRP), por lo que actualmente las máquinas al sufrir fallos que generan pérdidas a la empresa, no están siendo debidamente reparadas en plazos adecuados debido a la falta de materiales y repuestos en el almacén, lo que con el desarrollo de la propuesta en la empresa Creditex S.A.A. resulta beneficioso.

Delgado (2013) afirma que “El proceso de pronóstico de demanda en cualquier organización requiere de una constante revisión y redefinición, para adaptarse y adecuarse a las condiciones cambiantes del entorno y de la estrategia de la compañía”, por ello además de la implementación de un MRP, la capacitación del personal a cargo de almacén es fundamental, debe lograr entender el proceso de un MRP, y como nos dice Delgado el proceso requiere revisión y redefinición, lo que se relaciona con el factor humano para lograr la efectividad del MRP y con ello se logró reducir los tiempos de demora en el requerimiento de materiales y/o repuestos, esto permitió un mejor rendimiento del área de mantenimiento, debido a que los tiempos de espera para recibir un repuesto fueron reducidos al mínimo.

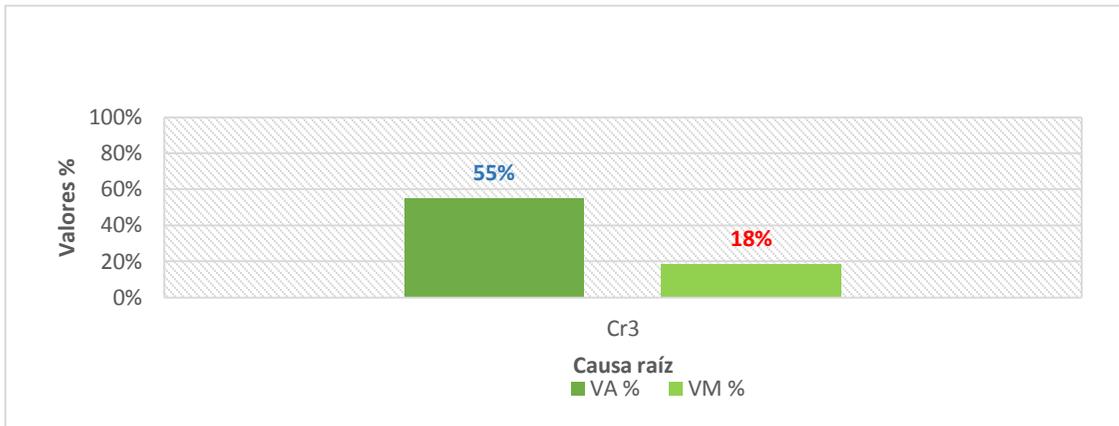


Figura N° 15: Valor actual y meta de la causa raíz con respecto a los requerimientos insatisfechos de materiales. Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente Figura N° 15 se puede apreciar los valores actuales y meta de la causa raíz que tienen como herramienta de mejora el MRP, en donde la herramienta ayuda significativamente en el incremento del indicador para el beneficio de Creditex S.A.A.

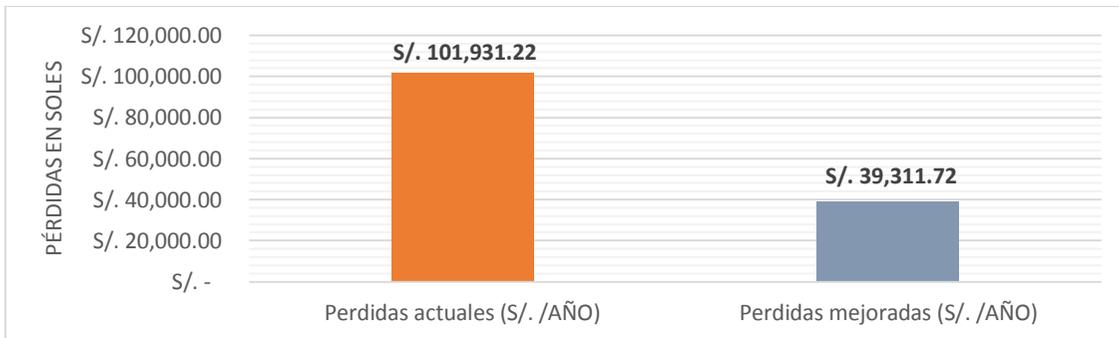


Figura N° 16: Pérdida actual y mejorada con el desarrollo un MRP. Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 16 se observa que el desarrollo del plan de mantenimiento convierte la pérdida inicialmente de S/. 123,370.37 a S/. 107,322.19, traduciéndose en mayor producción para la empresa, por lo que Creditex S.A.A. puede considerar la propuesta como viable.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

La mejora en la gestión de mantenimiento aplicando filosofía TPM permite reducir los costos operativos de mantenimiento en S/. 120,440.48, es decir, creó aumento de la producción del mismo monto en la empresa Creditex S.A.A., ello es explicable en el sentido que la falta de implementación de herramientas como un plan de mantenimiento, un formato de control de equipos y MRP son razón del elevado costo de producción de la empresa Creditex S.A.A. – Trujillo.

- Se diagnosticó el proceso de mantenimiento, como causas raíces la falta de aplicación de un plan de mantenimiento preventivo por el cual solo el 59.02% de las máquinas tenían, la ausencia de seguimiento y medición de equipos donde el 15.38% de los equipos contaban con un seguimiento adecuado, la inexistencia de supervisión inmediata del proceso de mantenimiento debido a que solo el 4.17% de las operaciones eran supervisados, la falta de estandarización del proceso de mantenimiento de los cuales el 20.83% eran operaciones estandarizadas y la no atención de los requerimientos de materiales, siendo ignorados un 55% del total de requerimientos.
- Se desarrolla el plan de mejora basado en el plan de mantenimiento, el formato de control de mantenimiento, la estandarización y supervisión del proceso de mantenimiento y el plan de requerimiento de materiales (MRP):
 - a. El plan de mantenimiento y el formato de control de mantenimiento pudo reducir los costos operativos de mantenimiento (Costo de reparación) de S/. 87840.00 a S/. 46067.20 lo que representa un beneficio total de S/. 41772.80 en el primer año, por lo que se concluye que un plan en mantenimiento reduce el número de fallos anuales que sufre un equipo y/o maquinaria, lo que aumenta la disponibilidad de las mismas y consecuentemente aumenta la producción anual de la empresa.
 - b. La estandarización y supervisión del proceso de mantenimiento, donde se pudo reducir los costos por disponibilidad de máquina de S/. 123370.37 a S/. 107322.19 lo que se tuvo un beneficio de S/. 16048.18 en el primer año. Concluyendo que esto no solo fue beneficioso a la empresa por la reducción de tiempo en los mantenimientos sino también que al tener procesos estandarizados hace que la supervisión de los mismos tenga un patrón más reconocible, es decir, se puede reconocer los pasos de la operación del mantenimiento mediante el manual, y verificar su cumplimiento, ayudando así en la dispersión de conocimientos en el personal del área de mantenimiento.

- c. El plan de requerimiento de materiales (MRP), logra una reducción en las pérdidas por parada de producción, como consecuencia de la escasez de inventario pasando de S/. 101931.22 a S/. 39311.72, obteniendo un beneficio de S/. 62619.50 en el primer año. Concluyendo que la eficiencia del MRP va proporcionalmente de la mano con el desarrollo del personal de almacén, que al reducir los tiempos de espera en la entrega de material y/o repuestos, ayuda a minimizar los tiempos de espera en las operaciones de mantenimiento, siendo este plan aplicable a otras áreas como la de producción con respecto a materia prima e insumos.
 - d. Estando las mejoras de plan de mantenimiento, estandarización de procesos y MRP, relacionadas con el mantenimiento productivo total (TPM), se puede concluir que basados en esta filosofía TPM se puede lograr una mejora notoria en el mantenimiento productivo con un beneficio total de S/. 120,440.48 en el primer año donde las breves charlas de motivación fueron de fundamental apoyo para las propuestas de mejora, ya que para que todo plan funcione, es necesario el compromiso y apoyo de los que intervienen en él.
- La evaluación económica evidencia que con una inversión total de S/.7,700.00, se logra aumentar los ingresos y utilidad de la empresa en el primer año, obteniéndose un Valor actual neto económico (VANE) de S/. 23,217.78 con una Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) de 69.86%, que indica la amplia rentabilidad del proyecto superando al costo de oportunidad de 20% (COK); además, de la relación beneficio costo B/C de S/. 1.19, es decir S/. 0.19 por cada sol invertido; con un periodo de recuperación sobre la inversión de 0.71 años, es decir casi 9 meses.

7.2. Recomendaciones

- a. Derivar la función de encargado de almacén a un personal específico del turno de trabajo en el cual no haya quien que pueda realizar el manejo del área, con indicaciones mínimas de registros para que pueda llevar a cabo esta función adicional.
- b. Realizar constante monitoreo en las áreas de trabajo para poder verificar las funciones de los trabajadores, esto ayudará para ver si están capacitados para cada labor que se les asigne, esto ayudará a la empresa y mejorará las capacidades del personal del área de mantenimiento.
- c. Mantener siempre en orden los materiales para la producción y tener siempre limpio las áreas de trabajo y el almacén, esto contribuye a que al momento de realizar requerimientos, el proceso sea más ágil y con menos demoras.
- d. Estandarizar las demás operaciones de mantenimiento, teniendo como objetivo el 100% de estandarización del proceso de mantenimiento.

Bibliografía

Álvarez, H. (2012). *Informe de investigación: Teoría del TPM*. Centro de Conocimiento TPM. Barcelona España.

Brenchat, Oscar (2013). *Procedimientos y estandarización en mantenimiento*. Recuperado de <http://www.maintapps.com/2013/10/procedimientos-y-estandarizacion-en.html>

Cuatrecasas, L. y Torrel, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. Profit Editorial. España.

Díaz, I. (2008). *Desarrollo de un espacio virtual formativo sobre Mantenimiento Productivo Total*. España.

García Alcaraz, J. L., Romero González, J., & Noriega Morales, S. A. (2012). *El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos*. Contaduría y administración, 57(4), 173-196.

García, Santiago (2016). *Los principales objetivos del mantenimiento*. Recuperado de <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Los-principales-objetivos-del-mantenimiento+114923>

Gómez, C. (2001). *Mantenimiento Productivo Total*. Una visión global. Las Canarias, España.

Delgado, Luis (2013). *Caracterización de la gestión de pronósticos de demanda empresarial*. (Tesis de Administración). Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia.

Mesa Grajales, D. H., Ortiz Sánchez, Y. y Pinzón, M. (2006). *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento*. *Scientia et Technica*, 1(30).

Parra Márquez, C. A. y Crespo Márquez, A. (2012). *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. Desarrollo y aplicación práctica de un modelo de gestión de mantenimiento (MGM)*. Sevilla: INGEMAN.

Rey, F. (2001). *Mantenimiento total de la producción (TMP): proceso de implantación y desarrollo*. Madrid: Fundación Confemetal.

Salas Maceda, M. D. (2012). *Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fábrica textil*. (Tesis de Ingeniería Industrial). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Silva, J. (2005). *Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa*. Piura, Perú. Recuperado de <http://pirhua.udep.edu.pe/>.

Universidad Tecnológica de Campeche (2015). *Costo del mantenimiento*. México: Dirección de Mantenimiento Industrial. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/296515373/Costos-del-Mantenimiento-pdf>

ANEXOS

ANEXO A: Plan de Mantenimiento

1. PROPÓSITO Y ALCANCE

El propósito del presente documento es describir las operaciones de mantenimiento de los equipos del área de Hilandería de Creditex S.A.A., a fin de garantizar su correcto funcionamiento.

Los equipos en cuestión son:

- Platt Saco Lowell (16)
- Zinser 319 (18)
- RIETER G-35 (12)
- Zinser +351 (2)
- Rieter G0/2 (10)
- Rieter G5/1 (2)
- Rieter K-44 (1)

2. DEFINICIONES

Mantenimiento preventivo:

Operaciones planificadas para evitar el deterioro o mal funcionamiento de los equipos.

Mantenimiento correctivo:

Operaciones encaminadas a la sustitución o reparación de un equipo, cuando éstos se rompen, deterioran o inutilizan.

3. PROCEDIMIENTO

3.1 Mantenimiento preventivo

El jefe de mantenimiento elaborará para los equipos del área productiva el “Plan de Mantenimiento Preventivo de equipos” mediante el documento **anexo I**, donde se registrará la relación de equipos junto con la INSTRUCCIÓN TÉCNICA de cada equipo.

El Jefe de mantenimiento es responsable de supervisar todas las operaciones de mantenimiento preventivo a realizada por el personal de la planta según se establece en las correspondientes **Instrucciones Técnicas de cada equipo.**

Las hojas de Mantenimiento Preventivo se archivarán por el Jefe de Explotación en un fichero identificado como tal.

Las operaciones a realizar en el Plan de Mantenimiento Preventivo se desarrollan a lo largo del año según se especifique en el documento **anexo II** “Periodicidad del Mantenimiento Preventivo” elaborado por el jefe de mantenimiento.

3.2 Mantenimiento correctivo

El Jefe de mantenimiento es responsable de que se realicen las operaciones de mantenimiento correctivo por el personal interno especializado en tal labor encaminadas a reparar o sustituir los equipos e instalaciones identificados en el Plan de Mantenimiento Preventivo de equipos, cuando éstos se rompen, deterioran o inutilizan.

El personal procederá de la siguiente manera:

3.2.1. **Detectar una avería:** cuando el personal de la planta en el trabajo diario o en la ejecución del mantenimiento preventivo, detecten el no funcionamiento o funcionamiento incorrecto de algún equipo procederá a su identificación, siempre que sea posible, con la etiqueta del **anexo III** “Identificación del equipo fuera de servicio” en la que se indicara si está fuera de servicio, o funcionamiento incorrecto, fecha y firma.

3.2.2. **Notificar la avería:** una vez identificado el equipo se pondrá en conocimiento del responsable del mantenimiento correctivo mediante la hoja de incidencia **anexo IV** “Incidencias”

3.2.3. **Reparación:** el responsable del mantenimiento correctivo valorara la avería y procederá a su reparación por:

***Personal interno:** el responsable del mantenimiento correctivo procederá a su reparación y registrará sus operaciones en el **anexo V** “Registro Mantenimiento Correctivo”*

Empresa externa: el responsable del mantenimiento correctivo desviara la avería a una empresa especializada, reflejándolo en el **anexo V** “Registro Mantenimiento Correctivo” y adjuntando al registro el parte realizado por la empresa. El responsable de contactar, y contratar dicha empresa externa es el responsable del mantenimiento correctivo.

Si la solución es la sustitución del equipo, la documentación del nuevo equipo se adjuntará al Registro Mantenimiento Correctivo, para proceder a generar su Ficha Técnica y archivo de dicha documentación.

Una vez reparada la incidencia se debe quitar la etiqueta de Identificación de equipo fuera de servicio.

La Hoja de Incidencia (anexo IV), el Registro Mantenimiento Correctivo (anexo V), y el parte de Trabajo de la empresa externa, si procede, se archivarán conjuntamente.

4. RESPONSABILIDADES

Las responsabilidades han sido descritas en el apartado anterior.

5. REGISTRO

La aplicación del presente procedimiento genera los siguientes registros.

Anexo I

Plan de Mantenimiento Preventivo de equipos

Anexo II

Formato de control de Mantenimiento

<u>Equipo:</u>		Formato de control de mantenimiento		
		<u>ENERO</u>	<u>FEBRERO</u>	<u>MARZO</u>
Cada 2 años	a lo largo del mes			
anual				
semestral				
trimestral				
mensual	1ª semana			
	2ª semana			
	3ª semana			
	4ª semana			
-	-	<u>ABRIL</u>	<u>MAYO</u>	<u>JUNIO</u>
anual	a lo largo del mes			
semestral				
trimestral				
mensual	1ª semana			
	2ª semana			
	3ª semana			
	4ª semana			
-	-	<u>JULIO</u>	<u>AGOSTO</u>	<u>SEPTIEMBRE</u>
anual	a lo largo del mes			
semestral				
trimestral				

mensual	1ª semana			
	2ª semana			
	3ª semana			
	4ª semana			
-	-	<u>OCTUBRE</u>	<u>NOVIEMBRE</u>	<u>DICIEMBRE</u>
anual	a lo largo del mes			
semestral				
trimestral				
mensual	1ª semana			
	2ª semana			
	3ª semana			
	4ª semana			
DIARIO:				
SEMANAL:		FECHA Y FIRMA:		Revisión: 0
				Pag. 1/1

Anexo III

Identificación del equipo fuera de servicio

Anexo IV

Incidencia

Anexo V

Registro Mantenimiento Correctivo

		MANTENIMIENTO CORRECTIVO			
EQUIPO				CODIGO	
LOCALIZACION					
FECHA PARADA			HORA		
FECHA REPARACION			HORA		
<u>DAÑOS OBSERVADOS</u>					
<u>MOTIVO DE LA AVERIA</u>					
<u>TRABAJO EFECTUADO</u>					
PERSONAL INTERNO					
PIEZAS SUSTITUIDAS		PIEZAS REPARADAS		HERRAMIENTAS ESPECIALES	
EQUIPO NUEVO		Nº SERIE		MARCA / MODELO	
HORAS DE TRABAJO		DIAS			
		HORAS			
EMPRESA EXTERNA					
Nº ALBARAN DE TRABAJO					
REPARACION EN PLANTA					
DESPLAZA EQUIPO					
<u>OBSERVACIONES</u>					
FECHA FIRMA Y					
*Una vez reparado, quitar etiqueta Identificación de Equipo fuera de Servicio					

ANEXO B: Capacitación en el manejo del Plan de Requerimiento de Materiales (MRP)

Objetivos del MRP

La planeación de requerimientos en la empresa Creditex S.A.A. de materiales tiene dos objetivos principales: determinar los requerimientos y mantener al corriente las prioridades.

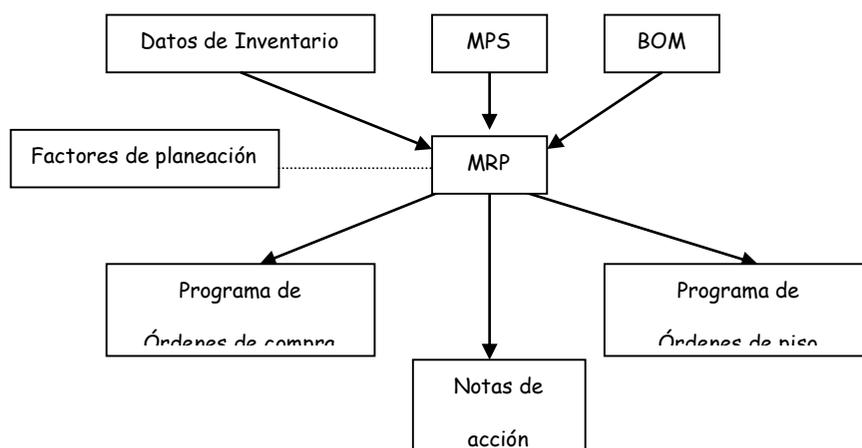
Determinación de los requerimientos. El objetivo principal de cualquier sistema de planeación y control de manufactura es el tener los materiales correctos en disponibles en las cantidades correctas en el tiempo correcto para suplir la demanda de los productos de la compañía. El objetivo del plan de requerimientos de materiales es determinar que componentes se necesitan para cumplir con el calendario maestro de producción, y basados en el tiempo de entrega, calcular los periodos en que los componentes deben estar disponibles. Debe determinar lo siguiente:

- Qué ordenar
- Cuánto ordenar
- Cuándo ordenar
- Cuándo programar la entrega

Mantiene las prioridades al corriente. La demanda y la provisión de componentes cambian cada día. Los componentes se utilizan, los proveedores se retrasan en las entregas, se completan las órdenes y se descomponen las máquinas. En este mundo siempre cambiante, un plan de requerimientos de materiales debe ser capaz de reorganizar las prioridades para mantener los planes al corriente. Debe ser capaz de agregar o borrar, apresurar, retrasar y cambiar las órdenes.

En cualquier reporte MPS o MRP, las prioridades se determinan por la fecha límite para completar cierta actividad. Como regla general, sin importar cantidades demandadas, primero se debe completar la orden más antigua. La siguiente gráfica muestra las entradas y salidas en la Planeación de Requerimientos de material (MRP).

Entrada y salidas del MRP



Entradas:

MPS: declaración definitiva de los planes de producción, expresado en específicas configuraciones, cantidades y fechas.

BOM: Listado de componentes, su ensambles y partes que van dentro de un ensamble padre, mostrando cantidad requerida para completar un ensamble.

Datos del inventario: Estado de partes, piezas, cantidad a la mano, herramientas, etc.

Factores de planeación: no son considerados como entradas directas, pero son reglas necesarias, tales como el horizonte de planeación, longitud del periodo, frecuencia de actualización MRP, etc.

Proceso interno MRP:

Balancear entradas con demanda: La demanda para una pieza o componente es balanceada en contra de las existencias u órdenes abiertas para determinar requerimientos netos y sus tiempos.

Offset by lead time: los requerimientos netos de una parte o ensamble son desfasado por su lead time para determinar cuándo deben ser ordenados.

Salidas MRP:

Programa de compras: programa cantidad y tiempo cuando compras debe autorizar periodos.

Programa de piso: Cuando control de producción debe autorizar una orden de trabajo. Este programa será la principal entrada de la Planeación de Requerimiento de Capacidad (CRP).

Notas de acción: Serán utilizadas por el planeador; indican cuando colocar una orden de piso, cuando apresurarla (expedirla), o alguna otra condición especial.

Lista de materiales (BOM)

Antes de que se pueda hacer algo, se necesita saber qué componentes son necesarios para hacerlo. Para hornear un pastel, se necesita la receta. Para mezclar agentes químicos, se necesita la fórmula. Para ensamblar una carretilla, se necesita una lista de partes. Aunque los nombres sean diferentes, las recetas, las fórmulas y las listas de parte nos dicen lo que se necesita para hacer el producto terminado. Todas estas listas de materiales.

PROCESO DE PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

Cada componente mostrado en el documento de materiales se planea por parte del sistema de planeación de requerimientos. Por conveniencia, se supone que cada componente entrará en el inventario y será contado. Ya sea que los componentes de hecho entre en un inventario físico o no, esto no es importante. Sin embargo, es importante darse cuenta de que la planeación y el control suceden para cada componente de la lista. La materia prima e insumos pueden pasar por varias operaciones antes de que sea procesada y esté lista para la producción. Estas operaciones estarán planeadas y controladas por el control de actividades de producción, no por la planeación de requerimientos de materiales.

El propósito de la planeación de requerimientos de materiales es el de determinar los componentes necesarios, las cantidades y las fechas límites de entrega para que los artículos del calendario maestro de producción se hagan a tiempo. Esta unidad estudia técnicas básicas para hacerlo.

MANTENIMIENTO

Específicamente para el requerimiento de materiales de mantenimiento se usarán la lista de materiales (BOM), en este caso, lista de repuestos.

La lista de repuestos debe hacer referencia al equipo o máquina en cuestión a la que pertenece el repuesto, en el caso sea un repuesto genérico para diferentes tipos de equipos o máquinas, colocar dicha especificación.

Se debe describir el repuesto de tal forma que se pueda conocer los rangos de tamaño o especificaciones que tiene, para poder ser más exactos con la compra, además de la cantidad requerida y la fecha máxima para la que el repuesto debe ser requerido, estableciendo dicha fecha límite para realizar la compra.

Tabla 1. Lista de repuestos

Equipo :				
Nombre de repuesto	Descripción (Especificaciones)	Cantidad requerida	Fecha de pedido	Fecha Límite

Fuente: Elaboración propia.

La Sociedad Americana de Producción y Control de Inventarios (APICS) define la lista de materiales como “una lista de todos los subensambles, intermedios, partes y materias primas que conllevan la fabricación del ensamble principal mostrando las cantidades de cada una requerida para el ensamble”. La tabla 1 nos muestra una lista de materiales simplificada.

Hay tres puntos importantes:

1. La lista de repuestos muestra todas las partes requeridas para hacer el mantenimiento de un equipo en específico.
2. Si un ítem en particular aparece en dos documentos de repuestos diferentes, esto implica que este ítem es genérico.
3. Un repuesto se define por su forma, su colocación o su función. Si cualquiera de estas cambia, entonces no es el mismo repuesto y debe tener una especificación e ítem diferentes.

La lista de repuestos muestra los repuestos que participan en el mantenimiento. No muestra los pasos ni los procesos que se usan para hacer dicho mantenimiento.

ANEXO C: Componentes de los costos de mantenimiento

N° máquinas	Nombre de la máquina	enero					febrero					marzo					abril				
		N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla	N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla	N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla	N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla
1	Rieter G-35										x	Manómetros de presión	fuga de aire	mecha cruda	S/. 690,00						
Totales		0			S/. -	0				S/. -	1				S/. 690,00	0				S/. -	
2	Rieter G-35	x	Pistones del neumafil	retenes deteriorados	paros inesperados	S/. 690,00															
Totales		1				S/. 690,00	0				0				S/. -	0				S/. -	
3	Rieter G-35					S/. -					x	rodamientos del tren de estiraje			S/. 690,00						
Totales		0				S/. -	0				1				S/. 690,00	0				S/. -	
4	Rieter G-35																				
Totales		0				S/. -	0				0				S/. -	0				S/. -	
5	Rieter G-35	x	caja reductora	por desgaste	paro de la producción	S/. 690,00										x	Pistones del neumafil	retenes deteriorados	paros inesperados	S/. 690,00	
Totales		1				S/. 690,00	0				0				S/. -	1				S/. 690,00	
6	Rieter G-35						x	mallita del neumafil y rod.6002	por desgaste	paro de la maquina	S/. 690,00										
Totales		0				S/. -	1				S/. 690,00	0			S/. -	0				S/. -	
7	Rieter G-35																				

Totales		0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0	
8	Patt Saco Lowel 1	x	caja de torsión	pasadores rotos	paro de la producción	S/. 610,00					x	rodamiento del eje de literma	falta de lubricación	paro de la producción	S/. 610,00	x	caja de plegado	falta de lubricación	maquina parada	S/. 610,00			
Totales		1				S/. 610,00	0				S/. -	1				S/. 610,00	1					S/. 610,00	
9	Patt Saco Lowel 1						x	cadena del torno	por desgaste	paro de maquina	S/. 610,00					x	malla del nemafil	mal colocada	arrollamientos de rodillos de goma	S/. 610,00			
Totales		0				S/. -	1				S/. 610,00	0				S/. -	1					S/. 610,00	
10	Patt Saco Lowel 1										x	brazos pendulares	presión inadecuada	variación de titulo	S/. 610,00								
Totales		0				S/. -	0				S/. -	1				S/. 610,00	0						S/. -
11	Patt Saco Lowel 1																						
Totales		0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0						S/. -
12	Patt Saco Lowel 1	x	chumacera eje de linterna	falta de lubricación	paro de la producción	S/. 610,00	x	cinta de la bancada de anillos	poleas desgastadas	maquina parada	S/. 610,00					x	eje del 1º cilindro	seguro corrido	paro de maquina	S/. 610,00			
Totales		1				S/. 610,00	1				S/. 610,00	0				S/. -	1						S/. 610,00
13	Patt Saco Lowel 1	x	eje del 1º cilindro	rodamientos de aguja	chimeneas	S/. 610,00	x	malla del nemafil	mal colocada	arrollamientos de rodillos de goma	S/. 610,00	x	eje del 2º cilindro	rodamientos de agujas	chimeneas/maquina parada	S/. 610,00	x	caja de torsión	por lubricación	maquina parada	S/. 610,00		
Totales		1				S/. 610,00	1				S/. 610,00	1				S/. 610,00	1						S/. 610,00
14	Patt Saco Lowel 1																						
Totales		0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0						S/. -
15	Patt Saco Lowel 1										x	rodamientos del tren de estiraje	falta de lubricación	paro de la producción	S/. 610,00								

Totales		0				S/.	0				S/.	1				S/.	0			S/.	-		
16	Patt Saco Lowel 1																x	variador de husada	por fatiga	paro de la producción	S/.	610,00	
Totales		0				S/.	0				S/.	0				S/.	1				S/.	610,00	
17	Patt Saco Lowel 1	x	rodamientos del 1ºy2ºcilindro	falta de lubricación	paro de la producción	S/.	610,00	x	acople del eje de linterna	mal ajuste	paro de la producción	S/.	610,00										
Totales		1				S/.	610,00	1				S/.	610,00	0			S/.	0				S/.	-
18	Patt Saco Lowel 1	x	rodillos de goma	mala presión de brazos	mecha cruda	S/.	610,00					x	husos	husos descentrados	baja eficiencia de maquina	S/.	610,00						
Totales		1				S/.	610,00	0				S/.	1				S/.	0				S/.	-
19	Patt Saco Lowel 1							x	rodamientos del tren de estiraje	falta de lubricación	chimenea a 8 cm	S/.	610,00				x	caja de plegado	falta de lubricación	horas hombre	S/.	610,00	
Totales		0				S/.	1					S/.	610,00	0			S/.	1				S/.	610,00
20	Patt Saco Lowel 1	x	caja de torsión	falta de lubricación	paro de la producción	S/.	610,00		caja de plegado	falta de lubricación	paro de la producción												
Totales		1				S/.	610,00	0				S/.	0				S/.	0				S/.	-
21	Patt Saco Lowel 1	x	brazos pendulares	presión inadecuada	variación de título	S/.	610,00					x	bandita inferiores	mala calidad	imperfecciones del hilo	S/.	610,00	x	rodamientos del tren de estiraje	falta de lubricación	chimenea a 8 cm	S/.	610,00
Totales		1				S/.	610,00	0				S/.	1				S/.	1				S/.	610,00
22	Patt Saco Lowel 1							x	brazos pendulares	presión inadecuada	variación de título	S/.	610,00										
Totales		0				S/.	1					S/.	0				S/.	0				S/.	-

23	Patt Saco Lowell	x	cadena del torno	por desgaste	paro de la producción	S/. 610,00	x	rodillos de goma	mala presión de brazos	mecha cruda	S/. 610,00					x	caja de plegado	falta de lubricación	paro de la producción	S/. 610,00	
Totales		1				S/. 610,00	1				S/. 610,00	0				S/. -	1				S/. 610,00
24	Zinser 319						x	sistema dúo	por desgaste	mala torsión	S/. 377,00	x	faja tangencial	falta de limpieza	paro de la producción	S/. 377,00	x	rodamiento del motor principal	por lubricación	maquina parada	S/. 377,00
Totales		0				S/. -	1				S/. 377,00	1				S/. 377,00	1				S/. 377,00
25	Zinser 319	x	brazos pendulares	falta de presión	mecha cruda/variación de ne	S/. 377,00	x	rodamiento del motor principal	por desgaste	maquina parada	S/. 377,00						x	rodillos de goma	altura y presión de brazos	mecha cruda	S/. 377,00
Totales		1				S/. 377,00	1				S/. 377,00	0				S/. -	1				S/. 377,00
26	Zinser 319											x	rodamiento de tren de estiraje	por enrollamiento	maquina parada	S/. 377,00					
Totales		0				S/. -	0				S/. -	1				S/. 377,00	0				S/. -
27	Zinser 319						x	tensores de faja principal	lubricación	paro de maquina	S/. 377,00						x	variador de velocidad	sobre tensión	paro de la maquina	S/. 377,00
Totales		0				S/. -	1				S/. 377,00	0				S/. -	1				S/. 377,00
28	Zinser 319	x	ventilador del neumafil	falta de mantenimiento	paro de reproducción	S/. 377,00											x	rodamientos del tren de estiraje	por lubricación	maquina parada	S/. 377,00
Totales		1				S/. 377,00	0				S/. -	0				S/. -	1				S/. 377,00
29	Zinser 319											x	eje del estiraje previo	desgaste	paro de producción	S/. 377,00					
Totales		0				S/. -	0				S/. -	1				S/. 377,00	0				S/. -
30	Zinser 319						x	faja tangencial	falta de limpieza	paro de la producción	S/. 377,00	x	sistema dúo	rodamiento	paro de maquina	S/. 377,00	x	tensores de faja principal	lubricación	paro de maquina	S/. 377,00
Totales		0				S/. -	1				S/. 377,00	1				S/. 377,00	1				S/. 377,00

31	Zinser 319									x	rodamientos del motor principal	falta de mantenimiento	para de la producción	S/. 377,00							
Totales		0				S/. -	0			S/. -	1				S/. 377,00	0			S/. -		
32	Rieter G-35						x	reductor principal	por desgaste	paro de la producción	S/. 675,00					x	rodamientos de motor principal	falta de lubricación	paro de la maquina	S/. 675,00	
Totales		0				S/. -	1				S/. 675,00	0			S/. -	1				S/. 675,00	
33	Rieter G-35	x	membranas de caucho	por desgaste	eficiencia baja	S/. 675,00					x	poleastensora del servodisco	por atascamiento	mudada manuales	S/. 675,00						
Totales		1				S/. 675,00	0				S/. -	1			S/. 675,00	0				S/. -	
34	Rieter G-35						x	rodamientos del tren de estiraje	falta de lubricación	paro de la producción	S/. 675,00										
Totales		0				S/. -	1				S/. 675,00	0			S/. -	0				S/. -	
35	Rieter G-35																				
Totales		0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -	0				S/. -	
36	Rieter G-35																				
Totales		0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -	0				S/. -	
37	Zinser 351+	x	poleas tensoras	falta de lubricación	paro y rotura de faja tangencial	S/. 776,00										x	cilindro del tren estiraje	rodamiento fundido	paro de maquina	S/. 776,00	
Totales		1				S/. 776,00	0				S/. -	0			S/. -	1				S/. 776,00	
38	Zinser 351															x	faja tangencial	rodamientos	maquina parada	S/. 776,00	
Totales		0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -	1				S/. 776,00	
39	Rieter GO2						x	rodamientos del tren de estiraje	falta de lubricación	paro de maquina	S/. 412,00										

Totales		0				S/.	1								S/.	0				S/.	0	
40	Rieter GO2																					
Totales		0				S/.	0								S/.	0					S/.	0
41	Rieter GO2																					
Totales		0				S/.	0								S/.	0					S/.	0
42	Rieter GO2															x	cinta de la bancada de anillos	por desgaste	paro de maquina		S/.	412,00
Totales		0				S/.	0								S/.	1					S/.	412,00
43	Rieter GO2																					
Totales		0				S/.	0								S/.	0					S/.	0
44	Rieter GO2	x	faja del motor principal	por desgaste	paro de maquina	S/.	412,00															
Totales		1				S/.	412,00	0							S/.	0					S/.	0
45	Rieter G51										x	faja del motor principal	por desgaste	paro de maquina	S/.	700,00						
Totales		0				S/.	0				S/.	1			S/.	700,00	0				S/.	0
46	Rieter G51																					
Totales		0				S/.	0				S/.	0			S/.	0					S/.	0
47	Rieter GO2																					
Totales		0				S/.	0				S/.	0			S/.	0					S/.	0
48	Rieter GO2																					
Totales		0				S/.	0				S/.	0			S/.	0					S/.	0
49	Rieter GO2															x	rodamiento de eje	lubricación	maquina parada		S/.	412,00

57	Zinser 319						x	poleas del motor principal	lubricación	maquina parada	S/. 377,00					x	cilindros del tren de estiraje	base desgastadas	chimeneas altas	S/. 377,00	
Totales		0			S/. -	1					S/. 377,00	0				S/. -	1				S/. 377,00
58	Zinser 319	x	rodamiento del tren de estiraje	lubricación	husos improductivos	S/. 377,00															
Totales		1			S/. 377,00	0					S/. -	0				S/. -	0				S/. -
59	Zinser 319															x	piñones del estiraje previo	desgaste/lubric.	chimeneas grandes	S/. 377,00	
Totales		0			S/. -	0					S/. -	0				S/. -	1				S/. 377,00
60	Zinser 319	x	poleas del motor principal	lubricación	maquina parada	S/. 377,00															
Totales		1			S/. 377,00	0					S/. -	0				S/. -	0				S/. -
61	Zinser 319	x	faja del motor principal	por desgaste	maquina parada	S/. 377,00						x	piñón del estiraje previo	desgaste de piñón	maquina parada	S/. 377,00	x	cilindro del tren de estiraje	rodamiento de aguja	husos improductivos	S/. 377,00
Totales		1			S/. 377,00	0					S/. -	1				S/. 377,00	1				S/. 377,00

N° máquina	Mayo					junio					julio					agosto				
	N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla	N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla	N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla	N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla
1	x	Pistones del neumafil	retenes deteriorados	paros inesperados	S/. 690,00															
Totales	1				S/. 690,00	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -
2																				
Totales	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -
3					S/. -	x	faja del motor principal 1400			S/. 690,00										
Totales	0				S/. -	1				S/. 690,00	0				S/. -	0				S/. -
4																				
Totales	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -
5																				
Totales	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -
6	x	bronce del sinfín del robodof	por falta de lubricación	horas hombre	S/. 690,00															
Totales	1				S/. 690,00	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -
7																				
Totales	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -
8						x	cinta de la platabanda	por desgaste	paro de maquina	S/. 610,00										
Totales	0				S/. -	1				S/. 610,00	0				S/. -	0				S/. -

19																				
Totales	0				S/.	0				S/.	0					S/.	0			S/.
20						x	cilindro de tres estiraje	rodamient o oxidado	paro de maquina	S/.										
Totales	0				S/.	1				S/.	0					S/.	0			S/.
21	x	caja de torsión	por lubricación	maquina parada	S/.															
Totales	1				S/.	0				S/.	0					S/.	0			S/.
22																				
Totales	0				S/.	0				S/.	0					S/.	0			S/.
23	x	variador de husada	por fatiga	paro de la producción	S/.						x	caja de torsión	por lubricación	maquina parada	S/.					
Totales	1				S/.	0				S/.	1				S/.	0				S/.
24	x	faja del sistema dúo	por desgaste	paro de maquina	S/.															
Totales	1				S/.	0				S/.	0				S/.	0				S/.
25																				
Totales	0				S/.	0				S/.	0				S/.	0				S/.
26						x	piñones del estiraje previo	por desgaste	chimeneas a 8cm	S/.						x	poleas de faja tangencial	por lubricación	maquina parada	S/.
Totales	0				S/.	1				S/.	0				S/.	1				S/.
27	x	ventilador del nuenafil	rodamiento/lubric.	maquina parada	S/.															
Totales	1				S/.	0				S/.	0				S/.	0				S/.

28						x	rodamiento del tren de estiraja	lubricación	husos improductivos	S/. 377,00									
Totales	0				S/. -	1				S/. 377,00	0				S/. -	0			S/. -
29	x	bomba de lubricación	desgaste en el impulsor	desgaste de piñones	S/. 377,00														
Totales	1				S/. 377,00	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -
30	x	rodamientos de agujas	Lubricación	husos improductivos	S/. 377,00														
Totales	1				S/. 377,00	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -
31	x	poleas tensoras principales	falta de lubricación	rotura de faja tangencial	S/. 377,00														
Totales	1				S/. 377,00	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -
32	x	fajas del tren de estiraje	por desgaste	paro de la maquina	S/. 675,00														
Totales	1				S/. 675,00	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -
33						x	membranas de caucho	por desgaste	eficiencia baja	S/. 675,00									
Totales	0				S/. -	1				S/. 675,00	0				S/. -	0			S/. -
34														x	faja del motor principal	mal a nivelada	maquina parada		S/. 675,00
Totales	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -	1				S/. 675,00
35																			
	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -
36	x	membranas	por desgaste	eficiencia baja de maq.	S/. 675,00														

	1				S/. 675,0 0	0					S/. -	0						S/. -
37	x	rodamiento del tren de estiraje	Lubricación	maquina parada	S/. 776,0 0													
	1				S/. 776,0 0	0					S/. -	0						S/. -
38																		
	0				S/. -	0					S/. -	0						S/. -
39																		
	0				S/. -	0					S/. -	0						S/. -
40	x	manguera neumática	por desgaste	paro de maquina	S/. 412,0 0													
	1				S/. 412,0 0	0					S/. -	0						S/. -
41																		
	0				S/. -	0					S/. -	0						S/. -
42																		
	0				S/. -	0					S/. -	0						S/. -
43																		
	0				S/. -	0					S/. -	0						S/. -
44																		
	0				S/. -	0					S/. -	0						S/. -
45	x	pistón de regulación de velocidad	retenes deteriorados	baja eficiencia de maquina	S/. 700,0 0													
	1				S/. 700,0 0	0					S/. -	0						S/. -
46	x	pistón de regulación de velocidad	retenes deteriorados	baja eficiencia de maquina	S/. 700,0 0													

	1				S/. 700,0 0	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -	
47																				
	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -	
48	x	rodamientos del tren de estiraje	por enrollamiento de mecha	maquina parada	S/. 412,0 0															
	1				S/. 412,0 0	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -	
49																				
	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -	
50																				
	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -	
51	x	rodamientos del tren de estiraje	por lubricación	maquina parada	S/. 412,0 0															
	0				S/. -	1				S/. 412,0 0	0				S/. -	0			S/. -	
52																				
	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -	
53	x	fajas dentada del sistema dúo	rodamientos	maquina parada	S/. 377,0 0															
	1				S/. 377,0 0	0				S/. -	0				S/. -	0			S/. -	
54	x	faja del motor principal	por desgaste	maquina parada	S/. 631,0 0															
	0				S/. -	1				S/. 631,0 0	0				S/. -	1			S/. -	
55	x	cilindros del tren de estiraje	base desgastadas	chimeneas altas	S/. 377,0 0															
	0				S/. -	1				S/. 377,0 0	0				S/. -	1			S/. -	

56										x	poleas del motor principal	lubricación	maquina parada	S/. 377,00					
	0			S/. -	0					S/. -	1			S/. 377,00	0				S/. -
57	x	piñones del estiraje previo	desgaste/lubric.	chimeneas grandes	S/. 377,00					x	ventilador del neumafil	rodamiento	maquina parada	S/. 377,00					
	1				S/. 377,00	0				S/. -	1			S/. 377,00	0				S/. -
58	x	cilindros del tren de estiraje	base desgastadas	chimeneas altas	S/. 377,00														
	1				S/. 377,00	0				S/. -	0			S/. -	0				S/. -
59	x	rodamientos del tren de estiraje	Lubricación	maquina parada	S/. 377,00														
	1				S/. 377,00	0				S/. -	0			S/. -	0				S/. -
60										x	rodamientos del tren de estiraje	lubricación	maquina parada	S/. 377,00					
	0				S/. -	0				S/. -	1			S/. 377,00	0				S/. -
61	x	rodamientos del tren de estiraje	Lubricación	maquina parada	S/. 377,00														
	1				S/. 377,00	0				S/. -	0			S/. -	0				S/. -

N° máquina	Setiembre					octubre					noviembre					diciembre					Total fallas por máquina al año	Costo promedio por fallo	
	N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla	N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla	N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla	N° fallas	Componente o componentes implicados	Causa de la falla	Efecto de la falla	Costo de la falla			
1	x	rodamientos del tren de estiraje	falta de lubricación	paro de la producción	S/. 690,00																		
Total es	1				S/. 690,00	0				S/. -	0				S/. -	0					S/. -	3,00	S/. 690,00
2																							
Total es	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0					S/. -	1,00	S/. 690,00
3																							
Total es	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0					S/. -	2,00	S/. 690,00
4																							
Total es	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	0					S/. -	-	S/. -
5	x	rodamientos del tren de estiraje	falta de lubricación	husos improductivos	S/. 690,00																		
Total es	1				S/. 690,00	0				S/. -	0				S/. -	0					S/. -	3,00	S/. 690,00
6															x	rodamiento del eje de linterna	falta de lubricación	paro de la maquina			S/. 690,00		
Total es	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	1					S/. 690,00	3,00	S/. 690,00
7															x	brazo del robodof	pin salido de la bocina	horas hombres			S/. 690,00		
Total es	0				S/. -	0				S/. -	0				S/. -	1					S/. 690,00	1,00	S/. 690,00
8	x	eje del estiraje previo	rodamiento oxidado	paro de maquina	S/. 610,00										x	rodillos de goma	brozo con poca presión	variación de título			S/. 610,00		

Total es	1				S/. 610,00	0				S/. -	0							S/. 610,00	6,00	S/. 610,00	
9	x	rodamiento de eje de linterna	por lubricación	maquina parada	S/. 610,00																
Total es	1				S/. 610,00	0				S/. -	0							S/. -	4,00	S/. 610,00	
10						x	caja de torsión	por lubricación	maquina parada	S/. 610,00											
Total es	0				S/. -	1				S/. 610,00	0							S/. -	2,00	S/. 610,00	
11																					
Total es	0				S/. -	0				S/. -	0							S/. -	1,00	S/. 610,00	
12	x	rodamiento del tren de estiraje	por lubricación	maquina parada	S/. 610,00						x	caja de torsión	por lubricación	maquina parada	S/. 610,00	x	caja de torsión	por lubricación	maquina parada	S/. 610,00	
Total es	1				S/. 610,00	0				S/. -	1				S/. 610,00	1			S/. 610,00	7,00	S/. 610,00
13	x	rodillos de goma	brozo con poca presión	variación de título	S/. 610,00						x	rodamiento del tren de estiraje	por lubricación	maquina parada	S/. 610,00						
Total es	1				S/. 610,00	0				S/. -	1				S/. 610,00	0			S/. -	8,00	S/. 610,00
14																					
Total es	0				S/. -	0				S/. -	0							S/. -	-	S/. -	
15						x	caja de torsión	piñón roto por fatiga	maquina parada	S/. 610,00											
Total es	0				S/. -	1				S/. 610,00	0				S/. -	0			S/. -	3,00	S/. 610,00
16																					
Total es	0				S/. -	0				S/. -	0							S/. -	1,00	S/. 610,00	
17	x	rodamiento del	por lubricación	maquina parada	S/. 610,00	x	eje de linterna	por lubricación	parada de	S/. 610,00						x	caja de torsión	por lubricación	maquina parada	S/. 610,00	

25	x	piñones del estiraje previo	por desgaste	chimeneas a 8cm	S/. 377,00									x	faja de sistema dúo	desgaste	maquina parada	S/. 377,00				
Total es	1				S/. 377,00	0			S/.	0				S/.	1				S/. 377,00	5,00		S/. 377,00
26																						
Total es	0				S/.	0			S/.	0				S/.	0				S/.	3,00		S/. 377,00
27																						
Total es	0				S/.	0			S/.	0				S/.	0				S/.	3,00		S/. 377,00
28																						
Total es	0				S/.	0			S/.	0				S/.	0				S/.	3,00		S/. 377,00
29										x	rodillos de goma	presión de brazos	mecha cruda	S/. 377,00								
Total es	0				S/.	0			S/.	1				S/. 377,00	0				S/.	3,00		S/. 377,00
30	x	faja tangencial	por limpieza	paro de la maquina	S/. 377,00					x	eje del piñón helicoidal	por desgaste	mala torsión	S/. 377,00	x	piñones del estiraje previo	lubricación	chimeneas a 8cm	S/. 377,00			
Total es	1				S/. 377,00	0			S/.	1				S/. 377,00	1				S/. 377,00	7,00		S/. 377,00
31																						
Total es	0				S/.	0			S/.	0				S/.	0				S/.	2,00		S/. 377,00
32	x	rodamientos de tren de estiraje	por lubricación	husos improductivos	S/. 675,00																	
Total es	1				S/. 675,00	0			S/.	0				S/.	0				S/.	4,00		S/. 675,00
33																						
Total es	0				S/.	0			S/.	0				S/.	0				S/.	3,00		S/. 675,00

	0				S/.	0				S/.	0							S/.	1,00	S/.	412,00			
45									x	rodamien tos del tren de estiraje		por arrollami ento	paro de maquina	S/.	700, 00									
	0				S/.	0								S/.	700, 00	0				S/.	3,00	S/.	700,00	
46																								
	0				S/.	0								S/.	0					S/.	1,00	S/.	700,00	
47																								
	0				S/.	0								S/.	0					S/.	-	S/.	-	
48																								
	0				S/.	0								S/.	0					S/.	1,00	S/.	412,00	
49									x	faja del motor principal		por desgaste	maquina parada	S/.	412, 00									
	0				S/.	0								S/.	412, 00	0				S/.	2,00	S/.	412,00	
50																								
	0				S/.	0								S/.	0					S/.	-	S/.	-	
51																								
	0				S/.	0								S/.	0					S/.	2,00	S/.	412,00	
52																								
	0				S/.	0								S/.	1					S/.	377, 00	3,00	S/.	377,00
53	x	sist.del arañero	eje desgasta do	rodillos de goma marcados	S/.	377, 00			x	piñonera		bomba de lubricaci ón	maquina parada	S/.	377, 00									
	1				S/.	377, 00	0							S/.	377, 00	0				S/.	6,00	S/.	377,00	

ANEXO D: ESTRUCTURA DE COSTOS OPERATIVOS:

PRODUCCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
23611.392	kg	54.4	1,284,459.72
			S/.

GASTOS ADMINISTRATIVOS					
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO S/.		
JEFE DE PLANTA	1		10000		10000
JEFE DE RECURSOS HUMANOS	1		7000		7000
ADMINISTRADOR	1		4000		4000
CONTADOR	1		3000		3000
SECRETARIA	1		1630		1630
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS					25630
GARGAS DIVERSAS DE GESTIÓN					2500
					28130

GASTO OPERATIVO					
PRODUCCIÓN					
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO S/.		
OPERARIO DE PRODUCCIÓN	70		1200		84000
AUXILIAR DE PRODUCCIÓN	7		1350		9450
SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN	4		2950		11800
TOTAL DE MANO DE OBRA					105250

MANTENIMIENTO					
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO S/.		
JEFE DE MANTENIMIENTO	1		8000		8000
ASIST.DE MANTENIMIENTO	1		3000		3000
SUPERVISOR MECANICO	6		2800		16800
MECANICO DE MANTENIMIENTO	8		1400		11200
AUX. MECANICOS	24		1150		27600
TOTAL DE MANO DE OBRA					66600

MATERIA PRIMA					
	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO S/.		
ALGODÓN PIMA	45000	kg	6.81		306450
TOTAL MATERIAL					306450

MANTENIMIENTO DE MÁQUINA (MATERIALES Y REPUESTOS)	7320				
	513750				40.00%