



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE MEJORA EN EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS TERROT, ORIZZIO Y MAYER DE LA EMPRESA TEXTIL CAYSALU S.A.C”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Vanessa Bravo Díaz
Bach. Michael Muñoz Huamán

Asesor:

Mg. Ing. Elmer Aguilar Briones

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedicado a todas las personas que hicieron posible el cumplimiento de esta meta tanto económica como motivacionalmente, agradecerles por todo el apoyo brindado y reiterarles nuestro agradecimiento eterno.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecerle a mi madre y a mi esposo, quienes incondicionalmente lucharon para que pueda lograr este sueño, quienes constantemente me apoyaron a no desistir y culminar mis estudios y fueron el sostén, en todo el sentido, de mi vida a lo largo de estos años.

Vanessa Bravo.

Quiero agradecer a mis padres y a quienes me apoyaron Incondicionalmente para que yo pueda culminar mi carrera y lograr uno de mis objetivos trazados y pueda seguir Desarrollándome profesionalmente.

Michael Muñoz

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	7
RESUMEN.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Objetivos.....	15
1.4. Hipótesis.....	15
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	16
2.1. Tipo de investigación.....	16
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	17
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	17
2.4. Procedimiento.....	19
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	26
3.1. Diagnóstico situacional de la empresa.....	26
3.2. Diagnóstico situacional del área de estudio.....	29
3.3. Resultados del diseño de mejora.....	46
3.4. Análisis financiero del plan de investigación.....	61
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	66
4.1. Discusión.....	66
4.2. Conclusiones.....	68
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.....	17
Tabla 2 Detalle de Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos.....	18
Tabla 3 Materiales utilizados.....	18
Tabla 4 Fases del proceso del diseño de mejora.....	19
Tabla 5 Clasificación de la gravedad del modo de fallo.....	21
Tabla 6 Clasificación de la frecuencia.....	22
Tabla 7 Clasificación de facilidad de detección del modo de fallo.....	22
Tabla 8 Indicadores de evaluación.....	24
Tabla 10 Matriz de operacionalización de variables.....	25
Tabla 11 Descripción de máquinas y productos.....	28
Tabla 12 Análisis FODA – Textil Caysalu S.A.C.....	32
Tabla 13 Tabla de Criticidad – Máquina Mayer.....	33
Tabla 14 Análisis de criticidad maquina Orizzio.....	34
Tabla 15 Tabla de Criticidad – Máquina Terrot.....	35
Tabla 16 Tabla de Criticidad – Máquina Jumberca.....	36
Tabla 17 Escala de Referencia – nivel de criticidad.....	37
Tabla 18 Resultados nivel de criticidad.....	37
Tabla 19 Ocurrencias en la máquina Mayer.....	37
Tabla 20 Sistema de mantenimiento terrot.....	41
Tabla 21 Ocurrencias en la Máquina orizzo.....	43
Tabla 22 Matriz AMFE de la maquina Mayer.....	49
Tabla 23 Matriz AMFE de la maquina Orizzo.....	50
Tabla 24 Matriz AMFE de la maquina Orizzo.....	51
Tabla 25 Control de paradas de máquina.....	52
Tabla 26 Tabla de cronograma de capacitaciones.....	54
Tabla 27 Tabla de Control de capacitación de mantenimiento.....	55
Tabla 28 Tabla de Control de capacitación de seguridad y medio ambiente.....	56
Tabla 29 Formato de contabilización de materiales.....	57
Tabla 30 Guía de requerimientos.....	57
Tabla 31 Formato de repuestos.....	57
Tabla 32 Guía de salida.....	58
Tabla 33 Resumen de las variables despues de la implementacion de plan de mantenimiento.....	60
Tabla 34 Costos por procedimientos.....	61
Tabla 35 Gastos de Capacitación.....	61
Tabla 36 Implementos de capacitaciones.....	62
Tabla 37 Costo en material de registro.....	62
Tabla 38 Costos en cuidado a la salud.....	62
Tabla 39 Costos en higiene.....	62
Tabla 40 Costo por incurrir en la propuesta de mejora.....	63
Tabla 41 Análisis de indicadores.....	64
Tabla 42 Flujo de caja neto proyectado.....	64
Tabla 43 Indicadores de evaluación.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Ishikawa.....	20
Figura 2 Modelo de organigrama	23
Figura 3 Principales procesos.....	27
Figura 4 Diagrama de Ishikawa – Deficiente control en mantenimiento	30
Figura 5 Flujograma del plan de mantenimiento	46
Figura 6 Organigrama del área de mantenimiento.....	53
Figura 7 Cálculo del COK.....	64

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Disponibilidad de máquina Mayer.....	38
Ecuación 2 Tiempo promedio de reparación de máquina Mayer.....	39
Ecuación 3 Tiempo medio entre fallos de máquina Mayer.....	40
Ecuación 4 Disponibilidad de maquinaria Terrot.....	42
Ecuación 5 Tiempo promedio de reparación de máquina Terrot.....	42
Ecuación 6 Tiempo medio entre fallos de máquina Terrot.....	43
Ecuación 7 Disponibilidad de máquina Mayer Orizzio.....	44
Ecuación 8 Tiempo promedio de reparación de máquina Orizzio.....	45
Ecuación 9 Tiempo medio entre fallas de máquina Orizzio.....	45

RESUMEN

En las empresas textiles existen varios procesos de producción, donde el área de mantenimiento cumple un papel muy importante para lograr un óptimo funcionamiento de los equipos y máquinas, por eso el objetivo principal de esta tesis diseñar un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para aumentar la disponibilidad de las máquinas Terrot, Orizzio y Mayer en la empresa textil Caysalu S.A.C, El tipo de investigación de la tesis es aplicada, explicativa, cuantitativa y no experimental, para realizar el proyecto se utilizó como técnica la entrevista. Para iniciar la investigación nos apoyamos de un cuestionario que se le realizó al personal del área de trabajo y conocer las fallas y tiempos de paradas de las máquinas y si existía un manual o guía de mantenimiento. Como resultado encontramos una confiabilidad baja de 68.53% teniendo un MTTR de 10.96 Horas y el MTBF de 24.3 horas. Finalmente se recomendó la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para aumentar la disponibilidad de las máquinas obteniendo un resultado favorable, disminuyendo el MTTR a 5.2 horas y el aumento del MTBF a 98.55 horas, haciendo que la confiabilidad aumente a 94.98% y a la vez que la disponibilidad de las máquinas crezca de un 73.17% a un 93.83%, por consiguiente, concluimos que el proyecto es óptimo y debe realizarse ya que mejorará la disponibilidad de las maquinas en la empresa.

Palabras clave: Mantenimiento, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, disponibilidad, confiabilidad

ABSTRACT

In textile companies there are several production processes, where the maintenance area plays a very important role to achieve optimal operation of equipment and machines, so the main objective of this thesis is to design a preventive and corrective maintenance system to increase the reliability of the Terrot, Orizzio and Mayer machines in the Caysalu SAC textile company. The type of research of the thesis is applied, explanatory, quantitative and not experimental. The interview was used as a technique to carry out the project. To start the investigation, we relied on a questionnaire that was carried out to the personnel of the work area and to know the failures and stop times of the machines and if there was a maintenance manual or guide. As a result we found a low reliability of 68.53% having an MTTR of 10.96 Hours and the MTBF of 24.3 hours. Finally, the development of a preventive and corrective maintenance plan was recommended to increase the reliability of the machines, obtaining a favorable result, reducing the MTTR to 5.2 hours and increasing the MTBF to 98.55 hours, making the reliability increase to 94.98% and the Once the availability of the machines grows from 73.17% to 93.83%, therefore, we conclude that the project is optimal and should be carried out since it will improve the reliability and availability of the machines in the company. **Keywords:** Maintenance, preventive maintenance, corrective maintenance, availability, reliability

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Desde los inicios del boom industrial el uso de la maquinaria tomó más presencia en el sistema de producción de las empresas y a medida que iba creciendo la demanda de uso y debido a la necesidad del hombre por prolongar la vida útil de las herramientas y los equipos surge el mantenimiento. Según Muñoz, (2004) Mantenimiento Industrial Madrid, España: Universidad Carlos III.; el mantenimiento cobra presencia en toda industria que tenga, de alguna manera, procesos industrializados que busquen reducir o mitigar los fallos y retrasos por maquina parada evitando a su vez incidentes y accidentes con el personal que maniobra dicha maquinaria, minimizando los costos que permitan maximizar los beneficios.

Primero, D (2015) en su “manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en la fundación valle del Lili en la gestión de mantenimiento”, nos informa que se distinguen dos tipos de actividades primordiales, actividades de mantenimiento preventivo y actividades de mantenimiento correctivo. En el cual el mantenimiento preventivo (MP) se compone de una serie de inspecciones periódicas de los equipos, haciendo tareas de limpieza, lubricación, ajuste, comprobación y reemplazo de componentes defectuosos, con el fin de mantener el equipo funcionando siempre en un estado óptimo y el mantenimiento correctivo (MC) es el trabajo realizado sobre un equipo para restaurar su estado operacional luego de presentar una falla en donde este tipo de mantenimiento no es planificado, y solo se lleva a cabo a partir del reporte que hace el usuario del equipo o el personal que realiza el mantenimiento programado (p.82).

Moreno, C (2016), “Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013” nos menciona que al mantenimiento preventivo se le puede definir como la conservación planeada y tiene como función permitir el conocimiento sistemático del estado de las máquinas y equipos para programar la tarea que debe realizarse, en los momentos más oportunos y de menor impacto. Se refiere a que no se debe esperar a que las máquinas fallen para hacerles una reparación, sino que se programen los recambios con el tiempo necesario antes de que se presente la falla; esto se puede lograr conociendo las especificaciones técnicas de los equipos a través de los manuales. (p. 12)

Calderón, J (2018) en su tesis “Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa metalpar s.a.s.” concluyo que la vida útil de un maquina o equipo depende de la forma como se lleva a cabo la intensidad del trabajo. El exceso de trabajo en un equipo y/o maquina implica ciertas consecuencias, como por ejemplo el desgaste de una correa, deterioro del filtro de combustible o de aire, saturación del aceite de motor, la fractura de un eje, entre otros. El mantenimiento preventivo básicamente nace bajo la necesidad de poder satisfacer, por una parte, los requerimientos de los clientes y por otra, más específica, los requerimientos básicos de los equipos y/o maquinaria de trabajo, que se comprenden en los sistemas de producción y/o de servicios. (p.9)

García, P (2012) “La confiabilidad de un sistema o un equipo, es la probabilidad de que dicha entidad pueda operar durante un periodo de tiempo sin pérdida de su función”, nos dice que la confiabilidad operacional incluye estrategias y procesos de mejora continua, herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis, y tecnologías de punta, para el mejoramiento de la gestión de mantenimiento industrial, es por ello que ante el riesgo surge la necesidad de recurrir al mantenimiento

preventivo, y de esta manera mejorar la disponibilidad y la confiabilidad de las operaciones en una planta de producción.

Larriviere J (2019), gerente de mantenimiento del grupo Eulen, empresa española con presencia en el Perú desde 1997, señala que la automatización sigue siendo un reto en el mercado de mantenimiento y que es necesario contar con un software que brinde actualizaciones en línea. Además, refiere que las empresas de mantenimiento en el Perú han encontrado oportunidades en nichos poco explorados por ubicación o complejidad. Como también acota Larriviere, es necesario que las empresas o los encargados de dirigir las mismas se quiten la idea de contar con un plan de mantenimiento o un área dentro de la organización es costoso y que empiecen a entender su importancia y necesidad en orden de que se dé un crecimiento sostenible.

Rosales R. (2017) propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del área lavadero salinas de la empresa delishell s.a.c. nos dice que a nivel nacional las industrias pequeñas y medianas consideran que tienen resueltos sus problemas de mantenimiento con el sólo empleo de la mano de obra. Es ignorada la existencia del sistema de equipos satisfactorios, por lo que sólo se atiende el arreglo de los equipos y se descuida la atención a la calidad adecuada del satisfactorio, según la razón de ser de la demanda del mercado. No hay planeación estratégica ni planificación para la preservación y mantenimiento de los recursos físicos de la empresa. Donde estos problemas ocasionan 2 incrementos de costos de producción, entregar al cliente productos y/o servicios sin calidad y experimentar una pérdida continua del mercado. (p. 12)

En nuestro país, existen empresas conscientes de la competitividad de los negocios y la globalización económica es por ello que ven al mantenimiento industrial

como un proceso integral que contribuye prioritariamente a la generación de utilidades.

Las áreas de mantenimiento o de servicios generales son estructuras definidas en el organigrama de una empresa formal con proyección de un proceso sostenible, aunque también existen empresas dedicadas a brindar este servicio que cobran mayor presencia en el mercado peruano. Se estima que las empresas dedicadas a brindar el servicio de mantenimiento tienen un 30% de presencia en el mercado a nivel nacional.

La empresa de estudio es una microempresa peruana cuya actividad principal es el servicio de confección de rollos de tela en crudo, durante la inspección se observó diferentes aspectos que afectan el flujo de su proceso productivo. Existen inconvenientes recurrentes que no son registrados o no son utilizados como antecedentes para evitar futuras paralizaciones, por ejemplo, la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento que establezca los tiempos en que se debe realizar una determinada actividad, tan solo se hace el cambio de aceite que necesita la máquina, por consiguiente, se limita a solo dar un mantenimiento correctivo.

Así mismo no se conoce la envergadura del impacto económico que estos tiempos de paradas ocasionan en tiempo muerto de producción y costos. En ese sentido, al no contar con un plan de mantenimiento preventivo, los correctivos son la única alternativa así mismo la empresa no cuenta con un inventario u stock de almacén de repuestos, por lo cual las máquinas se encuentran paradas por un mayor rango de tiempo, ocasionando que la confiabilidad de las máquinas se vea comprometida. De la misma forma, el personal de la empresa tiene conocimiento básico sobre mantenimiento y esto origina que los mantenimientos preventivos que se da a la maquinaria no sean los adecuados y necesarios para el correcto funcionamiento de las mismas.

Dada esta realidad problemática en la empresa, la presente investigación contribuirá a la realización de un diseño de mantenimiento preventivo y correctivo en las máquinas más utilizadas en dicha empresa que tienen una mayor criticidad en cuanto a la producción de tela en crudo. Y así aumentando la disponibilidad y haciendo que los índices de falla disminuyan y el tiempo de funcionamiento de las maquinas aumente.

Para la realización de este proyecto se tomó como referencia la tesis “propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del área lavadero salinas de la empresa Delishell S.A.C”. Que es una empresa acuicultura dedicada a la crianza de conchas de abanico utilizando el sistema japonés de linternas suspendidas. Esta tesis se enfocó primero en analizar el estado situacional del área lavadero salinas, diagnosticando el tipo de mantenimiento que se aplica a los equipos, los recursos necesarios, el comportamiento del personal y las condiciones de trabajo. Para poder obtener estos resultados se emplearon técnicas de investigación, las cuales son, Análisis Foda, entrevistas al personal, observación directa (evidencia fotográfica), diagrama Ishikawa y análisis del indicador de disponibilidad y confiabilidad.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño de mejora en el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo aumenta la disponibilidad de las máquinas Terrot, Orizzio y Mayer de la empresa textil Caysalu S.A.C.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para aumentar la disponibilidad de las máquinas Terrot, Orizzio y Mayer de la empresa textil Caysalu S.A.C.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar e identificar las maquinas que tienen mayor tiempo de paras por falta de el mantenimiento.
- estimar la disponibilidad de las maquinas en la empresa Textil Caysalu S.A.C.
- Diseñar el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Textil Caysalu S.A.C.
- Estimar la disponibilidad después del desarrollo del sistema de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Realizar la evaluación económica de la propuesta del diseño de mejora del sistema de mantenimiento preventivo y correctivo.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El diseño de mejora en el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo, aumentará la disponibilidad de las máquinas Terrot, Orizzio y Mayer de la empresa textil Caysalu S.A.C.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación según el propósito es aplicada debido a que las teorías y conocimientos previos se utilizarán para las estrategias propuestas; para Murillo (2008), la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. Además, su nivel de profundización es explicativa por lo que se establecerán relación de causa efecto de la realidad de la empresa, para Bernal (2010). La investigación explicativa tiene como fundamento la prueba de hipótesis y busca que las conclusiones lleven a la formulación o al contraste de leyes o principios científicos (p.115).

Según el tipo de datos empleados la investigación es cuantitativa puesto que a través de la recopilación de los mismos se harán uso de herramientas que harán posible su medición; para Hernández, Fernández y Baptista (2013) la definen expresando: “usa la recolección de datos para probar hipótesis con base a medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p.28)

Según el grado de manipulación de las variables es una investigación no experimental puesto que la empresa es quien determina no implementar la propuesta por razones personales, para Kerlinger y Lee (2002) la investigación no experimental es la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables (p. 504).

2.2. Muestra de estudio

La unidad de estudio del presente trabajo es el área de mantenimiento de la empresa Textil Caysalu S.A.C.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Métodos

Tabla 1 *Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos*

	TIPO	DESCRIPCIÓN
OBSERVACIÓN		Se observará el objeto de estudio sin interrumpir o comprometer el desarrollo regular de sus actividades,
	DIRECTA	aunque esta observación sea manifiesta.

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la tabla a continuación se manifiesta el método de recolección de datos del análisis.

2.3.2. Técnicas

A continuación, una técnica de apoyo al método empleado para la recolección de datos del objeto de estudio.

Tabla 2 *Detalle de Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos*

	JUSTIFICACION	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
ENTREVISTA	Permitirá analizar y determinar el nivel de conocimiento del personal de la empresa con respecto al mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fichas técnicas. ➤ Guías de revisión. ➤ Formulario de preguntas. 	Personal de la empresa.

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la tabla anterior se muestra la técnica y los instrumentos utilizados para elaborar el diseño del plan de mejora.

2.3.3. Materiales

Los materiales que se emplearon en el trabajo de investigación.

Tabla 3 *Materiales utilizados*

Nº	MATERIAL	U. DE MEDIDA	CANTIDAD
1	Laptop	Unidad	2
2	Cuaderno A4	Unidad	2
3	Lapicero	Unidad	2
4	Impresora	Unidad	1
5	USB	Unidad	2
6	Casco de seguridad	Unidad	2
7	Celular	Unidad	2

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la tabla anterior se muestra los materiales utilizados para la realización del diseño del plan de mejora.

2.4. Procedimiento

Tabla 4 *Fases del proceso del diseño de mejora.*

OBJETIVO	FASES
Conocer la situación del área de mantenimiento y así realizar el diseño de mejora	Observación y recolección de datos.
	Organización de datos.
	Propuesta del diseño de mantenimiento preventivo y correctivo
	Implementación del diseño de mantenimiento
	Análisis financiero del plan de investigación

Fuente: elaboración Propia.

Nota: En la tabla anterior se empezará a describir cada fase del proceso del plan de mejora.

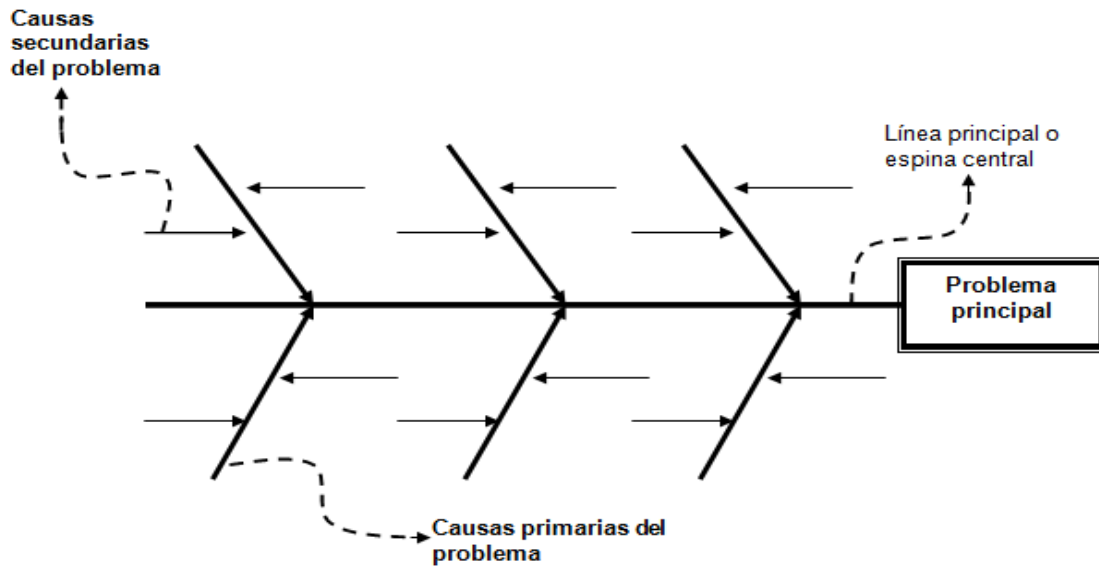
Fase 0 Observación y recolección de datos.

Para realizar el diagnóstico de la empresa se hizo mediante el método de la observación el cual ayudo a identificar los requerimientos necesarios para desarrollar un plan de mantenimiento, como referencia Catanluya (2016) para un efectivo programa de mantenimiento preventivo. Así mismo se le realizo una entrevista a todos los trabajadores de la empresa para ayudar con la recolección de datos e identificar los problemas que presentaban las máquinas.

Fase 1 Organización de datos.

En la organización de los datos recolectados de la empresa se usó el diagrama Ishikawa como plantea la sociedad latinoamericana para la calidad (2010) en la cual menciona que el diagrama causa efecto sirve para la identificación de los posibles problemas y Domenech (2015) nos propone los pasos para una buena realización del diagrama, esto ayudo a visualizar las causas que originan el mayor tiempo de paradas que tienen las maquinas en la empresa durante el proceso de producción.

Figura 1 *Diagrama de Ishikawa*



Fuente: Administración de empresas- blogger

Nota: Modelo del diagrama de Ishikawa para la obtención y organización de datos.

Fase 2 Propuesta diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo.

Es esta fase se da a conocer a todos los trabajadores de la empresa el diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo, el cual ayudara a mejorar la disponibilidad de las máquinas y a disminuir el tiempo de paras por fallas.

Fase 3 Implementación del diseño del plan de mantenimiento.

Control de ocurrencias

En la fase 3 de implementación se realizaron matrices de frecuencia para identificar cuáles son las maquinas más importantes en el proceso, se desarrollaron las matrices AMFE para poder identificar cuáles son los modos de falla de cada una de las máquinas para determinar los controles necesarios que logran disminuir los IPR más importantes.

Para calificar el IPR se utilizó las siguientes tablas:

Tabla 5 *Clasificación de la gravedad del modo de fallo*

Gravedad	Criterio	Valor
Muy baja repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema, probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente, probablemente, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. es fácilmente subsanable	2
Moderada defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. el cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	3
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. produce un grado de insatisfacción elevado	4
Muy alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	5

Fuente: Plan para la mejora de la calidad a través del control de fallos del proceso productivo de tela jersey en la empresa jhonatex.

Nota: En la anterior tabla se muestra los criterios para evaluar el nivel de gravedad de las maquinas.

Tabla 6 *Clasificación de la frecuencia*

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda	2
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema	3
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	4
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	5

Fuente: Plan para la mejora de la calidad a través del control de fallos del proceso productivo de tela jersey en la empresa jhonatex.

Nota En la anterior tabla se muestra los criterios para evaluar el nivel de frecuencia de las maquinas

Tabla 7 *Clasificación de facilidad de detección del modo de fallo*

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	3
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento	4
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	5

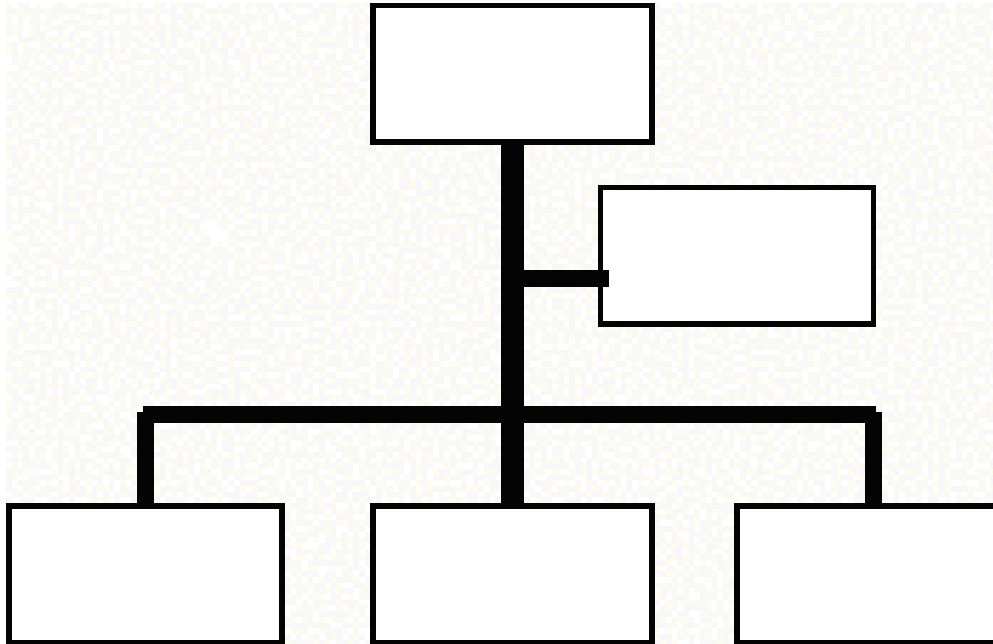
Fuente: Plan para la mejora de la calidad a través del control de fallos del proceso productivo de tela jersey en la empresa jhonatex

Nota En la anterior tabla se muestra los criterios para evaluar el nivel de detectabilidad de las maquinas

Organización del departamento de mantenimiento

Para la organización del departamento de mantenimiento realizamos un organigrama como nos indica García (2012) en su manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento y así tener una estructura jerárquica definida.

Figura 2 Modelo de organigrama



Fuente: Liceo agrícola el Huerton

Nota: Modelo de organigrama para tener una estructura jerárquica en el área de mantenimiento

Programa de mantenimiento

Para mejorar el sistema de mantenimiento se plantea realizar fichas de control y tiempos programados para un mantenimiento adecuado como nos hace entender García (2012) haciendo que los tiempos de para por fallo disminuyan y tener así un mejor control con el mantenimiento de las máquinas y de esta manera no haya problemas con la producción y con el cumplimiento con los clientes.

Capacitación para el departamento de mantenimiento

En esta parte de la fase 3 buscamos programar e implementar una capacitación constante al personal de la empresa de esta forma lograr que los empleados cuenten con mayor conocimiento instruyéndolos en el uso de las máquinas, los procesos para un mantenimiento preventivo y sobre la seguridad y medio ambiente.

Control de stock

Para un control de un stock de repuestos que se necesitan se realizara un check list de los principales materiales que se utilizan para el mantenimiento de las máquinas y de la misma forma se implementaran fichas de solicitud, fichas de ingreso y salidas de repuestos para llevar un mayor control de las mismas y poder programar las compras con los proveedores.

Fase 4 Análisis financiero del diseño del plan de investigación

En esta fase calcularemos el costo - beneficio de la implementación del diseño de mantenimiento preventivo y correctivo de la empresa textil Caysalu, así mismo utilizaremos los indicadores de evaluación para ver si el proyecto es viable.

Tabla 8 *Indicadores de evaluación*

Indicadores de evaluación	
COK	Costo de oportunidad de capital
VAN	Valor actual neto
TIR	Tasa interna de retorno
IR	Índice de rentabilidad

Fuente Elaboración Propia

Nota: En la tabla anterior se muestran los indicadores de evaluación para ver la viabilidad del proyecto

Tabla 9 *Matriz de operacionalización de variables*

Operacionalización de variables			
Variable independiente	Definición	indicadores	Dimensiones
Sistema de mantenimiento preventivo y correctivo	Según García (2012), el MC corrige las causas de las fallas exigiendo atención inmediata y el MP es el conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten prevenir las fallas y maximizar la disponibilidad de los equipos.	Disponibilidad	Porcentaje de horas totales respecto a horas paradas
Variable dependiente	Definición	Indicadores	Dimensiones
Confiabilidad	Según García (2012), la confiabilidad operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistémica, avanzadas herramientas de diagnóstico, estrategias modernas y metodologías de análisis.	Mttr Mtbf	Tiempo promedio para reparación Tiempo medio entre fallas

Fuente elaboración propia

Nota: En la tabla anterior se muestra la matriz de operacionalización de variables del proyecto.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico situacional de la empresa

Textil Caysalu S.A.C., es una empresa peruana dedicada al rubro textil en su segunda etapa, es decir, una vez obtenido el hilo ya sea en cualquiera de sus presentaciones se procede a confeccionar la tela en crudo. Cuenta con 07 máquinas entre ellas están: las TERROT, ORIZIO y MAYER que son máquinas con gran demanda capaces de confeccionar distintos tipos de telas gracias a las agujas y levas de donde podemos sacar gran variedad de puntos, desde tela deportiva hasta casual y elegante.

Cuenta con 10 personas, siendo el gerente general la persona con mayor conocimiento y experiencia, quien se desempeña a su vez como el programador de máquinas y el mantenimiento, los trabajadores no cuentan con los conocimientos suficientes para realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de las maquinas, la falta de conocimientos y de un plan de mantenimiento hace que se presenten problemas en la máquina ocasionando tiempos de para y afectando a la producción y a la entrega de los productos.

3.1.1. Principales procesos de la empresa

El principal y único proceso que elabora la empresa es la confección de telas en crudo, es decir, transforma el hilo en rollos de tela, dichos rollos pueden ser de diferentes tipos según el pedido del cliente.

Figura 3 Principales procesos



Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la siguiente figura se muestra las áreas para la fabricación de la tela, el primer proceso empieza con la recepción de los rollos de hilos para luego pasar al área de producción donde dichos rollos son colocados en las máquinas y se programa el tipo de tela a fabricar las cuales trabajan con una velocidad de 180 C llegando a producir 240 m/h de tela, una vez fabricada la tela pasa al área de almacenamiento donde es inspeccionada por el personal de encargado para que finalmente pase al área de despacho y sea recogido por el cliente.

3.1.2. Productos que elaboran con especificaciones

Las máquinas que posee la empresa pueden elaborar varios tipos de tela siendo las principales y de mayor pedido las siguientes.

Tabla 9 Descripción de máquinas y productos

Máquina	Hilo	Tela
Orizzio	75/72	Dray
		Micronike
		Win
		Polyadidas
		Milano
Terrot	75/72 - 150/96	Win
	75/72	Mucronike
		Dray
		Polyadidas
		Gabardina
		Malla
	20 A 1	Monofilamento
Jumberca	74/60	French Terry
		Franela
		Polycra
		Malla
		Suplex
Mayer	75/74	Interloc
		Polyadidas
		Rip

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la tabla 10 podemos verificar el tipo de máquina, el número de hilo que se usa y el tipo de tela que llegan a fabricar.

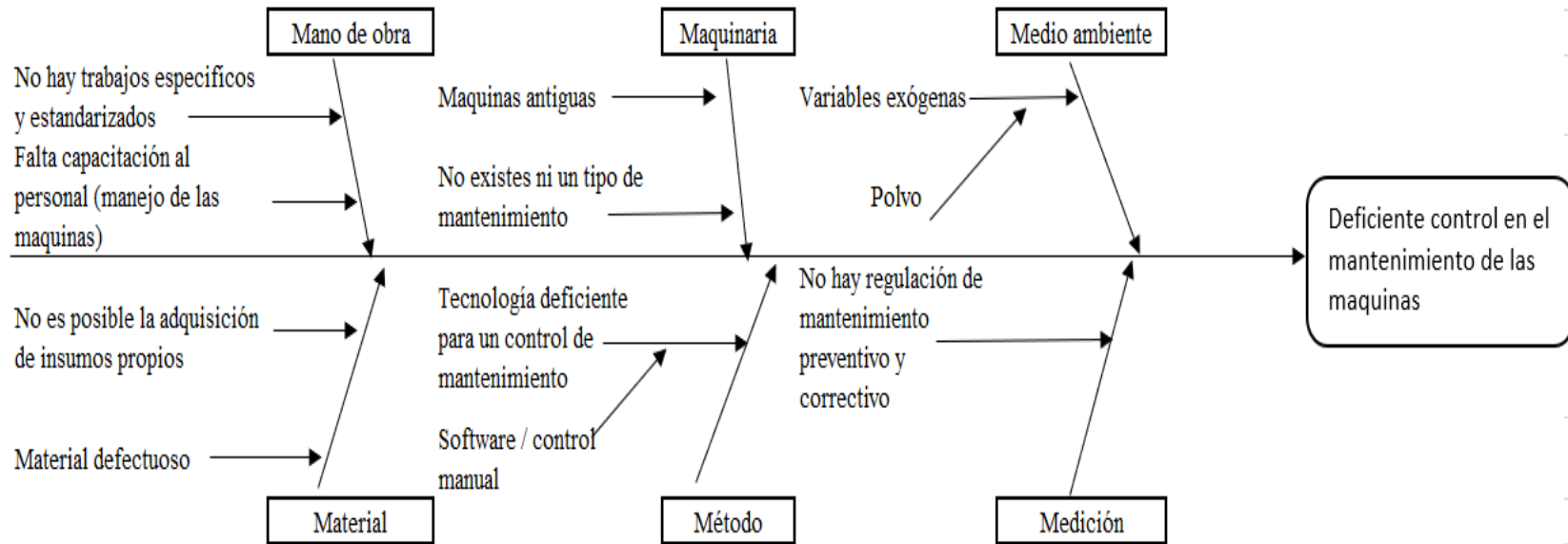
3.2. Diagnóstico situacional del área de estudio

La empresa Textil Caysalu SAC muestra muchas deficiencias debido a que para el desarrollo de sus actividades de producción no cuenta con programas de soporte en la gestión de sus procesos, distribución de planta, operaciones, cadena de valor que permitan lograr los objetivos medibles a través del manejo de los indicadores. Se evidencian desorden en el manejo documental y de información que permita desarrollar el mantenimiento de las máquinas.

Con respecto al tema de distribución la empresa no cuenta con un sistema logístico que le permita entregar los pedidos a sus clientes en el tiempo requerido. Sobrellevando a tercerizar el servicio de distribución.

Por otro lado, en lo que respecta a la producción, el ciclo productivo también se ve afectado por la paralización continua de las máquinas debido a que no hay un mantenimiento preventivo oportuno. No se identifican las causas de las fallas que originan los problemas en las máquinas, aumentando así el tiempo de reparación. Las máquinas quedan paradas por espacios de horas o días debido a la falta de repuestos o personal calificado y conocimiento que atienda el mantenimiento correctivo, siendo las fallas más frecuentes (reajuste de las agujas, cambio de aceite o agujas rotas). Debido a esto la disponibilidad de las máquinas se está viendo afectada no pudiendo asegurar el periodo de tiempo que pueden operar los equipos sin algún tipo de falla.

Figura 4 Diagrama de Ishikawa – Deficiente control en mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la figura 4 se muestra el diagrama de Ishikawa en la cual se detallan las causas de tiempos de paras.

En el diagrama Ishikawa acerca del deficiente mantenimiento de las máquinas se determinaron las siguientes causas:

Mano de obra: Debido a que los trabajadores no cuentan con una capacitación adecuada la organización para realizar sus actividades no es la adecuada por eso el manejo de las máquinas no es el adecuado, esto hace que su desempeño y su seguridad no sea eficiente, evidenciándose que no usas el EPP adecuado para realizar sus actividades.

Maquinaria: Se llega a encontrar maquinas antiguas, las cuales presentan fallas ocasionando tiempos de para, llegando a ocasionar problemas en la producción, se observa que no cuentan con manuales de mantenimiento en caso la maquina le suceda alguna falla.

Medio ambiente: El lugar de trabajo no es el adecuado, se encuentran las herramientas y material de producción desordenados, así mismo existe gran cantidad de polvo dañando las máquinas y parte de la producción y del mismo modo afecta a la salud de los trabajadores.

Material: Los materiales que de la empresa se encuentran defectuosos, no cuentan con proveedores con los que trabajen continuamente es por ellos que los materiales no son de buena calidad, así mismo no cuentan con un stock de materiales y repuestos para realizar el mantenimiento de las máquinas.

Método: La empresa textil Caysalu no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas, su sistema de mantenimiento es muy antiguo, no existen fichas ni guías que ayuden con el control de las máquinas y repuestos.

Medición: No existe un programa ni horas programadas para el mantenimiento de las maquinas, no hay una regulación constante de mantenimiento preventivo y correctivo.

Tabla 10 Análisis FODA – Textil Caysalu S.A.C.

		OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Textil Caysalu		O1 Crecimiento del sector textil.	A1 Fuertes competidores.
		O2 Ferias distritales para promocionar PYMES.	A2 Poca publicidad del negocio.
		O3 No hay problema de estacionalidad del producto.	A3 Escasez de materia prima.
		O4 Oportunidad de exportar a países vecinos.	A4 Importaciones de productos terminados a bajo precio.
DEBILIDADES	D1 Falta de capital para invertir en insumos.	DO Analizar las oportunidades y las capacidades reales que tiene la empresa para mejorar el mantenimiento y generar mayores beneficios.	DA Elaborar un plan estratégico estableciendo objetivos enfocados en la visión de la empresa. Evaluar las variables que puedan afectar la entrega de los productos, enfocándose en la disponibilidad de las máquinas.
	D2 Poca presencia en el mercado.		
	D3 Personal incompleto.		
	D4 Mantenimiento inoportuno de maquinaria.		
FORTALEZAS	F1 Experiencia y conocimiento del sector textil.	FO Acceder a un crédito bancario que pueda generar oportunidad de que la empresa no solo realice servicios sino también pueda comprar la M.P.	FA Evaluar a las empresas competidoras y su participación en el mercado. Luego, elaborar una lista de empresas y clientes a visitar para ofrecer los servicios y así la empresa pueda tener mayor actividad.
	F2 Maquinaria y equipo propio.		
	F3 Variedad en diseño y calidad.		
	F4 Buena ubicación de la planta.		

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la siguiente tabla se observa la matriz de análisis de la empresa donde podemos observar sus oportunidades, fortalezas y algunas debilidades y amenazas que pueden presentar

Análisis de Criticidad

Se realiza el método de análisis de criticidad para evaluar el nivel de impacto que tiene cada máquina de la empresa textil. Por lo cual se utilizaron las siguientes tablas de medición.

Tabla 11 *Tabla de Criticidad – Máquina Mayer*

Tabla para determinar la criticidad de un equipo		Máquina mayer		
Item	Variable	Concepto	Ponderación.	Observaciones
1	Efecto sobre el servicio que proporciona	Para	4	
		Reduce	2	
		No para	0	
2	Valor técnico económico	Alto	3	Más de u\$ 20000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de u\$ 1000
3	La falla afecta Al equipo en si	Si	1	Deteriora a otros componentes
		No	0	
	Al servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos
		No	0	
	Al operador	Riesgo	0	Posibilidad de accidente al operador
		Sin riesgo	0	
	A la seguridad en general	Si	0	Posibilidad de accidente a personas u equipos cercanos
		No	0	
4	Probabilidad de falla	Alto	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se necesita
		Bajo	0	
5	Flexibilidad de equipos en el sistema	Único	2	No existe otro quipo igual o similar
		By pass	1	El sistema puede seguir funcionando
		Stand by	0	Existe otro igual o similar pero instalado
6	Dependencia logística	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar
		Loc/extr	1	Algunos repuestos se compran localmente
		Local	0	Todos los repuestos se compran localmente
7	Dependencia de la mano de obra	Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros
		Propia	0	El mantenimiento se realiza con el personal propio
8	Facilidad de reparación (mantenimiento)	Bajo	1	Mantenimiento difícil
		Alto	0	Mantenimiento fácil
		Criticidad	16	

Fuente: *Análisis de criticidad – ingeniería mecánica 2009.*

Nota: En la tabla 12 se observa los criterios de criticidad con sus respectivas ponderaciones.

Tabla 12 *Análisis de criticidad maquina Orizzio*

Tabla para determinar la criticidad de un equipo		Máquina orizzio			
Item	Variable	Concepto	Ponderación.	Observaciones	
1	Efecto sobre el servicio que proporciona	Para	4		
		Reduce	2		
		No para	0		
2	Valor técnico económico	Alto	3	Más de u\$ 20000	
		Medio	2		
		Bajo	1	Menos de u\$ 1000	
3	La falla afecta	Al equipo en si	Si	1	Deteriora a otros componentes
			No	0	
	Al servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos	
		No	0		
	Al operador	Riesgo	1	Posibilidad de accidente al operador	
		Sin riesgo	0		
	A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas u quipos cercanos	
		No	0		
4	Probabilidad de falla	Alto	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar Correctamente cuando se necesita	
		Bajo	0		
5	Flexibilidad de equipos en el sistema	Único	2	No existe otro quipo igual o similar	
		By pass	1	El sistema puede seguir funcionando	
		Stand by	0	Existe otro igual o similar pero instalado	
6	Dependencia logística	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar	
		Loc/extr	1	Algunos repuestos se compran localmente	
		Local	0	Todos los repuestos se compran localmente	
7	Dependencia de la mano de obra	Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros	
		Propia	0	El mantenimiento se realiza con el personal propio	
8	Facilidad de reparación (mantenimiento)	Bajo	1	Mantenimiento difícil	
		Alto	0	Mantenimiento fácil	
		Criticidad	15		

Fuente: *Análisis de criticidad – ingeniería mecánica 2009.*

Nota: En la tabla 13 se observa los criterios de criticidad con sus respectivas ponderaciones.

Tabla 13 *Tabla de Criticidad – Máquina Terrot*

Tabla para determinar la criticidad de un equipo		Máquina terrot		
Item	Variable	Concepto	Ponderación	Observaciones
1	Efecto sobre el servicio que proporciona	Para	4	
		Reduce	2	
		No para	0	
2	Valor técnico económico	Alto	3	Más de u\$ 20000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de u\$ 1000
3	La falla afecta Al equipo en si	Si	1	Deteriora a otros componentes
		No	0	
	Al servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos
		No	0	
	Al operador	Riesgo	1	Posibilidad de accidente al operador
		Sin riesgo	0	
	A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas u equipos cercanos
		No	0	
4	Probabilidad de falla	Alto	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar Correctamente cuando se necesita
		Bajo	0	
5	Flexibilidad de equipos en el sistema	Único	2	No existe otro quipo igual o similar
		By pass	1	El sistema puede seguir funcionando
		Stand by	0	Existe otro igual o similar pero instalado
6	Dependencia logística	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar
		Loc/extr	1	Algunos repuestos se compran localmente
		Local	0	Todos los repuestos se compran localmente
7	Dependencia de la mano de obra	Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros
		Propia	0	El mantenimiento se realiza con el personal propio
8	Facilidad de reparación (mantenimiento)	Bajo	1	Mantenimiento difícil
		Alto	0	Mantenimiento fácil
		Criticidad	18	

Fuente: *Análisis de criticidad – ingeniería mecánica 2009.*

Nota: *En la tabla 14 se observa los criterios de criticidad con sus respectivas ponderaciones.*

Tabla 14 *Tabla de Criticidad – Máquina Jumberca*

Tabla para determinar la criticidad de un equipo		Máquina Jumberca			
Item	Variable	Concepto	Ponderación.	Observaciones	
1	Efecto sobre el servicio que proporciona	Para	4		
		Reduce	2		
		No para	0		
2	Valor técnico económico	Alto	3	Más de u\$ 20000	
		Medio	2		
		Bajo	1	Menos de u\$ 1000	
3	La falla afecta	Si	1	Deteriora a otros componentes	
		No	0		
	Al equipo en si	Si	1	Origina problemas a otros equipos	
		No	0		
	Al servicio	Riesgo	1	Posibilidad de accidente al operador	
		Sin riesgo	0		
	A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas u quipos cercanos	
		No	0		
	4	Probabilidad de falla	Alto	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se necesita
			Bajo	0	
	5	Flexibilidad de equipos en el sistema	Único	2	No existe otro quipo igual o similar
			By pass	1	El sistema puede seguir funcionando
Stand by			0	Existe otro igual o similar pero instalado	
6	Dependencia logística	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar	
		Loc/extr	1	Algunos repuestos se compran localmente	
		Local	0	Todos los repuestos se compran localmente	
7	Dependencia de la mano de obra	Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros	
		Propia	0	El mantenimiento se realiza con el personal propio	
8	Facilidad de reparación (mantenimiento)	Bajo	1	Mantenimiento difícil	
		Alto	0	Mantenimiento fácil	
		Criticidad	5		

Fuente: *Análisis de criticidad – ingeniería mecánica 2009.*

Nota: En la tabla 15 se observa los criterios de criticidad con sus respectivas ponderaciones.

Tabla 15 *Escala de Referencia – nivel de criticidad*

ESCALA DE REFERENCIA		
CRITICO	16 a 20	CRITICIDA 1
IMPORTANTE	11 a 15	CRITICIDA 2
REGULAR	06 a 10	
OPCIONAL	00 a 05	CRITICIDA 3

Fuente: *Análisis de criticidad – ingeniería mecánica 2009.*

Nota: En la tabla 16 se observa los niveles de criticidad según su escala.

Tabla 16 *Resultados nivel de criticidad*

Escala referencial		
Maquina	criticidad	Nivel
Terrot	18	Critico
Mayer	16	Critico
Orizzo	15	Importante
Jumberca	5	Opcional

Fuente: *Elaboración Propia*

Nota: En la tabla 17 se observa el nivel crítico de cada máquina de la empresa textil.

Del desarrollo del análisis de criticidad de los equipos con los que cuenta la empresa, se determinó mediante la escala de referencia que las máquinas Mayer, Orizzio y Terrot tienen mayor criticidad que la Jumberca. Por lo cual en la presente investigación se decidió realizar los diagnósticos de las máquinas Terrot, Mayer y Orizzio.

Variable Independiente: Sistema de Mantenimiento

Diagnóstico Máquina Mayer

Se realizará la toma de datos y diagnostico de las maquinas que posea la empresa:

Tabla 17 *Ocurrencias en la máquina Mayer*

	Descripción	Tiempo (hora)
Día 1	Calibración de tablero	1
Día 2	Cambio de aceite	2
Día 3	Corte de fluido de luz	2
Día 4	Rotura de aguja	15
Día 5	Rotura de aguja	15

Día 6	No hubo paras	0
Día 7	Rotura de aguja	15
Día 8	No hubo paras	0
Día 9	Rotura de aguja	15
Día 10	Lubricación de Maquina	3
Día 11	Calibración de tablero	1
Día 12	Falla de rodillo	1
Día 13	No hubo paras	0
Día 14	Cambio de aceite	2
Día 15	No hubo paras	0
Día 16	No hubo paras	0
Día 17	Falta de presencia de operador	10
Día 18	No hubo paras	0
Día 19	Rotura de aguja	15
Día 20	Corte de fluido eléctrico	2
Día 21	Rotura de aguja	15
Día 22	No hubo paras	0
Día 23	Calibración de tablero	1
Día 24	Falta material	24
Día 25	Falla de rodillo	1
Día 26	Falta material	24
Día 27	Cambio de aceite	2
Día 28	No hubo paras	0
Día 29	Cambio de aceite	2
Día 30	No hubo paras	0
TOTAL		168

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 18 se aprecia que el mayor inconveniente que presentan las máquinas Mayer es debido a la rotura de aguja, ya que se observó durante el mes 6 ocurrencias. La segunda ocurrencia más frecuente es el cambio de aceite ya que observaron 4 ocurrencias.

Disponibilidad maquina Mayer

Al calcular la disponibilidad de la maquina obtenemos:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Ecuación 1 Disponibilidad de máquina Mayer}}{\text{horas totales} - \text{horas parada por mantenimiento}} \times 100$$

Fuente: Creus (1991) – “Fiabilidad y seguridad de procesos industriales”

$$\text{Disponibilidad} = \frac{450 - 102}{450} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad} = 77.33\%$$

De lo anterior podemos concluir que durante el periodo de evaluación para la máquina Mayer solo hubo una disponibilidad del 77.33% por los diferentes inconvenientes que se presentaron en las 450 horas que debió operar la máquina. Las 102 horas de paradas por mantenimiento corresponden a la rotura de agujas y los paros innecesarios por cambio de aceite.

Variable dependiente: maquina Mayer

Tiempo promedio de reparación

Esta es la medida de la distribución de los tiempos de reparación de la máquina. Por ahora, nos mide la efectividad actual que tarda en restituirse la maquina Mayer a las condiciones óptimas de operación dentro del periodo de 30 días que se ha establecido.

Ecuación 2 *Tiempo promedio de reparación de máquina Mayer*

$$Mtrr = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Fuente: Creus (1991) – “Fiabilidad y seguridad de procesos industriales”

$$MTTR = \frac{98}{10} = 9.8 H$$

Este resultado nos indica que se tarda en promedio 9.8 horas en restaurarse la maquina Mayer para que vuelva a operar en óptimas condiciones debido al cambio de aceite y ruptura de agujas que se presentaron a lo largo del mes.

Tiempo medio entre fallas

Este tiempo nos indica el intervalo de tiempo más probable entre el arranque del equipo y la aparición de una falla; es decir es el tiempo promedio que tiene que transcurrir hasta la llegada de la falla.

Ecuación 3 *Tiempo medio entre fallos de máquina Mayer*

$$Mtbf = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

Fuente: Creus (1991) – “Fiabilidad y seguridad de procesos industriales”

$$Mtbf = \frac{450 - 106}{16} = 21.5 H$$

El resultado nos arroja que en la actualidad existe un promedio de 21.5 horas que transcurren hasta la aparición de una falla en la maquina Mayer.

Variable independiente

Tabla 18 *Sistema de mantenimiento terrot*

	Descripción	Tiempo (hora)
Día 1	Rotura de aguja	15
Día 2	Cambio de aceite	2
Día 3	Rotura de aguja	15
Día 4	Rotura de aguja	15
Día 5	Rotura de aguja	15
Día 6	No hubo paras	0
Día 7	Rotura de aguja	15
Día 8	No hubo paras	0
Día 9	Rotura de aguja	15
Día 10	Lubricación de Maquina	3
Día 11	Rotura de aguja	15
Día 12	Falla de rodillo	1
Día 13	No hubo paras	0
Día 14	Cambio de aceite	2
Día 15	No hubo paras	0
Día 16	No hubo paras	0
Día 17	No hubo paras	0
Día 18	No hubo paras	0
Día 19	Rotura de aguja	15
Día 20	Corte de fluido eléctrico	2
Día 21	Rotura de aguja	15
Día 22	No hubo paras	0
Día 23	Calibración de tablero	1
Día 24	Rotura de aguja	15
Día 25	No hubo paras	0
Día 26	Falta material	24
Día 27	Cambio de aceite	2
Día 28	No hubo paras	0
Día 29	No hubo paras	0
Día 30	No hubo paras	0
	TOTAL	187

Fuente: *Elaboración Propia*

En la tabla 19 se aprecia que el mayor inconveniente que presentan las máquinas Terrot es debido a la rotura de aguja, ya que se observó durante el mes 10 ocurrencias. La segunda ocurrencia más frecuente es el cambio de aceite ya que observaron 3 ocurrencias.

Disponibilidad Terrot

Al calcular la disponibilidad de la maquina obtenemos:

Ecuación 4 *Disponibilidad de maquinaria Terrot*

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{horas totales} - \text{horas parada por mantenimiento}}{\text{horas totales}} \times 100$$

Fuente: Creus (1991) – “Fiabilidad y seguridad de procesos industriales”

$$\text{Disponibilidad} = \frac{450 - 159}{450} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad} = 64.66\%$$

Durante el periodo de evaluación para la máquina Terrot hubo una disponibilidad del 64.66% por los diferentes inconvenientes que se presentaron en las 450 horas que debió operar la máquina. Las 159 horas de paradas por mantenimiento corresponden a la ruptura de agujas y los paros innecesarios por cambio de aceite y a la lubricación de la máquina.

Tiempo promedio para reparar

Ecuación 5 *Tiempo promedio de reparación de máquina Terrot*

$$M_{tr} = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Fuente: Creus (1991) – “Fiabilidad y seguridad de procesos industriales”

$$MTTR = \frac{156}{13} = 12 H$$

Este resultado nos indica que se tarda en promedio 12 horas en restaurarse la maquina Terrot para que vuelva a operar en óptimas condiciones debido al cambio de aceite y ruptura de agujas que se presentaron a lo largo del mes.

Tiempo medio entre fallas

Ecuación 6 *Tiempo medio entre fallos de máquina Terrot*

$$Mtbf = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

Fuente: Creus (1991) – “Fiabilidad y seguridad de procesos industriales”

$$Mtbf = \frac{450 - 159}{14} = 20.78 H$$

El resultado nos arroja que en la actualidad existe un promedio de 20.78 horas que transcurren hasta la aparición de una falla en la maquina Terrot.

Variable independiente: Sistema de mantenimiento máquina Orizzio

Tabla 19 *Ocurrencias en la Máquina orizzio*

	Descripción	Tiempo (hora)
Día 1	Calibración de tablero	1
Día 2	Cambio de aceite	2
Día 3	No hubo paras	0
Día 4	No hubo paras	0
Día 5	No hubo paras	0
Día 6	No hubo paras	0
Día 7	Rotura de aguja	15
Día 8	No hubo paras	0
Día 9	Rotura de aguja	15
Día 10	Lubricación de Maquina	3
Día 11	No hubo paras	0
Día 12	No hubo paras	0
Día 13	No hubo paras	0
Día 14	Cambio de aceite	2
Día 15	No hubo paras	0
Día 16	No hubo paras	0
Día 17	Falta de presencia de operador	10
Día 18	Rotura de aguja	0
Día 19	Rotura de aguja	15
Día 20	Corte de fluido eléctrico	2
Día 21	Rotura de aguja	15
Día 22	No hubo paras	0
Día 23	Calibración de tablero	1
Día 24	Rotura de aguja	15
Día 25	No hubo paras	0
Día 26	Rotura de aguja	15

Día 27	No hubo paras	0
Día 28	No hubo paras	0
Día 29	Cambio de aceite	2
Día 30	No hubo paras	0
TOTAL		113

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 20 se aprecia que el mayor inconveniente que presentan las máquinas Orizzio es debido a la rotura de aguja, ya que se observó durante el mes 7 ocurrencias. La segunda ocurrencia más frecuente es el cambio de aceite ya que observaron 3 ocurrencias.

Disponibilidad

Al calcular la disponibilidad de la maquina obtenemos:

Ecuación 7 Disponibilidad de máquina Orizzio

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{horas totales} - \text{horas parada por mantenimiento}}{\text{horas totales}} \times 100$$

Fuente: Creus (1991) – “Fiabilidad y seguridad de procesos industriales”

$$\text{Disponibilidad} = \frac{450 - 101}{450} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad} = 77.55\%$$

Durante el periodo de evaluación para la máquina Orizzio solo hubo una disponibilidad del 77.55% por los diferentes inconvenientes que se presentaron en las 450 horas que debió operar la máquina. Las 101 horas de paradas por mantenimiento corresponden a la ruptura de agujas y los paros innecesarios por cambio de aceite.

Variable Dependiente: Máquina Orizzio

Tiempo Promedio para Reparar

Ecuación 8 *Tiempo promedio de reparación de máquina Orizzio*

$$M_{tr} = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Fuente: Creus (1991) – “Fiabilidad y seguridad de procesos industriales”

$$M_{tr} = \frac{111}{10} = 11.10 H$$

Este resultado nos indica que se tarda en promedio 11.10 horas en restaurarse la maquina Orizzio para que vuelva a operar en óptimas condiciones debido al cambio de aceite y rotura de agujas que se presentaron a lo largo del mes.

3.2.1. Tiempo medio entre fallas

Este tiempo nos indica el intervalo de tiempo más probable entre el arranque del equipo y la aparición de una falla; es decir es el tiempo promedio que tiene que transcurrir hasta la llegada de la falla.

Ecuación 9 *Tiempo medio entre fallas de máquina Orizzio*

$$M_{bf} = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

Fuente: Creus (1991) – “Fiabilidad y seguridad de procesos industriales”

$$M_{bf} = \frac{450 - 111}{11} = 30.81 H$$

El resultado nos arroja que en la actualidad existe un promedio de 30.81 horas que transcurren hasta la aparición de una falla en la maquina Orizzio.

Todas las máquinas presentan los mismos problemas.

- Cambio de aceite.
- Rotura de agujas.

Por lo que habría que enfocarse en estos inconvenientes y a partir de ellos mejorar la de las máquinas Terrot, Orizzio y Mayer de la empresa Textil Caysalu S.A.C

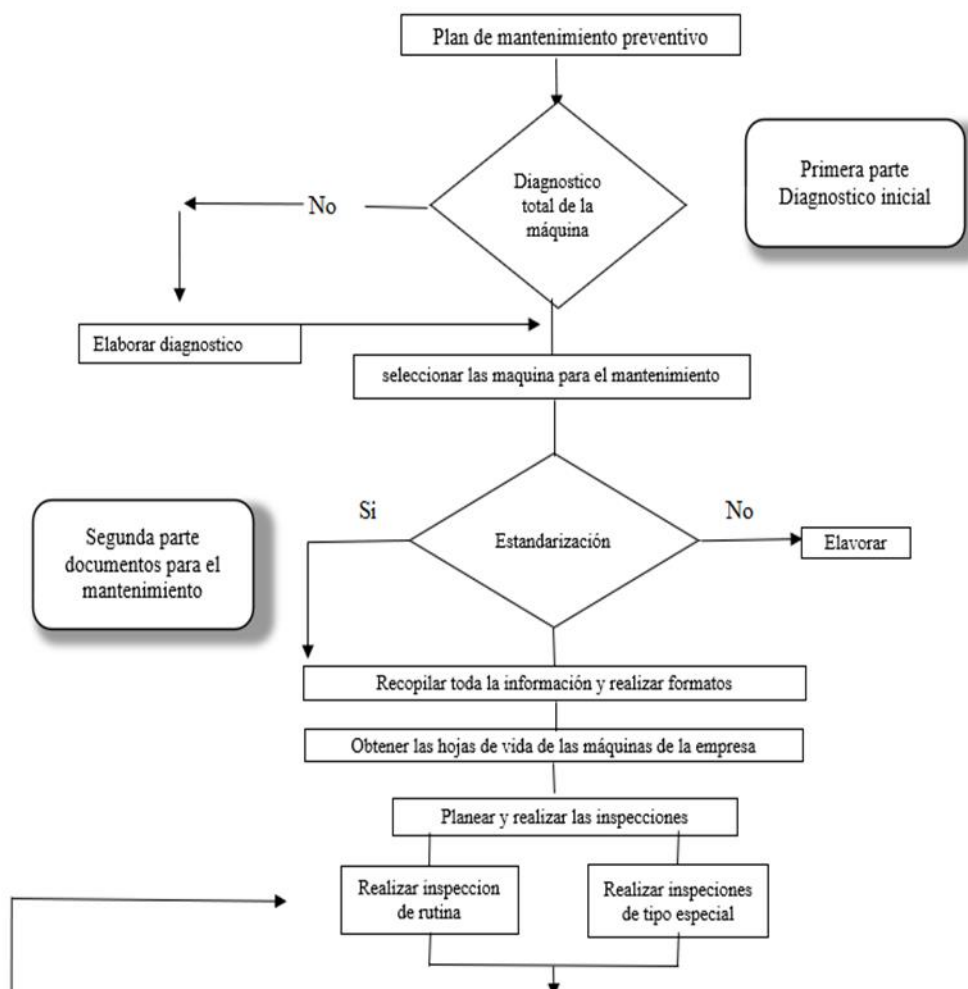
3.3. Resultados del plan de mejora

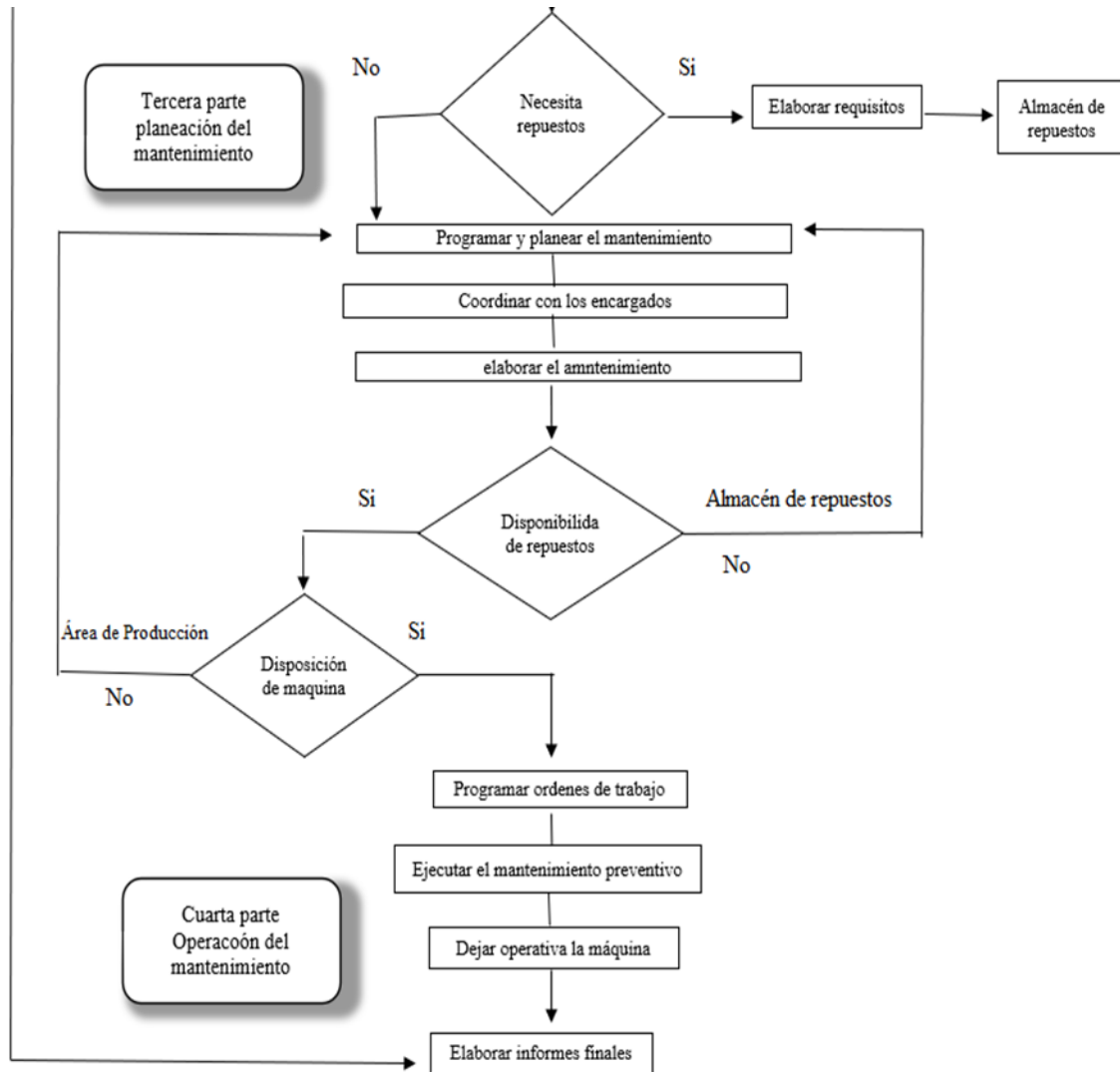
Los resultados de empresa textil se basan en las 5 fases de la implementación del plan de mejora de mantenimiento preventivo y correctivo.

3.3.1. Modelo del mantenimiento preventivo del proyecto de investigación

Se realizó el diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo el cual se dará a conocer a todos los empleados y directivos de la empresa textil.

Figura 5 *Flujograma del mantenimiento preventivo*





Fuente: *Elaboración Propia.*

Nota: En la figura se muestra el diseño del plan de mantenimiento preventivo el cual está dividido en 4 partes

Parte 1: En la primera parte del plan se elabora un diagnóstico de las máquinas para saber en qué situación se encuentran, luego se selecciona la máquina para su respectivo mantenimiento.

Parte 2: Es esta parte se elabora una estandarización de las máquinas, de esta manera se recopila toda la información y se realiza los formatos necesarios para proceder con el mantenimiento de las máquinas, como siguiente paso se planea y realiza las inspecciones de las maquinas.

Parte 3: En la tercera parte se verifica si la maquina necesitara algún cambio de repuesto, en el caso que si se necesite se tendrá que realizar los requisitos necesarios para que almacén nos facilite el repuesto indicado, una vez hecho esos pasos se programa y planea el mantenimiento coordinando con el encargado del área solicitando la disponibilidad de la máquina para realizar el mantenimiento.

Parte 4: En la última parte se programa las ordenes de trabajo para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo si fuese necesario, dejando la maquina operativa para que siga produciendo, finalmente se elaboran los informes indicando todo lo que realizo para el mantenimiento respectivo.

3.3.2. Control de ocurrencias

Se hallaron las fallas más frecuentes de cada una de las máquinas de la empresa textil trabajando un análisis de modo y efecto de fallas (AMFE), permitiendo la disminución de las causas y del IPR.

Tabla 20 Matriz AMFE de la maquina Mayer

Análisis de modo y efecto de falla (AMFE)														
Nombre del proceso: Elaboración de tela										Fecha				
Maquina: Mayer										Revisión: tesisas				
Responsables: tesisas														
Proceso	Fallos			Estado actual				Nuevos valores						
	Modo	Efecto	Causa	Controles actuales	F	G	D	IPR	Acciones preventivas	Control	F	G	D	IPR
Tejido	Manchas en la tela	Incremento de costos en la producción para tratar y eliminar las manchas de la tela	Lubricación excesiva	Revisión visual	3	3	3	27	Limpieza e inspección cada vez que hay un nuevo requerimiento de tela.	Semanal	2	2	2	8
			Falta de limpieza en la maquina	No existe	4	3	2	24		Diaria	2	2	1	4
			Grasa en agujas	Revisión visual	3	3	2	18		Semanal	2	1	1	2
	Falla de agujas en la tela	Imperfección en la elaboración de tela y paras en la producción	Agujas rotas	Mantenimiento correctivo	4	4	3	48	Revisión de agujas antes de cada operación	Diaria	2	2	2	8
			Agujas de baja calidad	No existe	4	3	3	36		Diaria	3	2	2	12
			Agujas mal colocadas	Revisión visual	2	3	4	24		Diaria	1	2	2	4
	Huecos en las telas	Interferencia en la elaboración de tela	Hilos de mala calidad	No existe	3	2	3	18	Revisión de materia prima, mejorar proveedores	Semanal	2	2	2	8
			Hilos mal colocados	Revisión visual	3	2	3	18		Diaria	2	1	2	4
	Atasco de Hilos	Tiempos de paras e interferencia en la elaboración de la tela	Arreglo incorrecto de Hilos rotos	Mantenimiento correctivo	2	3	2	12	Revisión de hilos al momento de iniciar la operación	Diaria	1	2	1	2
			Hilos enredados	Revisión visual	3	2	2	12		Diaria	2	1	1	2
	Producción de tela inconclusa	Incumplimiento de la producción y problemas con tiempos de entrega	Programación de tablero	Revisión visual	2	3	2	12	Capacitación al operario para realizar dicha operación	Diaria	1	2	1	2
			Mala calibración de tablero	Mantenimiento correctivo	3	2	1	6		Diaria	2	1	1	2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 se muestra el análisis de modo y efecto de falla de la maquina Mayer en su estado actual, donde se encuentran cinco fallas para las cuales se determinaron acciones preventivas y poder disminuir el IPR.

Tabla 21 *Matriz AMFE de la maquina Orizzio*

análisis de modo y efecto de falla (AMFE)														
Nombre del proceso: elaboración de tela										Fecha				
Maquina: Orizzio										Revisión: tesisas				
Responsables: tesisas														
Proceso	Fallos			Estado actual				Nuevos valores						
	Modo	Efecto	Causa	Controles actuales	f	g	d	IPR	Acciones preventivas	Control	f	g	d	IPR
Tejido	Manchas en la tela	Incremento de costos en la producción para tratar y eliminar las manchas de la tela	Lubricación excesiva	Revisión visual	3	3	3	27	Limpieza e inspección cada vez que hay un nuevo requerimiento de tela.	Semanal	2	2	2	8
			Falta de limpieza en la maquina	No existe	4	3	2	24		Diaria	2	2	1	4
			Grasa en agujas	Revisión visual	2	3	2	12		Semanal	1	2	1	2
	Falla de agujas en la tela	Imperfección en la elaboración de tela y paras en la producción	Agujas rotas	Mantenimiento correctivo	3	3	4	36	Revisión de agujas antes de cada operación	Diaria	2	3	2	12
			Agujas de baja calidad	No existe	4	3	3	36		Diaria	3	2	2	12
			Agujas mal colocadas	Revisión visual	3	3	4	36		Diaria	1	2	2	4
	Atasco de Hilos	Tiempos de paras e interferencia en la elaboración de la tela	Arreglo incorrecto de hilos rotos	Mantenimiento correctivo	3	3	2	18	Revisión de hilos al momento de iniciar la operación	Diaria	2	2	2	8
			Hilos enredados	Revisión visual	3	2	2	12		Diaria	2	2	2	8
	Producción de tela inconclusa	Incumplimiento de la producción y problemas con tiempos de entrega	Programación de tablero	Revisión visual	2	3	2	12	Capacitación al operario para realizar dicha operación	Diaria	1	2	1	2
			Mala calibración de tablero	Mantenimiento correctivo	3	2	1	6		Diaria	2	1	1	2

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 22 se muestra el análisis de modo y efecto de falla de la maquina orizzio en su estado actual, donde se encuentran cuatro fallas para las cuales se determinaron acciones preventivas y poder disminuir el IPR.

Tabla 22 Matriz AMFE de la maquina Terrot

Análisis de modo y efecto de falla (AMFE)																	
Nombre del proceso: Elaboración de tela										Fecha							
Maquina: Terrot										Revisión: tesisas							
Responsables: tesisas																	
Proceso	Fallos			Estado actual				Nuevos valores									
	Modo	Efecto	Causa	Controles actuales				f	g	d	IPR	Acciones preventivas		Control	f	g	d
Tejido	Manchas en la tela	Incremento de costos en la producción para tratar y eliminar las manchas de la tela	lubricación excesiva	Revisión visual	3	2	3	18	Limpieza e inspección cada vez que hay un nuevo requerimiento de tela.	Semanal	2	1	2	4			
			Falta de limpieza en la maquina	No existe	4	2	2	16		Diaria	2	1	1	2			
			Grasa en agujas	Revisión visual	3	2	2	12		Semanal	2	1	1	2			
	Falla de agujas en la tela	Imperfección en la elaboración de tela y paras en la producción	Agujas rotas	Mantenimiento correctivo	4	3	3	36	Revisión de agujas antes de cada operación	Diaria	3	2	2	12			
			Agujas de baja calidad	No existe	4	3	3	36		Diaria	3	2	2	12			
			Agujas mal colocadas	Revisión visual	4	3	3	36		Diaria	1	2	2	4			
	Huecos en las telas	Interferencia en la elaboración de tela	Hilos de mala calidad	No existe	3	2	3	18	Revisión de materia prima, mejorar proveedores	Semanal	2	1	2	4			
			Hilos mal colocados	Revisión visual	3	2	3	18		Diaria	2	1	2	4			
	Atasco de Hilos	Tiempos de paras e interferencia en la elaboración de la tela	Arreglo incorrecto de hilos rotos	Mantenimiento correctivo	2	3	2	12	Revisión de hilos al momento de iniciar la operación	Diaria	1	2	1	2			
			Hilos enredados	Revisión visual	3	2	2	12		Diaria	2	1	1	2			
Producción de tela inconclusa	Incumplimiento de la producción y problemas con tiempos de entrega	Programación de tablero	Revisión visual	2	3	2	12	Capacitación al operario para realizar dicha operación	Diaria	1	2	1	2				
		Mala calibración de tablero	Mantenimiento correctivo	3	2	1	6		Diaria	2	1	1	2				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se muestra el análisis de modo y efecto de falla de la maquina Terrot en su estado actual, donde se encuentran 5 fallas para las cuales se determinaron acciones preventivas y poder disminuir el IPR.

Del mismo modo y con la finalidad de tener un control cuando ocurra una falla se ha determinado elaborar una hoja de rutina para el mantenimiento.

Tabla 23 *Control de paradas de máquina*

Control de paradas de maquina					
Fecha	Código de maquina	Código de operario	Hora de inicio de para	Hora de fin de para	
Observaciones					
1	Cambio de Rollos	6	Regulación/ calibración de maquina	11	Falta de presencia de operador
2	Cambio de agujas	7	Falla mecánica	12	limpieza de maquina
3	Defectos en tejidos	8	Mantenimiento programado	13	lubricación
4	Falta de material	9	Corte de fluido eléctrico	14	otros
5	Programación de producción	10	Falla electrónica		
		Código	Nombre	Cargo	Firma
	Elaborado por				
	Revisado por				

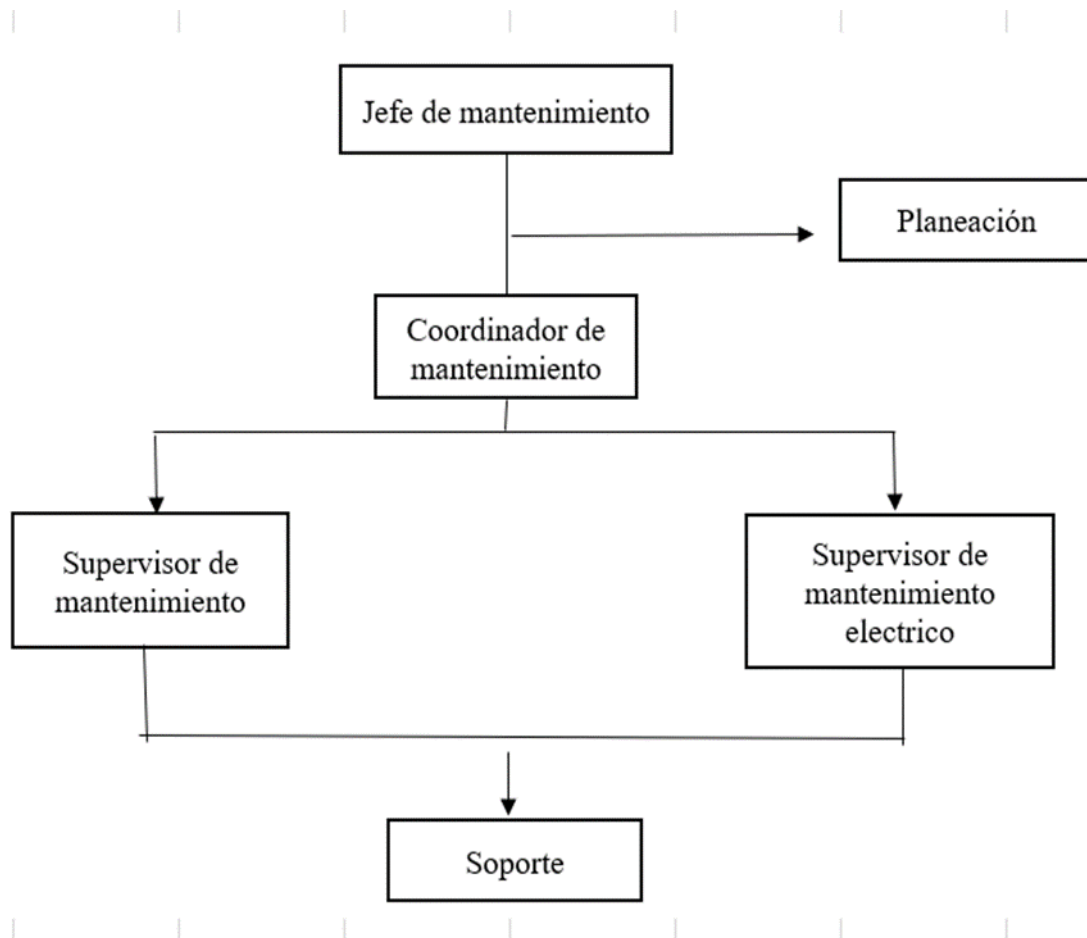
Fuente: Elaboración Propia.

Nota: En la tabla 24 se muestra la hoja de control de paradas de las maquinas

3.3.3. Organización del departamento de mantenimiento

Para que lograr un mejor control se propuso hacer un organigrama para el área de mantenimiento, el cual estará estructurado en la siguiente manera

Figura 6 Organigrama del área de mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la figura 6 se muestra que habrá un jefe de área el cual contará con la ayuda de un coordinador que conjuntamente estarán a cargo de la planeación del mantenimiento y a su vez habrá un supervisor de mantenimiento preventivo y un supervisor de mantenimiento eléctrico si fuese necesario que a su vez tendrán el soporte de los empleados que estarán capacitados para cumplir sus funciones.

3.3.4. Capacitación para el departamento de mantenimiento

En esta etapa se plantean las capacitaciones constantes a los empleados de la empresa en temas de mantenimiento preventivo y correctivo, ayudándolos a optimizar los recursos y reforzar los conocimientos en la planificación, análisis y control de las diferentes máquinas, logrando la reducción de tiempo de inoperatividad de la máquina. Así mismo se programan las capacitaciones en seguridad y medio ambiente, el cual forma parte del plan de mejora.

Tabla 24 *Tabla de cronograma de capacitaciones*

Temas de capacitación	Frecuencia	Capacitador
Metodología del mantenimiento preventivo	Solo una vez	Jefe de área
Manejo correcto de maquinas	Mensual	Supervisor de mantenimiento
Uso correcto de herramientas	Mensual	Supervisor de mantenimiento
Orden e higiene	Semanal	Supervisor de seguridad
Charlas de seguridad	Diaria	Supervisor de seguridad
Charla de seguridad de medio ambiente	Semanal	Supervisor de seguridad
Charlas de bioseguridad	Mensual	Supervisor de seguridad
Llenado de reportes	Trimestral	Jefe de área

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 se muestra los temas con los cuales deben capacitar al personal de la empresa textil y con la frecuencia que se les debe de dictar los temas.

Se proponen los siguientes formatos para el control de capacitación del personal.

Tabla 25 *Tabla de Control de capacitación de mantenimiento*

Hoja de control de capacitación - textil Caysalu s.a.c.						
Tema (s):					pagina	1
					responsable	
					cargo	
					fecha	
Objetivo (s):						
N°	Nombres	Identificación	Firma	Evaluación		Observaciones
				Logrado	No logrado	

Fuente: elaboración propia

Nota: En la tabla 26 se muestra la hoja de control de capacitaciones de mantenimiento.

Tabla 26 *Tabla de Control de capacitación de seguridad y medio ambiente*

Plan de seguridad y medio ambiente				
Registro de asistencia				Versión
Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización		Página 1 de 1
Tipo	Capacitación	Reunión		
Tema de capacitación				
Capacitador				
N°	Nombre	Código de Trabajador	Cargo	Firma

Observaciones:

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la tabla 27 se muestra la hoja de control de capacitación de seguridad y medio ambiente

3.3.5. Control de stock

El inventario en la empresa textil necesita de un control constante para asegurar la continuidad de producción, es por ello que se toma la decisión de realizar los controles de inventarios y la disponibilidad de los repuestos. Por eso se vio necesario contar con una política de inventarios que permita gestionar de manera el stock de repuestos, para no incurrir en costos y asegurar la producción.

Se proponen los formatos para la adquisición de repuestos

Tabla 27 *Formato de contabilización de materiales*

Textil Caysalu S.A.C			
Hoja de contabilización de materiales			
Fecha		Encargado	
Área			
N°	Articulo	Unidades	Observaciones

Realizado por	Firma
Supervisado por	Firma

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 28 se muestra la hoja de contabilización de material para un mayor control del stock.

Tabla 28 *Guía de requerimientos*

Textil Caysalu S.A.C		Guía N°	
Guía de requerimiento			
Área:		Fecha de requerimiento:	
Solicitante:			
Motivo:			
Item	Cantidad	Descripción	Observaciones

Solicitante	Jefe de área
-------------	--------------

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la tabla 29 se muestra la guía de requerimiento de repuestos un mayor control del stock

Tabla 29 *Formato de repuestos*

Textil Caysalu S.A.C				
Formato repuesto				
N°	Fecha	Ingreso	Salida	Stock final

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 30 se muestra el formato de ingresos y salida de repuestos para un mejor manejo del stock.

Tabla 30 *Guía de salida*

Textil Caysalu S.A.C				Guía N°
Guía de salida				
Área				Fecha
N°	Descripción del artículo	Código	Cantidad	Stock final del artículo

Solicitante	Jefe de área
-------------	--------------

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la tabla 31 se muestra la guía de salida de repuesto de alancen

3.3.6. Análisis de indicadores

Los indicadores se medirán para verificar los avances de la empresa en cuanto al incremento de la disponibilidad según los mantenimientos preventivos y correctivos que se realicen en las máquinas y serán detallados a continuación:

Disponibilidad

La disponibilidad aumenta en un 20.66 % con la propuesta planteada, debido a que disminuye la frecuencia de fallas de las máquinas de la empresa textil Caysalu.

$$Disponibilidad = \frac{281.49}{3} \times 100$$

$$Disponibilidad = 93.88 \%$$

Tiempo promedio de Reparación

El tiempo promedio de reparación disminuyó gracias a lo planteado en la propuesta de mejora.

$$Mtr = 5.2 \text{ Horas}$$

Tiempo promedio entre fallas

El tiempo promedio entre fallas aumentó en un 74.19 Horas gracias a lo planteado en la propuesta de mejora.

$$Mtb = 98.5 \text{ Horas}$$

Confiabilidad

La confiabilidad de las máquinas aumenta a 94.98% gracias al diseño propuesto.

$$\begin{aligned} & ((MTBF / (MTBF + MTTR)) * 100) \\ & ((98.55 / (98.55 + 5.2)) * 100) = 94.98 \% \end{aligned}$$

Tabla 31 *Resumen de las variables después de la implementación de plan de mantenimiento*

Resumen operacionalización de variables						
Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Resultado inicial	Resultados propuestos	Variación	Interpretación
Sistema de mantenimiento preventivo y correctivo	Porcentaje de horas totales respecto a horas paradas	Disponibilidad	D = 73.17%	D = 93.83%	20.66%	Las maquinas tendrán una disponibilidad de 93.83% la realizar su producción
	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Resultado inicial	Resultados propuestos	Variación
Confiabilidad	Tiempo promedio para reparación	Mttr	Mttr = 10.96 Horas	Mttr = 5.2 Horas	-5.76 Horas	El tiempo promedio en que se reparara las maquinas es de 5.2 horas
	Tiempo medio entre fallas	Mtbf	Mtbf = 24.3 Horas	Mtbf= 98.55 Horas	+74.19 Horas	Después de 98.55 horas sucederá una falla

Fuente: elaboración propia

En la tabla 32 se muestra el resumen del resultados de las variables antes y después de la implementación de del plan de mantenimiento preventivo y correctivo.

3.4. Análisis financiero del plan de investigación

Resultados del análisis financiero del proyecto de investigación para ver su viabilidad.

Tabla 32 *Costos por procedimientos*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total, S/.
Oficina (papeles)	5	10	50
Escritorio	1	250	250
Repisa	1	400	400
Computadora e impresora	1	1300	1300
Tintas	4	20	80
Constitución y Registro	1	600	600
Licencia	1	88	88
Instalación	1	3500	3500
Total			S/.6,268.00

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la tabla 33 se muestra los costos por procedimientos para la implementación del proyecto de investigación

Tabla 33 *Gastos de Capacitación*

Temas	N° de capacitadores	Tiempo horas	Costo S/. /hora	Total, semestral S/.	Total, anual S/.
Capacitación en mantto preventivo	4	4	400	6400	12800
Capacitación en protocolos de bioseguridad	2	2	350	1400	2800
Total					S/.15,600.00

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la tabla 34 se muestra los gastos de capacitaciones del proyecto de investigación

Tabla 34 *Implementos de capacitaciones*

Implementos	Costo de material S/.	N° de trabajadores	Total, semestral S/.	Total, anual S/.
Folletos y separatas	10	10	100	200
Folletos y separatas	5	10	50	100
Total			S/.150.00	S/.300.00

Fuente: *Elaboración Propia*

Nota: *En la tabla 35 se muestra los gastos de implementos para las capacitaciones*

Tabla 35 *Costo en material de registro*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total, mensual	Total, anual S/.
Bloc de registro	1	10	10	120
Total			S/.10.00	S/.120.00

Fuente: *Elaboración Propia*

Nota: *En la tabla 36 se muestra los costos de materiales para los registros de capacitaciones*

Tabla 36 *Costos en cuidado a la salud*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total, semestral S/.	Total, anual S/.
Guantes Anti corte PU CUT-5	5	20	100	200
Mameluco Panostyle Gris	5	100	500	5400
Total			S/.600.00	S/.5,600.00

Fuente: *Elaboración Propia*

Nota: *En la tabla 37 se muestra los costos para el cuidado de salud de los trabajadores*

Tabla 37 *Costos en higiene*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total, mensual	Total, anual S/.
Escoba	2	20	40	480
Trapeador	2	39	78	936
Recogedor	4	3.5	14	84
Balde	2	10	20	60
Aseo	2	15	30	90
Alcohol	5	20	100	300
Mascarillas	1	50	50	150
Total				S/.2,100.00

Fuente: *Elaboración Propia*

Nota: *En la tabla 38 se muestra los costos para la implementación de higiene*

Tabla 38 *Costo por incurrir en la propuesta de mejora*

Costos por incurrir en el proceso	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Oficina (papeles)	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00
Escritorio	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00
Repisa	S/400.00	S/400.00	S/400.00	S/400.00	S/400.00	S/400.00
Computadora e impresora	S/1,300.00	S/1,300.00	S/1,300.00	S/1,300.00	S/1,300.00	S/1,300.00
Tintas	S/80.00	S/80.00	S/80.00	S/80.00	S/80.00	S/80.00
Constitución y Registro	S/600.00	S/600.00	S/600.00	S/600.00	S/600.00	S/600.00
Licencia	S/88.00	S/88.00	S/88.00	S/88.00	S/88.00	S/88.00
Instalación	S/3,500.00	S/3,500.00	S/3,500.00	S/3,500.00	S/3,500.00	S/3,500.00
Capacitación en mantto preventivo	S/12,800.00	S/12,800.00	S/12,800.00	S/12,800.00	S/12,800.00	S/12,800.00
Capacitación en protocolos de bioseguridad	S/2,800.00	S/2,800.00	S/2,800.00	S/2,800.00	S/2,800.00	S/2,800.00
Folletos y separatas	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00
Folletos y separatas	S/100.00	S/100.00	S/100.00	S/100.00	S/100.00	S/100.00
Bloc de registro	S/120.00	S/120.00	S/120.00	S/120.00	S/120.00	S/120.00
Guantes Anti corte PU CUT-5	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00
Mameluco Panostyle Gris	S/5,400.00	S/5,400.00	S/5,400.00	S/5,400.00	S/5,400.00	S/5,400.00
Escoba	S/480.00	S/480.00	S/480.00	S/480.00	S/480.00	S/480.00
Trapeador	S/936.00	S/936.00	S/936.00	S/936.00	S/936.00	S/936.00
Recogedor	S/84.00	S/84.00	S/84.00	S/84.00	S/84.00	S/84.00
Balde	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00
Aseo	S/90.00	S/90.00	S/90.00	S/90.00	S/90.00	S/90.00
Alcohol	S/300.00	S/300.00	S/300.00	S/300.00	S/300.00	S/300.00
Mascarillas	S/150.00	S/150.00	S/150.00	S/150.00	S/150.00	S/150.00
Total, de costos	S/29,988.00	S/29,988.00	S/29,988.00	S/29,988.00	S/29,988.00	S/29,988.00

Fuente Elaboración Propia

Nota: En la tabla 39 se determina los costos proyectados a 5 años en los cuales se han considerado todos los materiales que se requieren para la implementación del plan de mejora del mantenimiento preventivo y correctivo en la empresa textil Caysalu S.A.C

Tabla 39 *Análisis de indicadores*

Costos por no incurrir en la propuesta de mejora	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Disponibilidad de máquina	S/56,700.00	S/56,700.00	S/56,700.00	S/56,700.00	S/56,700.00
Costo por hh adicionales	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Total, de costos	56,700.00	56,700.00	56,700.00	56,700.00	56,700.00

Fuente *Elaboración Propia*

Nota: En la tabla 40 se proyecta el análisis de los indicadores para los 5 años

Tabla 40 *Flujo de caja neto proyectado*

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
-29,988.00	26,712.00	26,712.00	26,712.00	26,712.00	26,712.00

Fuente *Elaboración Propia*

Nota: En la tabla 41 se muestra el flujo de caja proyectado del plan de mejora

Calculo del COK

Figura 7 *Cálculo del COK*

$CPPC = WACC = \frac{D}{D+C} \times Kd \times (1-T) + \frac{C}{D+C} \times Ke$			T.I	LEYENDA D= Deuda K= Capital Kd= Costo Deuda 14.46% Proemdio de las tsas de bancos T= Impuesto a la Renta 30% Ke= Rentabilidad Accionista ROE Balance General CPPC = Costo Prom Ponderado de Capital
DEUDA	10,000	29%		
CAPITAL	25,000	71%		
TOTAL	35,000	100%		

$$Ke = Roe = \frac{UTILIDAD NETA}{TOTAL PATRIMONIO}$$

CPPC= 23.61%

Fuente *Elaboración Propia*

Nota: En la figura 7 se muestra la fórmula para hallar el COK

Tabla 41 *Indicadores de evaluación*

Indicadores de evaluación	
COK	23.61%
VAN	S/. 73,939.16
TIR	85%
IR	2.77

Fuente Elaboración Propia

Nota: En la tabla 42 se muestran los resultados de los indicadores de la evaluación financiera

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Al finalizar este proyecto de investigación, se obtuvo como resultados que la empresa no contaba con una gestión de mantenimiento preventivo y correctivo, el cual genera problemas en la productividad, así lo demuestra (Instituto superior politécnico 2009), es por eso que al momento de hacer el análisis del área de mantenimiento se observó que existían varios tiempos de paradas de las maquinas haciendo que no haya una producción constante. Así mismo se logró estimar la disponibilidad de las maquinas de la empresa textil Caysalu S.A.C, el cual nos ayudó a corroborar que existían tiempos de paras muy altos generando que la confiabilidad de las maquinas sea de un 68.53 %, es por eso que al no existir una gestión de mantenimiento preventivo y correctivo las maquinas no pueden trabajar al 100%, Valdivieso (2010) nos confirma que el diseño de un plan de mantenimiento preventivo ayuda a mejorar la confiabilidad de las maquinas.

Para realizar el diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo se utilizó el diagrama causa efecto (Ishikawa), Arques (2018) nos da a conocer que el diagrama da una gran ventaja para visualizar en una sola figura las causas asociadas a un mismo fallo y agruparlas según su naturaleza, es por ello que el diagrama causa efecto nos ayudó a identificar las principales causas que originan el mayor tiempo de paradas que tienen las maquinas en la empresa textil. Así mismo para la elaboración del diseño de mejora se realizaron las matrices AMFE, Pérez (2014) nos demuestra que en su tesis pudieron identificar los modos de falla y poder tomar acciones de mejora y disminuir los IPR más importantes.

Después de realizar el diseño mejora de mantenimiento preventivo y correctivo en la empresa textil se determinó que hubo un incremento en la confiabilidad de las maquinas de un 68.53% a 94.98 %, reduciendo el MTTR de 10.96 horas a 5.765 horas y un aumento del

MTBF de 24.3 horas a un 74.19 horas, originando que la disponibilidad de las maquinas aumenten en un 20.66%, así como lo demuestran Rosales R. (2017) en su propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del área lavadero salinas de la empresa delishell s.a.c, donde logran medir sus indicadores obteniendo una disponibilidad en porcentaje promedio de 90.6 % y una confiabilidad de 93.6%, de la misma forma Salazar (2017) y Evonny (2017) en su tesis, reducen el tiempo promedio de falla en un 97.81% y la frecuencia de fallas en un 81.43%.logrando un incremento en la productividad y la disponibilidad de las máquina.

Finalmente se realizó un análisis de costo beneficio de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de la empresa textil Caysalu S.A.C donde se determinó que el costo para el proyecto es de 56,700 soles donde nuestro flujo de caja proyectado en el primer año se obtiene una ganancia de 26,712 soles, así mismo se llega obtener un índice de rentabilidad de 1.77.

4.2. Conclusiones

Se analizaron las maquinas que tienen un mayor fallo y tiempos de paras por falta de mantenimientos preventivos y correctivos siendo estas las maquinas Mayer, Terrot y Orizzio.

Se estimo la disponibilidad actual en las máquinas seleccionadas arrojando índices no aceptables que pueden ser corregidos.

Se diseñó un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo en la empresa con ayuda de las matrices AMFE y controles específicos.

Se estimo los índices de disponibilidad de las máquinas de la empresa textil Caysalu S.A.C, obteniendo un MTTR de 5.2 horas y un MTBF de 95.55 horas, una confiabilidad de 94.98% y una disponibilidad de 93.83%.

Se realizó la evaluación económica costo – beneficio obteniendo un COK de 23.61% y un TIR de 85% así mismo se halló el VAN de S/ 73939.16 haciendo que el proyecto sea viable.

REFERENCIAS

Amendola L. (2007). *Mantenimiento Mundial. Obtenido de Mantenimiento Mundial:*

<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/SBI.pdf>

Alban N. (2017). “Implementación De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Centrado En La Confiabilidad De Las Maquinarias En La Empresa Construcciones Reyes S.R.L. Para Incrementar La Productividad” [Tesis de ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].

http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/798/3/TL_AlbanSalazarNery.pdf

Bernal, C. (2010) Metodología de la investigación (Tercera Edición)

<file:///C:/Users/User/Downloads/Bernal%20Cap%C3%ADtulo%207.pdf>

Brito, M. (2020) Análisis modal de fallos y efectos. AMFE [Archivo PDF].

https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba

Canal Renovefree Gmao (28 de septiembre de 2015). *Indicadores De Mantenimiento.* Youtube.

https://www.youtube.com/watch?v=mFQuTwHjmXM&feature=emb_logo

Cossta G. (2015). Guevara J (2015) “Elaboración De Un Plan De Mejora Para El Mantenimiento Preventivo En Los Sistemas De Aire Acondicionado De La Red De Telefónica Del Peru Zonal Norte, Basado En La Metodología Ishikawa – Pareto” [Tesis de ingeniería, universidad privada Antenor Orrego].

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1203/1/COSTTA_GIANCARLO_MANTENIMIENTO_AIRE_ACONDICIONADO.pdf

Del castillo, A. (2009) Análisis de criticidad personalizados [Archivo PDF].

<file:///C:/Users/User/Downloads/72-408-1-PB.pdf>

De la Rosa. (2017). Mantenimiento Preventivo

https://treball.gencat.cat/web/.content/09_-

[_seguretat i salut laboral/publicacions/imatges/qp_manteniment_preventiu
cast.pdf](https://treball.gencat.cat/web/.content/09_-seguretat_i_salut_laboral/publicacions/imatges/qp_manteniment_preventiu_cast.pdf)

*Fiix. (23 de octubre de 2019). Programa de mantenimiento preventivo: una guía de
ocho pasos para crear un plan de mantenimiento preventivo.*

[https://www.fiixsoftware.com/blog/building-an-effective-preventive-
maintenance-program/](https://www.fiixsoftware.com/blog/building-an-effective-preventive-maintenance-program/)

Freire F. (2019). “Desarrollo De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Y Predictivo
Mediante La Distribución De Weibull Para Las Inyectoras Horizontales De
Polímeros En La Empresa Ingeniería Diseño De Suelas” [Tesis de ingeniería,
Universidad Técnica de Ambato].

[https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/30012/1/Tesis%20I.
%20M.%20542%20-%20Freire%20Perez%20Fernando%20Isidro.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/30012/1/Tesis%20I.%20M.%20542%20-%20Freire%20Perez%20Fernando%20Isidro.pdf)

García, S. (2015) Ingeniería de Mantenimiento, Manual práctico para la gestión

eficaz del mantenimiento industrial. [http://www.renovetec.com/ingenieria-del-
mantenimiento.pdf](http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf)

García P. (2012) *Gestión Moderna Del Mantenimiento Industrial*

García G. (2012) *El Manual Práctico Para La Gestión Eficaz Del Mantenimiento
Titulado Ingeniería Del Mantenimiento*

Grupo ENOVA. (13 de enero 2017). *Ingeniería De Mantenimiento: Análisis De Criticidad (Parte 1)*. <https://enovalevante.es/ingenieria-de-mantenimiento-analisis-de-criticidad-parte-1/>

Monteverde E. (2012) *Finanzas Corporativas*

Prat, M. (2016) *Análisis de fiabilidad, criticidad, disponibilidad, capacidad de mantenimiento y seguridad de una impresora industrial digital*. [Archivo PDF].

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/23229/Resum.pdf>

ResearchGate. (enero 2018). *Diagnóstico Del Sistema De Mantenimiento De Equipos De Una Empresa Procesadora De Pescado En Guayaquil. Caso De Estudio Línea "A"*. https://www.researchgate.net/publication/325556420_DIAGNOSTICO_DEL_SISTEMA_DE_MANTENIMIENTO_DE_EQUIPOS_DE_UNA_EMPRESA_PROCESADORA_DE_PESCADO_EN_GUAYAQUIL_CASO_DE_ESTUDIO_LINEA_A

Renovotec (2014) *Gestión Del Mantenimiento*

Sima. (2005) *Mantenimiento Preventivo* [Archivo PDF].

<http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>

Rosales R. (2017). *Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del área Lavadero Salinas de la empresa DELISHELL S.A.C.*

http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8266/Tesis_56380.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valdivieso J. (2010). "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa extruplas S.A." [Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca].

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/831/12/UPS-CT001680.pdf>

ANEXOS

Anexo I

Fotos de la empresa











Anexo 2

Matriz de consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivos	Variables	Indicadores	Diseño de la investigación
Diseño de mejora en el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para aumentar la disponibilidad de las máquinas terrot, orizzio y mayer de la empresa textil Caysalu s.a.c	¿En qué medida el diseño de mejora en el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo podrá aumentar la disponibilidad de las máquinas terrot, orizzio y mayer de la empresa textil Caysalu s.a.c.?	Objetivo general Diseñar un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para aumentar la disponibilidad de las máquinas terrot, orizzio y mayer de la empresa textil Caysalu s.a.c	Sistema de mantenimiento preventivo y correctivo	Porcentaje de horas	Tipo de investigación: Aplicada, cuantitativa, no experimental.
		Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none"> • Analizar e identificar las maquinas que tienen mayor tiempo de paras por falta de el mantenimiento. • Estimar la disponibilidad de las maquinas en la empresa Textil Caysalu S.A.C. • Diseñar el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Textil Caysalu S.A.C. • Estimar la disponibilidad después del desarrollo del sistema de mantenimiento preventivo y correctivo. • Realizar la evaluación económica de la propuesta del diseño de mejora del sistema de mantenimiento preventivo y correctivo. 	disponibilidad	Mttr Mtbf	Materiales Laptop, calculadora, lapicero, hojas bond, impresora. Instrumentos Técnica: observación/ instrumentos: fichas técnicas., guías de revisión, formulario de preguntas. Métodos Mantenimiento preventivo y correctivo. Análisis de criticidad. Análisis de FODA.

Fuente elaboración propia

Nota: En la tabla anterior se muestra los principales puntos del proyecto de investigación

Anexo 3

Resultados de indicadores

Maquina	Disponibilidad	MTBF	MTTR	Confiabilidad
Mayer	77.33%	21.5 H	9.8 H	68.69
Terrot	64.66%	20.78	12 H	63.39
Orizzio	77.55%	30.81	11.10 H	73.51

Fuente elaboración propia

Anexo 4

Resultados promedio de indicadores

	Resultado inicial	Resultado propuesto
Disponibilidad	73.17	93.83
MTBF	24.3	98.55
MTTR	10.96	5.2
Confiabilidad	68.53	94.98

Fuente elaboración propia

Anexo 5

Siglas y abreviaturas

Siglas y abreviaturas	
MTTR	Tiempo promedio de reparación
MTBF	Tiempo medio entre fallas
AMFE	Análisis modal de fallos y efecto
IPR	Índice prioridad de riesgo
CM	Mantenimiento correctivo
MP	Mantenimiento preventivo
COK	Costo de oportunidad del capital
VAN	Valor actual neto
TIR	tasa interna de retorno
IR	Índice de rentabilidad

Fuente elaboración propia