



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Laureate International Universities

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE
PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA
RENTABILIDAD DE LA EMPRESA DE CONFECCIONES
DANPAR E.I.R.L

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Bach. Flor Margarita Paredes Diaz

ASESOR:

Ing. Miguel Ángel Rodríguez Alza

TRUJILLO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

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

A mis padres, pilares fundamentales de mi vida Leonidas Paredes y Rosaura Diaz: Por su amor, sacrificio y apoyo incondicional que me brindan día a día, y que hicieron posible que pueda lograr nuestros sueños.

A mis hermanos, por haberme brindado su apoyo y estar siempre presentes en los buenos y malos momentos. A mis sobrinos por ser mi motivación, inspiración y felicidad.

EPÍGRAFE

“Si es bueno vivir, todavía es mejor soñar, y lo mejor de todo, despertar”.

(Antonio Machado)

AGRADECIMIENTO

A los Sres. Danilo Paredes y Fernando Paredes, por permitirme desarrollar la Tesis en su empresa y facilitarme el acceso a información.

A mi asesor Miguel Angel Rodriguez, por su tiempo y dedicación durante todo el trascurso de desarrollo de la Tesis.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería 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 EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA DE CONFECCIONES DANPAR E.I.R.L”.

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los meses de Marzo y Agosto del 2017, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otras Proyectos o Investigaciones.

Bach. Flor Margarita Paredes Diaz

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor:

Ing. Miguel Ángel Rodríguez Alza

Jurado 1:

Ing. Marcos Baca López

Jurado 2:

Ing. Ramiro Mas McGowen

Jurado3:

Ing. Rafael Castillo Cabrera

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general el desarrollo de propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción para incrementar la rentabilidad de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual de los procesos de mantenimiento de los equipos del área de producción encontrando que los principales problemas que afectan a la rentabilidad actual son: la falta de un programa de mantenimiento preventivo ya que en el año 2016, se tuvo un tiempo total de reparación (TTR) de 1717 horas y 684 paradas por fallas reduciendo la disponibilidad de los equipos a 91.4%, lo que ocasionó un Costo lucro cesante (CLC) de S/. 597,168. La falta de un procedimiento de mantenimiento definido, es por ello que cuando se genera una falla en los equipos de producción no se sabe cómo proceder para solicitar que se arreglen los equipos. La falta de documentación ya que no se tienen fichas técnicas, historial de fallas, costos de mantenimiento, etc. Asimismo la empresa no tiene herramientas y equipos para realizar mantenimiento. Por último la empresa no brinda capacitaciones a su personal, es por ello que solicitan mantenimiento externo ya que ellos vienen con equipos y herramientas adecuados para realizar la corrección de las fallas. En promedio se sabe que durante el año 2016 el monto por mantenimiento externo fue de S/.112, 500 y se tuvo un gasto total en repuestos por un monto total de S/.55,000.Cabe mencionar que debido a la baja disponibilidad de los equipos la empresa redujo sus ventas en S/291,673.

Se desarrolló la propuesta de mejora para los equipos de área de producción de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L, para lo cual se realizó un plan de mantenimiento preventivo, procedimiento de mantenimiento, formatos para mejorar la gestión de la documentación, adquisición de equipos de monitoreo, compra de herramienta y un plan de capacitaciones. Estas mejoras lograron incrementar la disponibilidad de los equipos de 91.4% a 95.7%., generando ingresos por un monto total S/. 2, 006,983 durante los 8 años en los cuales se proyectó el flujo de caja.Para culminar, se realizó una evaluación económica financiera obteniéndose un VAN de S/. 442,747 TIR de 62,9%, B/C de 1.6 y un PRI de 2.65 años.lo cual indica que el proyecto es RENTABLE.

ABSTRACT

The present work had like general aim the development of proposal of improvement in the management of maintenance of the teams of the area of production to increase the profitability of the company of preparations Danpar E.I.R.L.

It made the diagnostic of the current situation of the processes of maintenance of the teams of the area of production finding that the main problems that affect to the current profitability are: The fault of a program of preventive maintenance since in the year 2016, had a total time of repair (TTR) of 1717 hours and 684 stops by fail reducing the availability of the teams to 91.4%, what originate a Cost Lucre cesante (CLC) of S/. 597,168. The fault of a procedure of clear-cut maintenance, is thus that when it generates one fails in the teams of production does not know how proceed to request that they fix the teams. The fault of documentation since they do not have technical index cards, record of fail, costs of maintenance, etc. Likewise the company does not have tools and teams to make maintenance. Finally the company does not offer qualifications to his personnel, is thus that request external maintenance since they come with teams and tools adapted to make the correction of fail them. In average knows that during the year 2016 the mount by external maintenance was of S/.112, 500 and it had a total cost in spares by a mount total of S/.55,000.It fits to mention that because of the low availability of the teams the company reduced his sales in S/291,673.

It developed the proposal of improvement for the teams of area of production of the company of preparations Danpar And.I.R.L, for which made a plan of preventive maintenance, procedure of maintenance, formats to improve the management of the documentation, acquisition of teams of monitory, purchase of tool and plan of qualifications. These improvements attained to increase the availability of the teams of 91.4% to 95.7%., generating income by a mount total S/. 2, 006,983 during the 8 years in which it projected the flow of box.

To culminate, made a financial economic evaluation obtaining a VAN of S/. 442,747 TIR of 62,9%, B/C of 1.6 and a PRI of 2.65 years,thus it determined that the project is PROFITABLE.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
PRESENTACIÓN	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xiii
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática	2
1.2 Formulación del Problema	7
1.3 Hipótesis.....	7
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivo General	7
1.4.2. Objetivos específicos	7
1.5 Justificación	8
1.6 Tipo de Investigación.....	9
1.6.1 Por la orientación	9
1.6.2. Por el diseño	9
1.7 Diseño de la investigación	9
1.7.1 Localización de la investigación	9
1.7.2 Alcance	9
1.7.3 Duración del proyecto	9
1.8 Variables.....	9
1.9 Operacionalización de variables.....	10
CAPÍTULO 2	11
MARCO REFERENCIAL.....	11
2.1 Antecedentes de la Investigación	12
2.2 Base Teórica.....	15

2.3 Definición de Términos	41
CAPÍTULO 3	43
DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL	43
3.1 Descripción general de la empresa	44
3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis	55
3.3 Identificación del problema e indicadores actuales.....	56
3.4 Diagnostico de las causas raíces	60
CAPÍTULO 4	60
SOLUCIÓN PROPUESTA.....	60
4.1 Propuesta de mejora.....	61
CAPÍTULO 5	91
EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	91
CAPÍTULO 6	95
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	95
6.1 Resultados.....	96
6.2 Discusión	99
CAPÍTULO 7	100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
7.1 Conclusiones	101
7.2 Recomendaciones	103
REFERENCIAS.....	104
ANEXOS	106

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Importación peruana de prendas de China - 2016.....	03
Cuadro N° 02: Duración del proyecto	09
Cuadro N° 03: Operacionalización de variables	10
Cuadro N° 04: Diagrama PEPSU de la empresa de confecc Danpar E.I.R.L.....	47
Cuadro N° 05: Equipos con los que cuenta la empresa Danpar E.I.R.L.	48
Cuadro N° 06: Indicadores actuales de mantenimiento.....	61
Cuadro N° 07: Utilidad neta por hora.....	62
Cuadro N° 08: Reducción de las ventas.....	62
Cuadro N° 09: Inventario de equipos del área de producción	63
Cuadro N° 10: Código de la maquina cortadora	68
Cuadro N° 11: Codificación de los equipos de producción	69
Cuadro N° 12: Análisis de criticidad de equipos del área de producción.....	71
Cuadro N° 13: Resultado del análisis de criticidad	72
Cuadro N° 14: Programa de mantenimiento preventivo en los equipos de producción – 1	73
Cuadro N° 15: Programa de mantenimiento preventivo en los equipos de producción – 2.....	74
Cuadro N° 16: Inversión en herramientas	78
Cuadro N° 17: % de mantenimiento preventivo.....	78
Cuadro N° 18: Indicadores con el plan de mantenimiento preventivo	79
Cuadro N° 19: Incremento de las ventas.....	79
Cuadro N° 20: Impacto en las causas raíces Cr9 y Cr8	87
Cuadro N° 21: Costo de la adquisición de equipos de monitoreo.....	88

Cuadro N° 22: Reducción de la pérdida por falta de equipos	88
Cuadro N° 23: Cronograma de capacitación propuesto	90
Cuadro N° 24: Reducción del mantenimiento externo y costos de repuestos.....	90
Cuadro N° 25: Inversión de la propuesta de mejora.....	92
Cuadro N° 26: Depreciación anual	92
Cuadro N° 27: Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año.....	93
Cuadro N° 28: Estado de resultados anual	93
Cuadro N° 29: Flujo de caja anual.....	94
Cuadro N° 30: Indicadores económicos anuales.....	94

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Factores de la confiabilidad operacional	34
Figura N° 02: Foto de la empresa Danpar E.I.R.L.....	44
Figura N° 03: Organigrama de la empresa Danpar E.I.R.L.....	49
Figura N° 04: Cortado de la tela	50
Figura N° 05: Confección	50
Figura N° 06: Remallado	51
Figura N° 07: Estampado	52
Figura N° 08: Planchado de los polos	52
Figura N° 09: Empaquetado	53
Figura N° 10: Diagrama de flujo del proceso de confección de Polos.....	54
Figura N° 11: Proceso actual del mantenimiento correctivo.....	55
Figura N° 12: Diagrama de Ishikawa de la empresa Confec. Danpar E.I.R.L.....	56
Figura N° 13: Matriz de Priorización de causas raíces.....	57
Figura N° 14: Diagrama de Pareto.....	58
Figura N° 15: Indicadores y metas de la propuesta de mejora.....	59
Figura N° 16: Máquina cortadora.....	64
Figura N° 17: Máquina de coser.....	64
Figura N° 18: Máquina Remalladora	65
Figura N° 19: Máquina Recubridora	65
Figura N° 20: Máquina Bordadora	66
Figura N° 21: Máquina Pegabotones.....	66
Figura N° 22: Máquina Planchadora.....	67
Figura N° 23: Plancha	67
Figura N° 24: Lubricación de una máquina de coser.....	77

Figura N° 25: Procedimiento de Mantenimiento preventivo.....	83
Figura N° 26: Procedimiento de Mantenimiento correctivo.....	84
Figura N° 27 Ficha técnica	86
Figura N° 28: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR7	97
Figura N° 29 Valores de pérdida actual y mejorada de la CR9 y CR8	97
Figura N° 30: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR6	98
Figura N° 31: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR4	98

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se ha elaborado en la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L. la cual tiene como rubro la confección de prendas de vestir. Se elaboró en esta empresa debido a que se identificaron problemas en los equipos de producción debido a fallas que presentaban estos.

El desarrollo de la presente investigación se describe en los siguientes capítulos.

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

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con temas de mantenimiento.

En el Capítulo III, se hace una descripción general de la empresa para tener una idea más profunda del rubro en el que se desenvuelve, sus procesos, clientes, etc. En esta parte también se hace un análisis del problema, haciendo uso de herramientas como Ishikawa y diagrama de Pareto para encontrar las causas raíces que lo originan.

En el Capítulo IV, se desarrolló las propuestas de mejora para los equipos del área de producción de la empresa Danpar E.I.R.L., para lo cual se realizó un plan de mantenimiento preventivo, procedimiento de mantenimiento, formatos para mejorar la gestión de la documentación, adquisición de equipos de monitoreo, compra de herramientas y un plan de capacitaciones.

En el Capítulo V, se realizó la evaluación económica financiera obteniéndose un VAN de S/. 442,747, TIR de 62,9%, B/C de 1.6 y un PRI de 2.65 años.

En el Capítulo VI, se enuncian y discuten los resultados, determinándose que las propuestas de mejora reduce en un 40% el número de fallas correctivas incrementando la disponibilidad de los equipos en un 4.3%, y esto a su vez permite incrementar las ventas y generar ahorros por un monto de S/. 242,223 en un año

En el Capítulo VII, se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado de la presente investigación, resaltando que esta propuesta de mejora es RENTABLE.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE LA

INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática

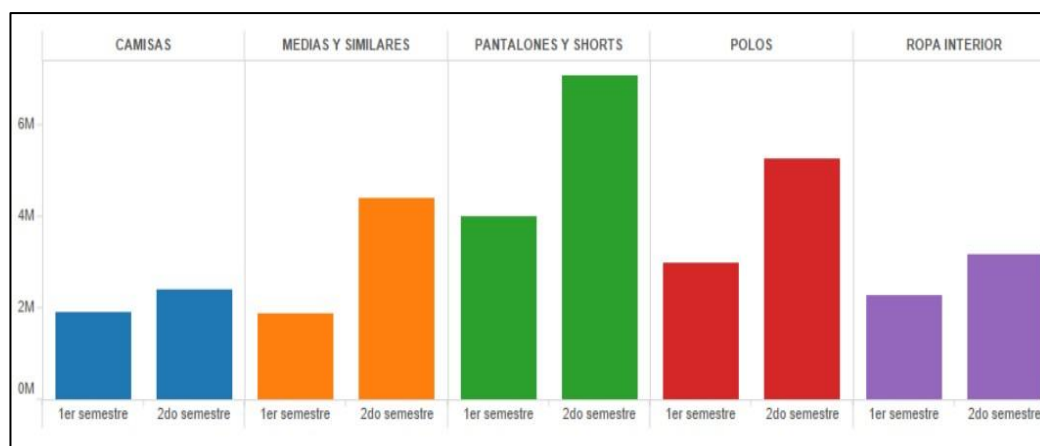
La industria del vestir es un importante elemento en la economía de países en desarrollo. Los empresarios de países desarrollados han realizado inversiones en países donde el desempleo es abundante, exportando así prendas de precios competitivos; sin embargo, una vez que estos países alcanzaron un grado de desarrollo, los precios dejaron de ser competitivos. Por ejemplo, Japón entre 1950 y 1960 fue un exportador interesante de prendas de vestir, pero cuando su economía se desarrolló, su precio dejó de ser competitivo. Durante las décadas de 1980 y 1990 ocurrió lo mismo con otros países como Corea y Taiwán, estos también se desarrollaron y luego sucedió lo mismo con países como Malasia, India, Zimbabwe, Bangladesh, Sri Lanka, etc. Actualmente, tenemos al principal y gigante China. La mano de obra se ha incrementado notablemente y es el generador del 30% a 40% del empleo del vestir en el mundo.

Asia se ha convertido en el mayor centro fabricante-proveedor de productos textiles y de prendas de vestir para el mundo. Pero ahora, la región está a punto de entrar en una nueva fase en la que el propio consumo de los productos textiles y de moda va a ser muy grande.

China se ha ganado el título de “la fábrica del mundo” con la ayuda de su enorme población, sus bajos costes de fabricación y la disponibilidad de una increíble infraestructura para la producción en masa y un transporte de la mercancía eficiente. Centrarse en la exportación masiva se ha traducido en grandes inversiones internas y extranjeras en el sector textil y de la confección, en el que China ha dominado el mercado mundial en las últimas dos décadas.

El comercio total Intra-Asia de textiles y prendas de vestir crecerá de US \$ 180 billones en 2011 a ~ US \$ 350 millones en 2025.

Cuadro N° 01: Importación peruana de prendas de China - 2016



Fuente: Adex

En segundo lugar, está la Unión Europea, básicamente en tejido, y curiosamente, es la Unión Europea el principal importador de tejido y prenda acabada.

Detrás están Estados Unidos e India y, a partir de 2010 Marruecos, Vietnam, Bangladesh, Turquía y Corea incrementaron de forma importante su participación en el mercado mundial textil, tanto en tejidos como en prenda acabada.

Algunos países que están también creciendo rápidamente son: Perú, Brasil e Indonesia.

La fina tradición textil en el Perú data de tiempos preincaicos y se sustenta en la alta calidad de los insumos utilizados, como la fibra de alpaca y el algodón Pima

El sector textil, tercera fuente más importante de ingresos por exportación de manufacturas, ha presentado una reducción promedio anual de 7.6% desde el 2012, informó la Sociedad de Comercio Exterior del Perú (ComexPerú).

Asimismo, si se compara el total de las exportaciones del 2012 con las del año pasado, la caída de estas ha sido de 38.8%; y en el caso del 2015, el sector retrocedió 12.9% respecto al año anterior.

Evaluando el 2016, durante los cinco primeros meses se registraron exportaciones por un valor que ascendió a US\$487.2 millones. Empero, dicha cifra fue menor en 12.5% a la obtenida en similar periodo del año pasado. Es así que el sector ha exportado los montos mensuales más bajos desde febrero del 2006, cuando estos llegaron en promedio a los US\$97.4 millones.

Con respecto a los mercados de destino de los textiles peruanos, Estados Unidos, Brasil, Ecuador, Colombia y Chile, se mantienen como los cinco principales –en ese orden–, representando en el 2015 el 80.3% del total enviado.

Con relación al monto total exportado, este ascendió a US\$883.1 millones, unos 186.9 millones por debajo de lo vendido en el 2014 (US\$1,070 millones).

Con ello, los envíos de productos como t-shirts y camisas de algodón de punto se han visto reducidos en 13.4% en el periodo 2011-2015. Dicha sustitución, además, se habría dado como resultado del cambio de la demanda mundial de textiles hacia fibras sintéticas.

El sector textil y confecciones, como fuente generadora de empleo formal, creó 296,000 puestos de trabajo en el 2016. Sin embargo, en comparación con el 2015, dicha cifra representa un retroceso de 13.1%.

Durante los últimos años, la industria nacional, en sus diferentes sectores, está sufriendo una serie de problemas que han mermado su desarrollo y dinamismo en empresas grandes, medianas y pequeñas. Uno de los sectores más afectados y que requiere inmediata atención por parte del Gobierno entrante es la Cadena del sector Textil-Confección.

La industria nacional tiene cada vez más restricciones para poder producir. Tiene aranceles para importar insumos mientras que los productos finales que vienen de China no pagan arancel. Entonces hay todo un cóctel de medidas que de alguna manera restringen la producción nacional.

Como se puede apreciar, el sector textil está teniendo problemas debido a las facilidades que el estado peruano le da a China y otros países para que introduzca sus productos al mercado nacional, ocasionando que se disminuya el progreso de las empresas nacionales cuyos productos son de buena calidad

pero que su costo de fabricación es muy mayor que los productos que son importados de otros países.

Es por ello que en este contexto, las empresas dedicadas a este rubro se ven en la necesidad de reducir sus costos de fabricación.

Es así pues que la presente investigación se realizara en una empresa perteneciente a este sector, se trata de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L.,

Es una empresa trujillana que lleva más de 14 años dedicada a la confección y distribución de prendas de vestir deportivas y publicitarias de calidad para damas, caballeros y niños; tales como polos, shorts, pantalones, snickers, etc.

La empresa ha estado teniendo problemas dentro del área de producción debido a fallas en los equipos de producción.

Actualmente la empresa cuenta con un total de 50 máquinas: 3 cortadoras, 20 máquinas de coser, 8 remalladoras, 3 planchas, 4 planchadoras de ropa, 8 recubridoras, 2 bordadoras y 2 máquinas pega botones.

En la empresa Danpar E.I.R.L., actualmente no tiene un plan o programa de mantenimiento preventivo para los 50 equipos con los que cuenta.

En el año 2016, se tuvo un tiempo total de reparación (TTR) de 1717 horas y 684 paradas por fallas. El tiempo promedio de reparaciones (MTTR) fue de 3.69 horas y el tiempo medio de funcionamiento (MTBF) fue de 50 horas. Se determinó que la disponibilidad de los equipos fue de 91.4%, lo que ocasionó un Costo lucro cesante (CLC) de S/. 597,168.

Las fallas más comunes son de tipo eléctrico (Motor recalentado, corto circuito, transformadores quemados, bajo voltaje, recalentamientos de cables, arrastre del rotor y de problemas de comando eléctrico.), de tipo hidráulico (falta de lubricante, lo que ocasiona desgaste de las piezas y roturas de hilo), tipo mecánico (rotura de piezas, recalentamiento por falta de aceite), adicional a ello se puede mencionar que no existe un programa de limpieza de los equipos.

Las fallas que se presentan en la maquinaria se originan en su mayoría debido a que no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo y a la antigüedad de los mismos, lo que origina que fallen en el momento menos esperado ocasionando paros no programados que impiden la fabricación de los productos que en ese momento se encuentran en producción.

La empresa no cuenta con un proceso de mantenimiento definido, es por ello que cuando se genera una falla en los equipos de producción no se sabe cómo proceder para solicitar que se arreglen los equipos. Por tal motivo este indicador es de 0%. La falta de un proceso de mantenimiento ocasiona que se tenga tiempos de parada debido que los operarios no saben lo que tiene que hacer para solicitar un mantenimiento para sus equipos.

En la empresa se encuentran algunos manuales e instructivos de los equipos, pero no están en uso ya que no se tiene un adecuado registro de ellos como fichas técnicas, historial de fallas, costos de mantenimiento, etc.

Es por ello durante el año 2016 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico es el 10% del tiempo total de reparaciones TTR el cual es de 171 horas

Asimismo la empresa no tiene herramientas y equipos para que los usuarios puedan realizar un tipo de mantenimiento o limpieza de los mismos. Es por ello que solicitan mantenimiento externo ya que ellos vienen con equipos y herramientas adecuados para realizar la corrección de las fallas. El costo de no tener estos equipos se estima que equivale a S/.12, 500.

En promedio se sabe que durante el año 2016 el monto por mantenimiento externo fue de S/.112,500 y se tuvo un gasto total en repuestos por un monto total de S/.55,000.

Cabe mencionar que debido a la baja disponibilidad de los equipos la empresa redujo sus ventas en S/291,673.

La rentabilidad de la empresa en el año 2016 fue del 28 % obteniéndose una utilidad neta de S/.868, 102. Cabe mencionar que la rentabilidad esperada era de un 30%, es por ello que se estima que se tuvo una pérdida aproximada de S/.145,837.

Con la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción se pretende disminuir el número de horas paradas a causa de mantenimientos correctivos y que le permita mejorar la disponibilidad de la maquinaria, esto a su vez permitirá tener una mayor producción que se traducirá en un incremento la rentabilidad de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el impacto económico de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción en la rentabilidad de la empresa confecciones Danpar E.I.R.L.?

1.3 Hipótesis

La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción incrementa la rentabilidad de la empresa confecciones Danpar E.I.R.L.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar el impacto económico de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción en la rentabilidad de la empresa confecciones Danpar E.I.R.L.

1.4.2. Objetivos específicos

Realizar el diagnóstico de la situación actual de los procesos de mantenimiento de los equipos del área de producción de la empresa confecciones Danpar E.I.R.L.

Desarrollar el plan de mantenimiento preventivo como propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción de la empresa confecciones Danpar E.I.R.L.

Determinar el impacto económico de implementar el plan de mantenimiento preventivo en los equipos del área de producción de la empresa confecciones Danpar E.I.R.L.

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación aplicativa o práctica

El presente estudio se justifica, debido a que actualmente la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L. tiene problemas con la disponibilidad de las maquinas que son los activos que hacen posible la realización de los diferentes productos que ofrecen. La disponibilidad se ve afectada a causa de paros por fallas, para los cuales se tiene que dar mantenimiento correctivo. Con la propuesta la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción se pretende incrementar la disponibilidad de la maquinaria debido a que se realizará el mantenimiento adecuado a la maquinaria. El incremento de la disponibilidad de los equipos se verá reflejado en un aumento de la rentabilidad de la empresa.

1.5.2 Justificación teórica

El presente estudio se justifica, debido a que actualmente en la empresa de confecciones Danpar E.I.RL predomina el mantenimiento reactivo o correctivo; sin embargo se ha comprobado que en el mantenimiento preventivo es una buena alternativa para aumentar la disponibilidad de la maquinaria.

1.5.3 Justificación valorativa

El presente estudio se justifica, ya que la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción permitirá reducir el número de fallas de los equipos del área de producción, y esto a su vez permitirá aumentar la disponibilidad de los equipos y la rentabilidad de la empresa.

1.5.4 Justificación académica

El presente estudio se justifica, ya que al aplicar herramientas de Ingeniería, servirá como guía de consulta para futuras investigaciones que tengan relación con el mantenimiento preventivo de los equipos de una empresa fabricante de ropa.

1.6 Tipo de Investigación

1.6.1 Por la orientación

Aplicada

1.6.2. Por el diseño

Pre experimental.

1.7 Diseño de la investigación

1.7.1 Localización de la investigación

Lugar: Jr. Sinchi Roca - 2pi Nro. 804 Int. a Barr. Chicago

Distrito / Ciudad: Trujillo

Provincia: Trujillo

1.7.2 Alcance

Se enmarca en el ámbito de las ciencias de Ingeniería Industrial en el área de Mantenimiento, específicamente en el mantenimiento preventivo.

1.7.3 Duración del proyecto

Cuadro N° 02: Duración del proyecto

Fecha de inicio	25 de Mayo de 2017
Fecha de término	30 de Setiembre de 2017

Fuente: Elaboración propia

1.8 Variables

Variable independiente: Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento

Variable dependiente: Rentabilidad de la empresa confecciones Danpar E.I.R.L.

1.9 Operacionalización de variables

Cuadro N° 03: Operacionalización de las variables

Operacionalización de Variables			
TÍTULO: "PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA DE CONFECCIONES DANPAR E.I.R.L."			
Variables	Definición Conceptual	Indicador	Fórmula
INDEPENDIENTE: - Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento	El plan de mantenimiento es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.	Mantenibilidad (MTTR)	Tiempo total de reparaciones / N° de fallas
		Confiabilidad (MTBF)	Tiempo total de funcionamiento / N° de fallas
		Disponibilidad	$MTBF/(MTBF+MTTR)$
		Índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo	$(\# \text{ de OT planificadas ejecutadas } / \# \text{ de OT según programa prev. }) * 100\%$
		Indicador de costos de mantenimientos preventivos por mantenimientos totales.	$\text{Costo preventivo} / \text{Costo total de mantenimiento}(\text{prev} + \text{correctivo})$
		% de capacitación en temas de Mantenimiento	$\text{Horas de capacitación de Mantto} \times 100 / \text{Horas de capacitación totales}$
DEPENDIENTE: - Rentabilidad de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L.	Relación existente entre los beneficios que proporciona una determinada operación o cosa y la inversión o el esfuerzo que se ha hecho; cuando se trata del rendimiento financiero; se suele expresar en porcentajes.	Rentabilidad sobre las ventas	$(\text{Utilidad neta} / \text{Ventas netas}) \times 100\%$

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2

MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la Investigación

A. Nacionales

1. Macedo R. (2014), “Mejora del sistema de gestión de mantenimiento preventivo sistemático para incrementar la confiabilidad en planta de producción de alimentos de minera Yanacocha”, Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte, Trujillo-Perú.

En el desarrollo de la tesis tiene como objetivo la mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo Sistemático para incrementar la confiabilidad de los equipos en planta de producción de alimentos de Minera Yanacocha, donde la empresa MICSAC tiene a cargo la Gestión del Mantenimiento Preventivo Sistemático de los equipos.

El estudio se realizó dentro de las instalaciones de MYSRL. Para ello se constató en operación el proceso donde cumplen cada función y aplicación del equipamiento, identificando características de funcionabilidad y criticidades de los mismos, recopilando información para luego procesar y evaluar oportunidades de mejoras con las buenas prácticas de la Gestión de mantenimiento, tal es así el interés de aplicar la propuesta de mejora que beneficie la calidad del servicio, satisfacción del cliente, e imagen empresarial. Para la implementación del proyecto se ha visto conveniente hacer el análisis de indicadores Económicos por lo que el resultado fue viable, el resultado registró un “VAN” de 1, 305,934.21 dólares con una “TIR” de 505%, que es 498.45% mayor que la mejora alternativa de inversión de fondos mutuos (6.55%) del mercado actual. Y también un índice de rentabilidad de 20.85 mayor que 1 por cada dólar invertido generaría un ingreso de 19.85 dólares.

2. Ricaldi, Melissa (2016), “Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento”, Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima-Perú.

El objetivo de la tesis fue minimizar las demoras de los tiempos de transporte de caña de azúcar mediante el desarrollo de una propuesta de Gestión de Mantenimiento que mejore la disponibilidad de los camiones, lo que a su vez, permita realizar mayor número de viajes y, por ende, mejore tanto los ingresos de la empresa de transportes.

Las propuestas de mejora en el planeamiento del área de mantenimiento se centraron en la creación de un banco de datos, un plan de compras, programas de capacitaciones, tanto para los conductores como para el personal de mantenimiento. Por último, las propuestas para la ejecución de las tareas de mantenimiento consistieron en desarrollar distintos tipos de mantenimiento.

Los ahorros que se obtuvo al mejorar el desempeño del área de mantenimiento, se observaron en la menor cantidad de horas de parada de los camiones. Llegando a generar ahorros de hasta el 10% en un año, entonces si las pérdidas en soles por paradas de camiones ascienden a S/. 425,348.81, el monto que se logró ahorrar es de S/. 42,534.88 en un año.

B. Internacionales

3. Valera S. (2013), "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo", Tesis de grado, Ingeniería de mantenimiento Industrial, Universidad Tecnológica de Querétaro, Querétaro.

La empresa contaba con demasiados paros innecesarios de equipos y maquinaria diariamente por falta de mantenimiento preventivo a los mismos, lo cual generó un retraso en tiempos de entrega e incrementa los costos de producción. Con la idea de reducir los tiempos de entrega, costos de producción, confiabilidad y eficiencia de los equipos y maquinaria se propone implementar un programa de mantenimiento preventivo el cual se puso en marcha, llevando una capacitación y monitoreo del personal.

Obteniendo los resultados esperados logrando la implementación de un programa de mantenimiento preventivo reduciendo en un 35% la

reincidencia de los equipos al departamento de mantenimiento, además de una disminución del 21% en el consumo de gas (argón) realizando chequeos y formatos para su ayuda.

4. Álvarez G. (2004), "Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica Industrias AVM S.A.", Tesis de grado, Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad Industrial de Stander, Bucaramanga.

Esta tesis se desarrolló inicialmente realizando un diagnóstico de la función de mantenimiento en las máquinas y equipos críticos que intervienen en el proceso de producción de la empresa metalmecánica, luego de ello se determinó que la solución para estos problemas era la implementación de un programa de mantenimiento preventivo con el objetivo de garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos. Durante la implementación se realizó el inventario y codificación de los equipos, seguidamente se determinó el índice de criticidad de cada uno de los equipos, en base a los equipos críticos se realizó el programa de mantenimiento y por último se establecieron indicadores de mantenimiento que ayuden a la gestión de esta área.

Esta tesis, servirá de aporte debido a que muestra paso a paso como realizar un programa de mantenimiento preventivo.

5. Peralta A. (2010), "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los laboratorios de metalmecánica del SECAP y propuesta de distribución de maquinaria, Tesis de grado, Carrera de Ingeniería Mecánica, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.

En esta tesis se realizó un mantenimiento preventivo para los equipos de los laboratorios de la metalmecánica con la finalidad de disminuir las fallas correctivas que se daban en esta área, ya que en los laboratorios se encuentra la maquinaria que es responsable de la mayoría de trabajos que ellos realizan.

Además se realizó una redistribución de los equipos como una mejora logística para facilitar el movimiento del personal y las piezas que ellos

fabrican.

2.2 Base Teórica

A. Definición de Mantenimiento. (Suárez, 2001).

Conjunto de actividades que permiten mantener un equipo o sistema en condición operativa, de tal forma que cumplan las funciones para las cuales fueron diseñados y designados o restablecer dicha condición cuando esta se pierde

B. Tipos de Mantenimiento (Botero, 1991).

Existen diversas formas de realizar el mantenimiento a un equipo de producción, cada una de las cuales tiene sus propias características como lo describiremos a continuación.

- **Mantenimiento Correctivo**

Como su nombre lo indica, es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento.

En otras palabras, es el equipo quien determina las paradas. Su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible. Este mantenimiento es generalmente el único que se realiza en pequeñas empresas. Las etapas por seguir cuando se presente un problema de mantenimiento correctivo, pueden ser las siguientes:

1. Identificar el problema y sus causas.
2. Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.
3. Evaluar las ventajas de cada alternativa y escoger la óptima.
4. Planear la reparación de acuerdo con personal y equipos disponibles.
5. Supervisar las actividades por desarrollar.
6. Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personal y respuesta de la labor realizada, así como las diferentes

observaciones al respecto.

- **Mantenimiento Periódico**

Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, es aquel que se realiza después de un período de tiempo generalmente largo (entre seis y doce meses). Este mantenimiento se practica por lo regular en plantas de procesos tales como petroquímicas, azucareras, papeleras, de cemento, etc. y consiste en realizar grandes paradas en las que se efectúan reparaciones mayores.

- **Mantenimiento Programado**

Este es otro sistema de mantenimiento que se práctica hoy en día y se basa en la suposición de que las piezas se desgastan siempre en la misma forma y en el mismo período de tiempo, así se esté trabajando bajo condiciones diferentes.

- **Mantenimiento Predictivo**

Este tipo de mantenimiento consiste en hacer mediciones o ensayos no destructivos mediante equipos sofisticados a partes de maquinaria que sean muy costosas o a las cuales no se les pueda permitir fallar en forma imprevista, pues arriesgan la integridad de los operarios o causan daños de cuantía. La mayoría de las inspecciones se realiza con el equipo en marcha y sin causar paros en la producción.

- **Mantenimiento Preventivo**

Para evitar que se confunda este mantenimiento con una combinación del periódico y el programado, se debe hacer énfasis en que la esencia de éste son las revisiones e inspecciones programadas que pueden o no tener como consecuencia una tarea correctiva o de cambio.

Este sistema se basa en el hecho de que las partes de un equipo se gastan en forma desigual y es necesario prestarles servicio en forma racional, para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo es aquel que se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipos.

Este programa se fundamenta en el estudio de necesidades de servicio de un equipo, teniendo en cuenta cuáles de las actividades se harán con el equipo detenido y cuáles cuando está en marcha. Además, se estima el tiempo que se toma cada operación y la periodicidad con que se efectúa, con el fin de poder determinar así las horas-hombre que requiere una tarea de mantenimiento, al igual que las personas que se van a emplear en determinados momentos del año.

El éxito de un programa de mantenimiento preventivo, estriba en el análisis detallado del programa de todas y cada una de las máquinas y en el cumplimiento estricto de las actividades, para cuyo efecto se debe realizar un buen control.

Dependiendo del tipo de empresa, del desarrollo alcanzado por ella, así como de las políticas establecidas, se pueden conjugar para efectos de un mejor mantenimiento, varias de las alternativas antes mencionadas, realizándose de esta manera un Mantenimiento Mixto.(Botero, 1991).

El mantenimiento preventivo puede definirse como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo.

En general en los PMP se deben incorporar todos los registros documentados de las actividades de rutina, de las calibraciones e

inspecciones, así como de las acciones de mantenimiento correctivo realizadas debido a fallas o a eventos no programados.

Los PMP deben incluir elementos tales como:

1. Inventarios de equipo por organización o estación.
2. Listas de partes y refacciones por equipo, incluyendo datos de los proveedores.
3. Frecuencia de inspección / mantenimiento por equipo.
4. Programas de calibración.
5. Programas de sustitución de equipos.
6. Lugares y responsables de reparación de equipos.
7. Contratos de servicios.
8. Registros mensuales de las actividades de prueba, inspección y mantenimiento
9. Formatos de verificación y recepción de consumibles, refacciones y equipos.

Tareas del Mantenimiento Preventivo

La tarea de mantenimiento preventivo (Preventive Task, PRT) es una tarea que se realiza para reducir la probabilidad de fallo del elemento o sistema, o para maximizar el beneficio operativo. Una tarea de mantenimiento preventivo típica consta de las siguientes actividades de mantenimiento:

1. Desmontaje.
2. Recuperación o sustitución.
3. Montaje.
4. Pruebas.
5. Verificación.

Las tareas de mantenimiento preventivo más comunes son sustituciones, renovaciones, revisiones generales, etc. Es necesario

recalcar que estas tareas se realizan, a intervalos fijos, como por ejemplo, cada 3.000 horas de operación, cada 10.000 millas, o cada 500 aterrizajes, al margen de la condición real de los elementos o sistemas.(Knezevic, 1996)

C. Beneficios del mantenimiento preventivo. (Sima ,(s.f.))

Los beneficios del mantenimiento preventivo, los más relevantes son los siguientes:

1. Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones).

Obviamente, si tiene muchas fallas que atender menos tiempo puede dedicarle al mantenimiento programado y estará utilizando un mantenimiento reactivo mucho más caro por ser un mantenimiento de "apaga fuegos"

2. Incrementa la vida de los equipos e instalaciones.

Si tiene buen cuidado con los equipos puede ayudar a incrementar su vida. Sin embargo, requiere de involucrar a todos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa.

3. Mejora la utilización de los recursos.

Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente. El mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones, esto tiene una relación directa con:

El programa de mantenimiento preventivo que se hace. Lo que se puede hacer, y como debe hacerse.

4. Reduce los niveles del inventario.

Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén.

5. Ahorro

Un peso ahorrado en mantenimiento son muchos pesos de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo.

D. Pasos para un efectivo mantenimiento preventivo.

Pasos necesarios para establecer un programa efectivo de mantenimiento preventivo.

Probablemente su modelo tenga algunas diferencias no significativas, dependiendo de cómo este estructurada su organización, de sus políticas y otros factores pero todas las opciones se pueden manejar en un momento determinado. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Determine las metas y objetivos.

El primer paso para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo es determinar exactamente, qué es lo que se quiere obtener del programa. Usualmente el mejor inicio es trabajar sobre una base limitada y expandirse después de obtener algunos resultados positivos.

Si tiene alguna dificultad con sus metas puede tomar algunos "tips" de la lista de beneficios del programa de mantenimiento mencionado con anterioridad, mostramos ahora algunos ejemplos muy simples:

Incrementar la disponibilidad de los equipos en un 60%.

Reducir las fallas en un 70%.

Mejorar la utilización de la M. O. en un 30%.

Incrementar el radio del mantenimiento programado respecto al mantenimiento reactivo en una proporción 2 a 1.

2. Establecer los requerimientos para el mantenimiento preventivo.

Decida qué tan extenso pueda ser su programa de mantenimiento preventivo. Qué debe de incluir y dónde debe de iniciar.

a) Maquinaria y Equipo a incluir.

La mejor forma de iniciar esta actividad es determinar cuál es la maquinaria y equipo más crítico en la planta; Algunas veces esto es muy fácil y otras veces no, esto depende de lo que manufacture su compañía; piense en su lista y acuda a sus clientes (producción, cabezas de departamento, etc.) y pregúnteles; después de todo, ellos son las personas a quienes debe atender.

Haga de su programa de mantenimiento preventivo un "sistema activo"; donde participen todos los departamentos.

b) Áreas de operación a incluir.

Puede ser mejor, seleccionar un departamento o sección de la planta para facilitar el inicio; ésta aproximación permite que concentre sus esfuerzos y más fácilmente realice mediciones del progreso. Es mucho mejor el expandir el programa una vez que probó que se obtienen resultados.

c) Decida si se van a incluir disciplinas adicionales al programa de mantenimiento preventivo.

Debe determinar si implementará rutas de lubricación, realizar inspecciones y hacer ajustes y/o calibraciones, o cambiar partes en base a frecuencia y o uso. (Mantenimiento preventivo tradicional.)

Inspecciones periódicas de monitoreo, y análisis de aceite (el cual es parte de un mantenimiento predictivo).

Lecturas de temperatura / presión / volumen (que es; la condición de monitoreo y forma parte de mantenimiento predictivo por operadores.)

O cualquier otro subsistema.

La maquinaria y equipo que seleccionó para incluir en el programa, determinará si necesita disciplinas adicionales de mantenimiento preventivo, cada subsistema provee beneficios, pero también influirá en sus recursos disponibles. Tenga esto siempre presente e inclúyalo en su propuesta original.

d) Declare la posición del mantenimiento preventivo.

Es importante que cualquier persona en la organización entienda exactamente qué consideró como el mayor propósito del programa de mantenimiento preventivo. No tiene que ser tan breve, es decir sin sentido, pero tampoco deberá ser tan extenso que cree confusión.

No desarrollar un enunciado claro y conciso, puede hacer su programa muy difícil, esto sucede frecuentemente.

e) Medición del mantenimiento preventivo.

Muchos de los componentes del plan de mantenimiento preventivo han sido ya discutidos aquí, solo queda ponerlos todos bajo una cubierta y desarrollar una línea de tiempo para su implementación, así como para desarrollar los requerimientos de los reportes y la frecuencia, para la medición del progreso.

Ponga particular atención en la medición del progreso, ya que es en donde muchos programas de mantenimiento preventivo fallan.

Si no mide el progreso no tendrá ninguna defensa, y como lo sabe, lo primero que se reduce cuando existen problemas de este tipo, es precisamente en el presupuesto del programa de mantenimiento preventivo.

También cuando requiere expandir el programa y no puede probar que está trabajando para obtener los resultados que predijo, no encontrará fondos u otros recursos necesarios.

Por último y de mucha importancia, si no mide los resultados no podrá afinar su programa; en concreto, si no hace de su sistema un sistema activo, esto puede lentamente destruir su programa. Así es como fueron concebidos otros programas pobres.

f) Desarrolle un plan de entrenamiento.

No necesitamos mencionar demasiado sino solo la invariabilidad del requerimiento de un entrenamiento completo y consistente, determine

estos requerimientos y desarrolle un plan comprensible para acoplarlo a la línea de tiempo establecida que desarrolló.

g) Reúna y organice los datos.

Esta puede ser una actividad bastante pesada, independientemente de si tiene implementado o no, un sistema completo. Recuerde que estamos hablando del programa de mantenimiento preventivo.

Son diversos los elementos requeridos para ordenar e implementar un programa de mantenimiento preventivo.

3. Para establecer su programa de mantenimiento preventivo siga los siguientes pasos:

Los equipos que incluya en el programa de mantenimiento preventivo deben de estar en el listado de equipos.

Se requiere de una tabla de criterios (frecuencias de mantenimiento preventivo). Esta tabla le indicara al sistema con qué frecuencia debe de generar las órdenes de trabajo, o su gráfico de MP, así como el establecimiento de otros parámetros para su programa.

Requiere planear sus operarios y contratistas para sus órdenes de trabajo de MP, su programa necesitará de códigos de oficios y actividades. Adicionalmente necesitará ingresar estos datos a la base de datos electrónica o enlazarlos de alguna manera con su programa de MP.

La planeación y el uso de materiales y refacciones en los registros del MP por máquina, requiere para ello ingresar con anticipación los artículos de inventario y enlazarlos a su programa de MP.

Debe tener procedimientos detallados o listados de rutinas, listos en el sistema o en algún procesador que facilite su control de allí que tenga que planear su codificación, también es buena idea mantenerlos en “file” por máquina o equipo. Busque siempre soluciones simples.

Tabla de frecuencias de mantenimiento preventivo. Una vez que ha seleccionado la maquinaria y equipo que será incluido en su programa de MP, necesitará determinar qué frecuencia va a utilizar en cada orden de trabajo que se ha de emitir.

Una máquina puede llegar a tener programados varios MP, los que van desde simple inspección, ruta de lubricación, análisis de aceite, reposición de partes, diagnósticos de predictivo, etc.

Por lo que sugerimos utilice criterios como, múltiplos de 28 días, horas de operación, piezas producidas, o bien emitir OT de inspección previa a la ejecución del MP.

Si requiere de toma de lecturas, inspección diaria o rutas de lubricación necesitara de un programa de tareas que soporte este tipo de MP.

Como puede observar esto puede incrementar su carga de trabajo, utilizar entonces un sistema basado en la confiabilidad de máquina, sub-ensamble o componente, así como historiales de intervenciones.

Calendario. Determinar un número de días entre las inspecciones o ejecución de los MP. Usualmente la mayoría de su equipo caerá dentro de esta categoría. Este el tipo de mantenimiento preventivo es más fácil para establecer y controlar.

Uso: El número de horas, litros, kilogramos, piezas u otra unidad de medición en las inspecciones, requiere que alguna rutina sea establecida para obtener la lectura y medición de los parámetros.

Calendario / Uso. Una combinación de los dos anteriores. Entre 30 días o 100 horas lo que ocurra primero. Solamente se requiere una rutina de medición y lectura de los datos.

4. Procedimientos del mantenimiento preventivo. (Listados de rutinas.)

El programa de mantenimiento preventivo deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección o ciclo.

Existen varias formas para realizar estos procedimientos en las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.

Los procedimientos permiten insertar detalles de liberación de máquina o equipo, trabajo por hacer, diagramas a utilizar, planos de la máquina, ruta de lubricación, ajustes, calibración, arranque y prueba, reporte de condiciones, carta de condiciones, manual del fabricante, recomendaciones del fabricante, observaciones, etc.

Relacionar los procedimientos a la orden de trabajo y los reportes maestros individuales de mantenimiento preventivo. De ser posible utilizar o diseñar procedimientos para la orden de trabajo correctivo, o rutinario. En algunos casos se colocan los procedimientos en un lugar específico en la máquina.

Utilizar un procesador de palabras externos para esta función, y programas para planos, dibujos y fotografías.

5. Plan de implementación.

Hasta este punto solo hemos mencionado toda la información de un programa dedicado al mantenimiento preventivo manual o computarizado.

Cualquier buen sistema de mantenimiento preventivo necesita de esta información y casi cualquier sistema podría hacer buen uso de este frente final de trabajo. Una vez reunido y organizado el trabajo es simple el resto.

Esto por supuesto no es una rutina pequeña pero es donde realmente la fase de implementación comienza.

No debe usted omitir la necesidad de la utilización del factor humano, usted sabe mejor que nadie de las capacidades de su personal en relación al mantenimiento, inspecciones y rutinas, por lo que seguramente necesitara diseñar programas de capacitación tanto para operadores y técnicos.

Una vez que la información está reunida, necesitará revisar la prioridad para comenzar la operación. Deben existir varios reportes que le permiten este tipo de revisión pero el primero a revisar es el programa maestro de mantenimiento preventivo.

Un reporte así, prevé un buen panorama de todos los equipos con registro de mantenimiento preventivo y permite una selección completa y capacidad de ordenamiento para la impresión o elaboración de las órdenes de trabajo, de acuerdo los requerimientos.

Puede también utilizar una gráfica de carga de trabajo. La idea principal es observar las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo con una prioridad definida, y aquellos M.P's que no se han generado todavía, con un abanderamiento, como la fecha de su generación para su fácil detección.

Con estos dos reportes, el programa maestro de MP y la gráfica de carga de trabajo le serán útiles una vez que haya generado las órdenes de trabajo del mantenimiento preventivo y necesite ajustar la carga de trabajo, proporcionándole también la predicción del MP antes de que se genere y hacer los ajustes necesarios, inclusive a las necesidades de producción de la disponibilidad de maquinaria y equipos.

Para ajustar la carga de trabajo del mantenimiento preventivo antes de la generación, necesitará usar una opción de cambios en su programa de mantenimiento preventivo y asignar los datos a los registros maestros con el fin de generarlos sobre los datos que desea.

Una vez que todos los ajustes se hayan hecho, estará listo para generar su primer listado de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo; en un sistema computarizado, esto es básicamente un proceso automático. Todo lo que necesita es dar la instrucción de generación, una vez generado, cualquier ajuste fino puede ser realizado, a través de la característica de programación de órdenes de trabajo.

Cuando se tiene todo como se requiere, estará listo para generar los programas y despachar las órdenes de trabajo.

6. Medición de resultados y establecimiento de nuevas metas.

Es éste un punto muy importante y el más comúnmente pasado por alto en el plan de mantenimiento preventivo.

Muchos programas de mantenimiento preventivo bien planeados fallarán debido a que este paso es dejado fuera del plan. Si usa un sistema computarizado, no hay ninguna razón para pasar por alto esta función. Una base de datos electrónica proporciona muchos reportes que pueden ser usados para medir el funcionamiento. El truco real es poner los puntos de referencia para obtener los parámetros a medir. Algunos ejemplos:

¿Cuántas órdenes de trabajo de emergencia o urgentes emitieron durante el mes?

¿Cuál es el gasto mensual en mano de obra y materiales por reparaciones en mantenimiento?

¿Cuántos equipos tiene con problemas crónicos?

¿Cuál es su nivel corriente de actividad de mantenimiento preventivo en relación con la actividad total de órdenes de trabajo dentro de mantenimiento?

¿Cuál es el valor corriente de su inventario y cuál ha sido el promedio en los últimos seis meses?

Existen muchos reportes más, sin embargo estos pueden darle algunas ideas. Todas estas preguntas pueden ser contestadas con los reportes estándar. Realizar mediciones una vez al mes es más que recomendable.

7. Revisión del plan.

Recuerde, haga de su programa de mantenimiento preventivo un programa activo, revisando su plan constantemente, cada vez que obtenga los reportes del progreso debe revisar y ajustar su plan.

Por ejemplo: Si un equipo en particular se muestra en la lista cada vez que consulta el reporte resumen de costos por equipo, revise el programa de mantenimiento preventivo para ese equipo y si es posible, haga ajustes en el MP que reduzcan la cantidad de reparaciones de mantenimiento (Correctivo) que tiene que realizar a este equipo. Para ello debe poner particular atención en este equipo, puede ser que su programa o el trabajo técnico no estén siendo efectivos.

Si su programa no parece avanzar, a través de las metas que propuso, entonces ajuste sus metas, conduciendo una revisión detallada de todos los programas y realice los ajustes necesarios para llevar su programa por un buen camino.

Si sólo adiciona un poco de las recomendaciones -no espere poder ejecutar su plan de mantenimiento preventivo en forma correcta-, por otra parte, no podrá prever todos los imponderables; digamos que cada vez que cambie el programa de producción su plan de mantenimiento preventivo necesitará algunos ajustes.

Como un ejemplo: El programa de MP cuando la maquinaria y equipos están bajo una producción máxima es totalmente diferente al programa que se ejecuta cuando la producción es baja.

E. Tipos de servicios prestados en el mantenimiento preventivo. (Ecured (s.f.))

Los tipos de servicios prestados son los siguientes:

1. Servicio diario del equipo

Su objetivo comprobar del estado del equipo, de los mecanismos de dirección, de los elementos de lubricación, así como comprobar cumplimiento de las normas de trabajo.

Trabajos periódicos: No son más que trabajo que se realizan cada determinado tiempo y son desarrollado por los ajustadores. Entre estos tenemos:

Limpeza de los equipos que trabajan en condiciones poco y higiénicas: (motores eléctricos, bombas, transportadores, etc.)

Cambio del aceite del sistema de lubricación del equipo. Este trabajo se realiza según un plan confeccionado con anterioridad.

Comprobación de la precisión de las holguras y otros factores que se realiza siempre después de las reparaciones.

2. Revisión

Se realiza entre una reparación y otra según el plan correspondiente al equipo. Su propósito es comprobar el estado de éste y determinar los preparativos que hay que hacer para la próxima reparación. Los trabajos que se pueden realizar durante una reparación son:

Comprobación de los mecanismos.

Comprobación del funcionamiento del sistema de lubricación.

Comprobación del calentamiento no excesivo de las partes giratorias del equipo.

Comprobación de las holguras entre las uniones móviles y regulación de los mecanismos.

En algunos casos la reparación se realiza con la separación parcial y limpieza de algunos mecanismos.

3. Reparación pequeña

Debido el mínimo volumen de trabajo que durante ella se realiza, es un tipo de reparación preventiva, es decir una reparación para poder predecir posibles defectos del equipo.

Mediante la misma, a partir de la sustitución o reparación de una pequeña cantidad de piezas y con la regulación de los mecanismos se garantiza la

explotación normal del equipo hasta la siguiente reparación. Durante la misma se cambian o reparan aquellas piezas cuyo plazo de servicio es igual o menor al periodo de tiempo entre una reparación y la próxima.

Durante la reparación pequeña al equipo no funciona y se realizan los siguientes trabajos:

Desmontaje parcial del equipo: desmontaje de dos o tres mecanismos.

Limpieza del equipo: limpieza de los mecanismos desmontados.

Desmontaje parcial: rectificación de las superficies de trabajo, escrepado de los cojinetes si éstos son de deslizamiento, ajuste y regulación de los mismos.

Comprobación de la holgura entre árboles y cojinetes: sustitución de los continentes desgastados, regulación de los mismos.

Sustitución de las ruedas detectadas con dientes rotos o reparación de las mismas si es posible.

Sustitución de los elementos de fijación rotos o desgastados (chavetas, tornillos, tuercas, etc.).

Sustitución de las tuercas desgastadas de los tornillos principales y reparación de la rosca de los mismos.

Comprobación de los mecanismos de control corrección de los defectos localizados.

Comprobación reparación de los sistemas de lubricación.

Comprobación de ruido, vibraciones y calentamiento.

4. Reparación mediana

Durante ella el equipo se desmonta parcialmente y mediante la reparación o sustitución de piezas en mal estado se garantiza la precisión necesaria y potencia y del equipo hasta la próxima reparación planificada.

Durante la misma se sustituyen o reparan aquellas piezas cuyo plazo de servicio es igual o menor que el periodo de tiempo que media entre esta reparación y la próxima, o cuyo plazo de servicio es igual o menor que el periodo de tiempo que media entre dos reparaciones medianas.

Durante la reparación mediana al equipo no funciona y se realizan los siguientes trabajos:

- Los previstos para una reparación pequeña.

- Desmontaje de los mecanismos.

- Comprobar las holguras y alineamiento.

5. Reparación general

Es la reparación planificada de máximo volumen de trabajo, durante la cual se realiza el desmontaje total del equipo, la sustitución o reparación de todas las piezas y todos los mecanismos desgastados, así como de la reparación de las piezas básicas del equipo.

Mediante la reparación general se garantiza la fiabilidad, potencia y productividad del equipo. Durante la misma el equipo no trabaja y se realizan los siguientes trabajos:

- Los previstos para la reparación mediana.

- Desmontaje total del equipo.

- Reparación del sistema de lubricación y sistema hidráulico.

- Rectificación o escrepado de todas las superficies.

- Comprobación corrección de los defectos del equipo.

- Comprobación de holguras y alineamiento.

6. Reparación imprevista

Este tipo de reparación como indica su nombre se efectúa cuando ocurre una avería.

La reparación que necesaria efectuar luego una avería depende de la magnitud de la misma y puede tener la extensión de una reparación pequeña, mediana o general y en casos especiales puede ser necesaria la reposición del equipo.

Causas posible para el surgimiento de averías:

Mala lubricación.

Sobrecarga del equipo.

Defecto de operación y tecnológicos.

Ciclo de reparación inadecuado.

Mala calidad de la reparación anterior.

Caída o exceso de voltaje.

Fallos en la red o sistema provocados por agentes químicos externos.

Las averías deben ser investigadas a los efectos de determinar las causas por las cuales fueron provocadas y tomar medidas encaminadas a evitar su repetición en el futuro.

F. Confiabilidad Operacional. (Espinosa, (s.f.))

La confiabilidad de un sistema o un equipo, es la probabilidad que dicha entidad pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función. El fin último el Análisis de confiabilidad de los activos físicos es cambiar las actividades reactiva y correctivas, no programadas y altamente costosas, por acciones preventivas planeadas que dependan de análisis objetivos, situación actual e historial de equipos y permitan un adecuado control de costos.

La Confiabilidad Operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la

producción industrial. La Confiabilidad Operacional lleva implícita la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional.

Es importante, puntualizar que en un sistema de Confiabilidad Operacional es necesario el análisis de sus cuatro parámetros operativos: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad y confianza de los equipos; sobre los cuales se debe actuar si se quiere un mejoramiento continuo y de largo plazo. Estos cuatro elementos se muestran en la Figura N° 01.

La confiabilidad en mantenimiento se estudia como la probabilidad que un equipo sobreviva sin fallas un determinado período de tiempo bajo determinadas condiciones de operación.

Sin embargo esta definición no demuestra en realidad todos los alcances que conlleva. La confiabilidad es más que una probabilidad; es una nueva forma de ver el mundo, en realidad es una cultura que debe implementarse a todos los niveles de la industria desde la alta dirección hasta el empleado de más bajo nivel. La confiabilidad como cultura busca que todas las actividades de producción y en general todas las tareas se efectúen bien desde la primera vez y por siempre; no se acepta que se hagan las cosas precariamente o a medias.

Figura N° 01: Factores de la confiabilidad operacional



Fuente: Espinosa, (s.f.)

Esto implica un cambio en la mentalidad de todo el personal de la planta, nuevas formas de pensar y actuar, nuevos paradigmas; por esto es de radical importancia que la dirección de la empresa tome conciencia de la nueva situación y de su dificultad de conseguirla. Inculcar un cambio en la forma de pensar no es sencillo, cuesta gran cantidad de trabajo y tiempo; la dirección debe enfocar sus esfuerzos en la formación de sus empleados mediante políticas que permitan la participación del personal en planes de mejoramiento continuo de procesos, círculos de participación y demás elementos que persigan alcanzar los objetivos propuestos.

G. Determinación de la frecuencia con la que debe llevarse a cabo cada tarea de mantenimiento. (Renovatec, (s.f.))

Existen tres formas de determinar la frecuencia: utilizando métodos estadísticos, utilizando modelos matemáticos o basándose en la experiencia de los técnicos que deben elaborar el plan de mantenimiento. La primera es compleja, y no siempre (más bien rara vez) se dispone de datos suficientes como para realizar un estudio estadístico adecuado. En

estos casos se utiliza la distribución de Weibull para fijar el momento más adecuado para llevar a cabo una tarea de mantenimiento.

Es posible además utilizar modelos matemáticos capaces de predecir la duración de una pieza, y por tanto, la necesidad de sustituirla antes de que se produzca un posible fallo. Son modelos complejos, y de nuevo, un departamento de mantenimiento no siempre dispone de tales modelos, ni es capaz de desarrollarlos. El fabricante de la pieza puede disponer de tales modelos o de herramientas suficientes para determinar la vida de cada componente, aunque desde luego no son técnicas sencillas de aplicar ni ofrecen resultados irrefutables.

Por último, la frecuencia se puede fijar en base a la experiencia de los técnicos encargados de elaborar el plan de mantenimiento. Con diferencia esta es la forma más habitual de realizarlo, sencillamente porque las dos anteriores resultan de una complejidad excesiva para un departamento de mantenimiento habitual. Se requiere por tanto cierta experiencia a la hora de redactar un plan, o en su defecto, aprovechar la experiencia de otros.

Existen dos formas de indicar la frecuencia con la que debe realizarse una tarea de mantenimiento:

Siguiendo periodicidades fijas, es decir, indicando el espacio de tiempo que debe transcurrir entre intervenciones

Determinándola a partir de las horas de funcionamiento

Cualquiera de las dos formas es perfectamente válida; incluso es posible que para unas tareas sea conveniente que se realice siguiendo periodicidades preestablecidas y que otras tareas, incluso referidas al mismo equipo, sean referidas a horas efectivas de funcionamiento. Ambas formas de determinación de la periodicidad con la que hay que realizar cada una de las tareas que componen un plan tienen ventajas e inconvenientes.

Así, realizar tareas de mantenimiento siguiendo periodicidades fijas puede suponer hacer mantenimiento a equipos que no han funcionado, y que por

tanto, no se han desgastado en un periodo determinado. Y por el contrario, basar el mantenimiento en horas de funcionamiento tiene el inconveniente de que la programación de las actividades se hace mucho más complicada, al no estar fijado de antemano exactamente cuándo tendrán que llevarse a cabo. Un programa de mantenimiento que contenga tareas con periodicidades temporales fijas junto con otras basadas en horas de funcionamiento no es fácil de gestionar y siempre es necesario buscar soluciones de compromiso.

No es fácil fijar unos criterios para establecer la frecuencia con la que realizar las diferentes tareas de mantenimiento que componen el plan de mantenimiento de una instalación. Teóricamente, una tarea de mantenimiento debe realizarse para evitar una fallo, con lo cual habría que determinar estadísticamente el tiempo que transcurre de media hasta el momento del fallo si no se actúa de ninguna forma en el equipo. El problema es que normalmente no se dispone de datos estadísticos para hacer este estudio, ya que en muchos casos significaría llevar los equipos a rotura para analizar cuanto aguantan; en otros, realizar complejas simulaciones del comportamiento de materiales, que no siempre están al alcance del departamento de mantenimiento de una instalación. Así que es necesario buscar criterios globales con los que fijar estas periodicidades, buscando primar el coste, la fiabilidad y la disponibilidad en esta decisión, y no tanto el agotamiento de la vida útil de las piezas o los conjuntos.

La frecuencia diaria, que a veces se aumenta y se realiza por turno e incluso por hora, se reserva a las actividades de mantenimiento realizadas por el personal de operación, que son casi exclusivamente de dos tipos: inspecciones sensoriales y tomas de datos.

La frecuencia mensual se reserva exclusivamente para aquellas tareas mecánicas o eléctricas que no pueden realizarse con periodicidades mayores. En muchas ocasiones están relacionadas con elementos que sufren ensuciamiento o desajustes, aunque en algún caso se refieren al reemplazo de algún elemento.

La frecuencia trimestral es la más utilizada cuando se trata de establecer la periodicidad con la que realizar tareas de mantenimiento predictivo. También se emplea para determinados trabajos eléctricos elementales.

Hay que tener en cuenta que en una instalación industrial la mayor parte de tareas rutinarias que se realizan a lo largo del año son de tipo condicional: se basan en inspecciones, verificaciones o pruebas, y solo se actúa si se detecta algún problema. Solo en el caso de las paradas anuales y las paradas mayores se realizan tareas sistemáticas que implican desmontajes o sustitución de piezas.

La frecuencia anual es la más utilizada para trabajos mecánicos, eléctricos y de instrumentación. Nótese que la frecuencia anual se ha dividido en dos:

Anual distribuida, que se reserva para aquellas tareas de frecuencia anual que pueden realizarse en cualquier momento del año.

Anual en parada, que se reserva para aquellas tareas de frecuencia anual que debe ser realizadas exclusivamente coincidiendo con la parada anual que muchas instalaciones organizan, y que supone la base del mantenimiento en muchos casos.

Esta distinción facilita que las tareas anuales a realizar en parada puedan ser más fácilmente externalizables, mientras que las tareas anuales distribuidas pueden ser realizadas perfectamente por el personal habitual.

La periodicidad bienal se reserva casi en exclusiva para la calibración de instrumentación y para la verificación de lazos de control. Las periodicidades trianual, cuatrienal, etc., se reservan para la realización de tareas de mantenimiento legal.

Un problema habitual a la hora de fijar la frecuencia con la que realizar determinadas tareas es que algunas de ellas pueden estar referidas a horas de funcionamiento, en vez de a espacios de tiempo naturales. Algunos fabricantes de equipos prefieren referirse a horas de funcionamiento, lo cual parece muy lógico: si un equipo no se ha utilizado, no parece necesario realizar mantenimiento en él. No es fácil mezclar

tareas que deben realizarse con frecuencias naturales fijas con tareas que se realizan por horas de funcionamiento, con periodos variables entre ellas. Hay muchas formas de abordar el problema, entre las que están las siguientes:

Crear dos planes de mantenimiento separados: el referido a frecuencias naturales (diario, semana, mensual, etc.) y el referido a horas de funcionamiento, de forma que el mantenimiento de los equipos a los que aplica un control horario queda fuera del mantenimiento de sistemas. Es conveniente en este caso instalar horómetros para cada uno de ellos, incluso conectados con el sistema de control o con el software de mantenimiento. La instalación de horómetros y su posterior gestión no es un asunto sencillo, y tratar de llevar el control.

H. Indicadores

a) Indicadores de gestión de mantenimiento.(Moreno, (s.f))

Para un ingeniero o director de mantenimiento es clave manejar indicadores de gestión para su departamento, dichos indicadores le permiten a la organización reevaluar las técnicas de mantenimiento y confiabilidad utilizadas en el desarrollo del ejercicio industrial. En la gestión de mantenimiento existen diversos indicadores que muestran las relaciones existentes entre elementos lo cual permite optimizar los recursos no solo físicos sino también humanos que hacen parte del departamento de mantenimiento.

Un indicador es una relación que existe entre dos elementos que pueden ser de naturaleza distinta.

Ejemplo= unidades vendidas/unidades totales

Nos muestras las relaciones directas e inversas proporcionalmente de dichos elementos.

b) Indicadores de costo de mantenimiento.

1. Indicador de costo de mantenimiento por facturación.

Este índice expresa la relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el período considerado. El dato de facturación lo pueden solicitar al departamento de contabilidad

$$CMFT = CTMN / FTEP$$

Sirve para saber en qué medida se está reduciendo costos de mantenimiento una organización, porque si mantiene los costos totales de mantenimiento con base en la facturación se puede saber si aumentaron o disminuyeron estos.

2. Indicador de Costos de Mantenimiento por Producción

Este indicador nos muestra la influencia que tiene el costo de mantenimiento en el costo final del producto normalmente puede rondar el 5% a 12%.

$$CMPP = \text{Costos de Mantenimiento Totales} / \text{Costos de Producción}$$

3. Indicador de Costos de Mantenimiento Preventivos por mantenimientos Totales

Este indicador pone de manifiesto el grado de utilización de técnicas preventivas frente a las correctivas, este puede rondar el 20%. Nos refleja que tanto mantenimiento preventivo se está haciendo con respecto al total, en las organizaciones se debe buscar que el costo de mantenimiento correctivo sea mucho menor que el costo de mantenimiento preventivo.

$$CPCT = \text{Costo del mto. Preventivo} / \text{Costos Totales de Mantenimiento (preventivo + correctivo)}$$

Nos refleja que tanto mantenimiento preventivo se está haciendo con respecto al total, en las organizaciones se debe buscar que el costo de mantenimiento correctivo sea mucho menor que el costo de mantenimiento preventivo.

c) Indicadores de Mano de Obra

1. Horas de paro por horas realizadas

Este indicador nos muestra la relación entre las horas empleadas para la producción y las de paro del equipo por averías. Al tomar las horas de paro en lugar del número de averías introducimos en la relación un concepto de gravedad de las averías. Al tomar las horas de producción realizadas, también estamos considerando la tasa de inutilización del equipo la cual generalmente oscila entre el 1% y el 3%.

HPHP = Horas de Paro por Mantenimiento/ Horas de Producción Realizadas

Este indicador va muy ligado a la confiabilidad del sistema, tema que desarrollaremos en la sección confiabilidad.

2. Trabajo en Mantenimiento Preventivo

Nos señala la relación entre las horas hombres gastados en trabajos programados en mantenimiento preventivo y las horas hombres disponibles, entendiéndose por horas hombres disponibles, aquellos presentes en la instalación y físicamente posibilitados de desempeñar los trabajos requeridos.

$$TBMP = \text{totalidad (HHMP)} / \text{Totalidad (HHDP)}$$

3. Trabajo en Mantenimiento Correctivo

Es la relación entre las horas hombres gastados en reparaciones de mantenimiento correctivo y las horas hombres disponibles.

$$TBMC = \text{totalidad (HHMC)} / \text{Totalidad (HHDP)}$$

4. Ociosidad del Personal de Mantenimiento

Demuestra la relación entre la diferencia de las horas hombres disponibles menos las horas hombres trabajadas sobre los hombres horas disponibles, indicando por lo tanto, cuanto del tiempo del personal no fue ocupado en ninguna actividad.

$$OCPM = \text{totalidad (HHDP-HHTM)} / \text{totalidad (HHDP)}$$

5. Exceso de Servicio del Personal de Mantenimiento

Nos muestra la relación entre la diferencia de las horas hombres trabajadas y disponibles, y las horas hombres disponibles, indicando por lo tanto, cuanto del tiempo del personal fue ocupado por arriba de la carga normal de trabajo.

$$ESPM = \frac{\text{totalidad (HHTP-HHDP)}}{\text{totalidad (HHDP)}}$$

2.3 Definición de Términos

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

Confiabilidad: Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente.

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

Disponibilidad / Availability : La disponibilidad es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. La disponibilidad de un ítem no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentra en condiciones de funcionar.

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

Mantenimiento correctivo: Tareas de reparación de equipos o componentes averiados

Mantenimiento predictivo: Tareas de seguimiento del estado y desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o análisis por evaluación estadística, que determinen el punto exacto de su sustitución.

Mantenimiento preventivo: Tareas de inspección, control y conservación de un equipo/componente con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar averías en el mismo.

Maquinaria: conjunto de máquinas que realizan trabajos para una misión o fin.

Modo de falla: Un evento singular que causa una falla funcional.

MTBF: Es el tiempo medio entre fallas.

MTTF: Es el tiempo medio que transcurre para que se produzca una falla funcional.

Plan de Mantenimiento: Relación detallada de las actuaciones de Mantenimiento que necesita un ítem o elemento y de los intervalos temporales con que deben efectuarse.

TTF: Es el tiempo que transcurre para que ocurra una falla funcional.

TTR: Es el tiempo que transcurre para que se haga una reparación.

CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO DE LA

REALIDAD ACTUAL

3.1 Descripción general de la empresa

3.1.1 Danpar E.I.R.L.

DANPAR E.I.R.L., fue creada en el año 2003 constituida por una escritura pública ante el Notario Dr. Anticona Aguilar Manuel R.; la misma que quedo inscrita con N° Partida Electrónica 11021861 de la Libertad, con un capital social de S/. 24,316.00 aportados y pagados mediante bienes muebles. La empresa de confecciones textil “Danpar Confecciones E.I.R.L.” tiene como gerente general a Paredes Ambrosio Danilo.

DANPAR, es una empresa trujillana dedicada a la confección y distribución de prendas de vestir deportivas y publicitarias de calidad para damas, caballeros y niños; tales como polos, shorts, pantalones, snickers, etc.

La empresa realiza sus propios diseños, y su distribución se realiza al mercado local y también al mercado limeño y los pedidos se dan directamente entre el cliente y el empresario.

Figura N° 02: Foto de la empresa Danpar E.I.R.L



Fuente: La empresa

3.1.2 Datos

Razón Social	: DANPAR E.I.R.L.
Gerente General	: Salazar Bejarano Gerardo Octavio
RUC	: 20131914416
Dirección	: Calle Sinchi Roca 882
Teléfono	: 242400 / 246371 / 222493
Rubro	: Manufactura

3.1.3 Actividad y Sector Económico

Actividad Comercial: Fabricación de prendas de vestir

CIIU: 18100

3.1.4 Ubicación de la Empresa:

Lugar: Jr. Sinchi Roca - 2pi Nro. 804 Int. a Barr. Chicago

Distrito / Ciudad: Trujillo

Provincia: Trujillo

3.1.5 Misión y visión

3.1.5.1 Misión

“Confeccionar prendas de vestir con buenos acabados, llegando a satisfacer así a nuestros clientes institucionales y público en general, a quienes les brindamos también productos de calidad a precios competitivos, logrando el fortalecimiento económico, social y cultural de la empresa y contribuir así al desarrollo del país”.

3.1.5.2 Visión

“Llegar a ser para el 2025 una empresa líder dentro del rubro textil en la región la libertad, reconocidos por sus clientes, trabajadores y por la calidad de nuestros productos; captando

nuevos mercados nacional e internacional y siendo flexibles a los cambios del entorno".

3.1.6 Principales clientes

A continuación se detallan algunos de sus principales clientes con los que cuenta la empresa.

Municipalidad de Trujillo

Caja Trujillo

Caja Sullana

Constructora Formero

Colegios

Distribuidora de Cerveza

Universidades

3.1.7 Proveedores

A continuación en el cuadro N° 04 se muestra el diagrama PEPSU de la empresa de confecciones DANPAR E.I.R.L. en donde se detalla los proveedores, insumos, los clientes que forman parte del proceso de confección.

Cuadro N° 04: Diagrama PEPSU de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L.

Diagrama				
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Usuario
Textil Jorgitos (Lima)	Tela	<ul style="list-style-type: none"> • Almacén de materia prima • Corte • Confección • Remallado • Limpieza • Estampado • Planchado 	<ul style="list-style-type: none"> • Buzos • Shorts • Sneakers • Pantalinetas 	Municipalidad de Trujillo
Textil Milagros (Lima)	Algodon	<ul style="list-style-type: none"> • Empaquetamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Camisolas 	Caja Sullana
				Constructora Formero
				Colegios
Textil Quizpe (Lima)	Tintes orgánicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Almacén de PT 		Distribuidora de Cerveza -
				Universidades

Fuente: Elaboración propia

3.1.8 Competidores

AVIOS TEXTILES S.A.C
 PRODUCTOS AVANTY DEL PERU SAC
 FABRICA MARSAR SRL
 CONFECCIONES CORNEJO
 CONFECCIONES GARY S.A
 DECORAZON S.A.C.
 INDUSTRIA PATRON DE JEANS S.R.L.
 AMERICATEX S.A.C.
 INDUSTRIAS ALBO S A
 TREXSA EIRL

3.1.9 Maquinarias y equipos

La empresa de confecciones Danpar E.I.RL. cuenta con 50 equipos los cuales están distribuidos en sus 6 departamentos de producción.

Cuadro N° 05: Equipos con los que cuenta la empresa Danpar E.I.RL.

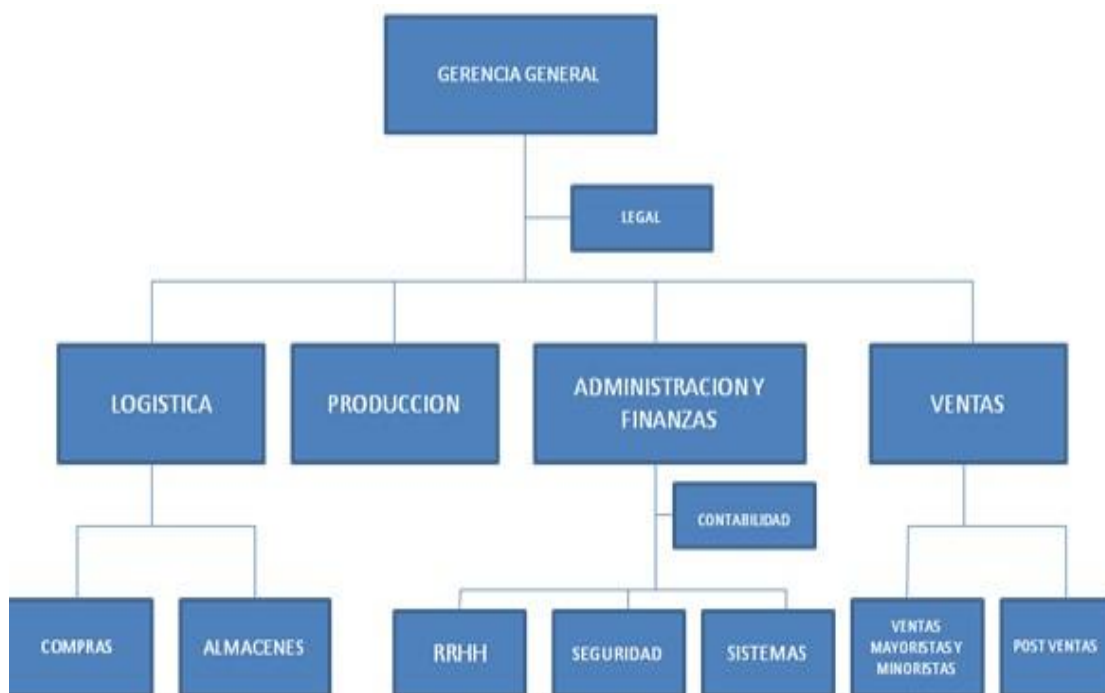
Máquinas	N°
Cortadora	3
Máquinas de coser	20
Remalladoras	8
Planchas	3
Planchadora de ropa	4
Recubridora	8
Bordadora	2
Máquina pegabotones	2
Total	50

Fuente: Elaboración propia

3.1.10 Organigrama de la empresa

A continuación se muestra el organigrama actual de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L.

Figura Nº 03: Organigrama de la empresa Danpar E.I.R.L.



Fuente: Elaboración propia

3.1.11 Proceso productivo

El proceso de confección se lleva a cabo en los 6 departamentos, que realizan diversas actividades para obtener un producto de buena calidad, contribuyendo para ello la utilización de maquinaria innovadora y de punta.

A continuación se detalla cada departamento

- a. **DEPARTAMENTO DE CORTE:** Los trabajadores se encargan de cortar las telas con los moldes de acuerdo a la talla y con sus respectivos colores de acuerdo a pedido. Una vez cortado las telas se les pasa al Departamento de Confección.

Figura N° 04: Cortado de la tela



Fuente: Elaboración propia

- b. DEPARTAMENTO DE CONFECCIÓN:** El supervisor Alex es quién recibe las telas cortadas para que distribuya y habilite a los trabajadores encargados del remalle:

Figura N° 05: Confección



Fuente: Elaboración propia

- c. DEPARTAMENTO DE REMALLE:** Se encargan de armar las telas para convertirlos en polos armados. Una vez armado los polos le entregan nuevamente a Alex para que el habilite los polos a las maquinas recubiertas.

Figura N° 06: Remallado



Fuente: Elaboración propia

- d. DEPARTAMENTO DE ESTAMPADO:** Antes de estampar los polos primero se hace el diseño en el programa Corel Draw X3 en la computadora, luego se imprime en hoja bond para después revelarlo en una malla xerográfica. Se ubican los polos en las mesas especiales de estampados para posteriormente imprimirlo con la malla xerográfica pasando pintura blanca, obteniendo la impresión del estampado en los polos. Después, se les deja secar por unos minutos y luego pasa al Departamento de planchado.

Figura N° 07: Estampado



Fuente: Elaboración propia

- e. **DEPARTAMENTO DE PLANCHADO:** Se planchan los polos estampados en una mesa planchadora con una plancha industrial y se les envía los polos al Departamento de Empaquetamiento.

Figura N° 08: Planchado de los polos



Fuente: Elaboración propia

- f. **DEPARTAMENTO DE EMPAQUETAMIENTO:** Una vez planchado los polos se les dobla adecuadamente, lo embolsan y lo empaquetan. Luego los paquetes envían a la Tienda o a los clientes en caso de pedidos.

Figura N° 09: Empaquetado



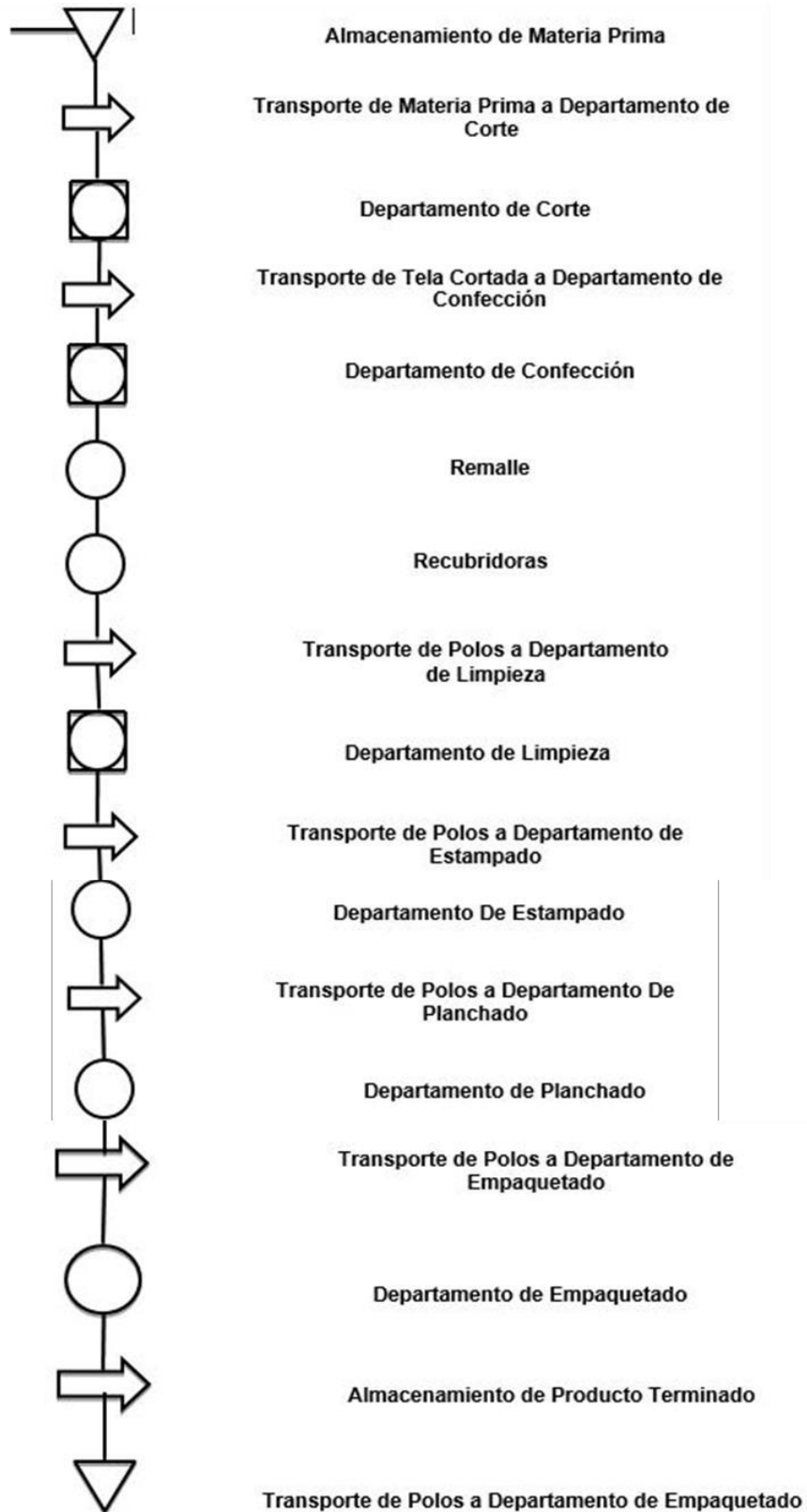
Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Diagrama de flujo del proceso productivo.

A continuación se muestra en la figura N° 10, el proceso que realizan para la confección de las diferentes prendas de vestir.

El proceso comienza con la recepción y almacenamiento de la materia prima, luego pasa por las diferentes máquinas que son objeto de estudio en este hasta obtener la prenda debidamente empaquetada.

Figura N° 10: Diagrama de flujo del proceso de confección de Polos



Fuente: Elaboración propia

3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis

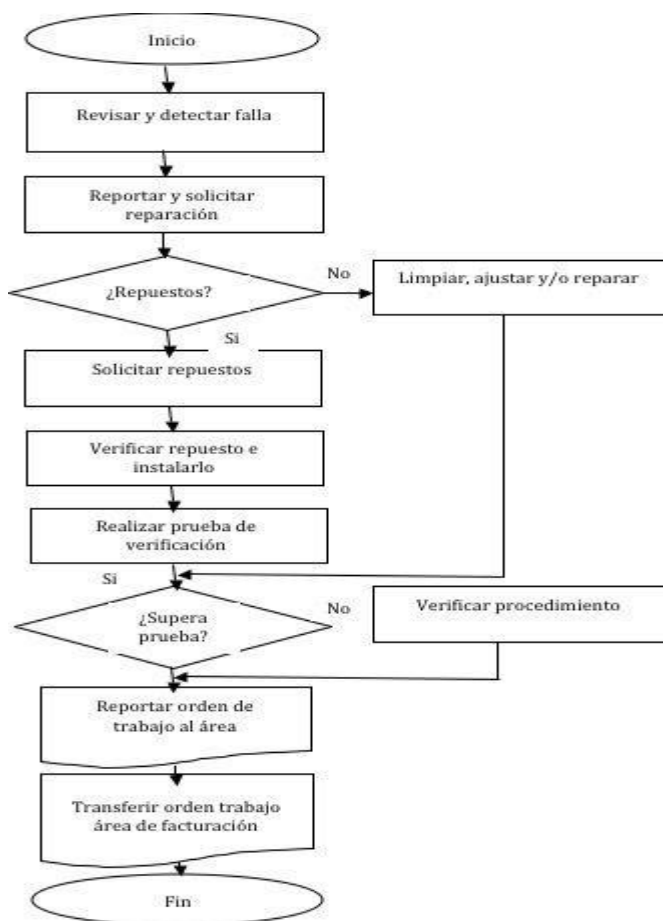
El desarrollo de la presente investigación se realizó en el área Producción de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L.

Esta área está conformada por 6 departamentos, en los cuales se lleva a cabo a la fabricación de las diferentes prendas de vestir. Se eligió trabajar con esta área debido a que la propuesta de mejora está enfocada en incrementar la disponibilidad actual de la maquinaria de producción.

Actualmente la empresa no realiza actividades de mantenimiento preventivo a sus equipos, es más no cuenta con un área de mantenimiento determinado, es así pues que cada vez que se da una falla se solicita un servicio de mantenimiento externo para dar solución a la falla presentada.

Las fallas que se presentan en los equipos se originan en su mayoría debido a que no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo para cada máquina.

Figura N° 11: Proceso actual del mantenimiento correctivo

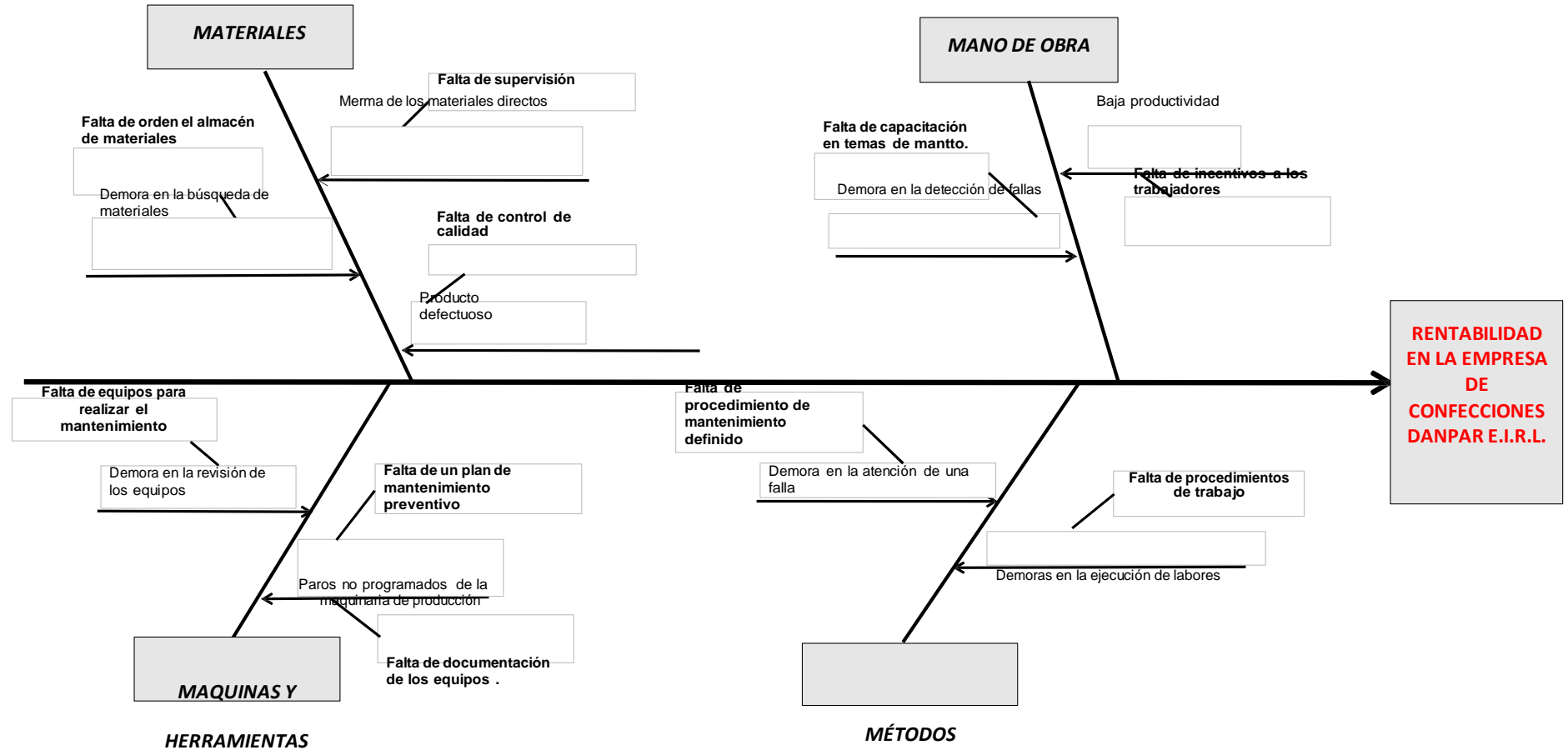


Fuente: Elaboración propia

3.3 Identificación del problema e indicadores actuales

A continuación se muestra el diagrama de Ishikawa con las causas raíces de la baja rentabilidad.

Figura N° 12: Diagrama de Ishikawa de la empresa Confecciones Danpar E.I.R.L.



3.3.2. Matriz de priorización

Se evaluaron las causas mediante la aplicación de encuestas (véase anexo 01), aplicando valoraciones por cada causa raíz. Luego esto se plasmó en una matriz de priorización, la cual se muestra a continuación:

Figura N° 13: Matriz de Priorización de causas raíces

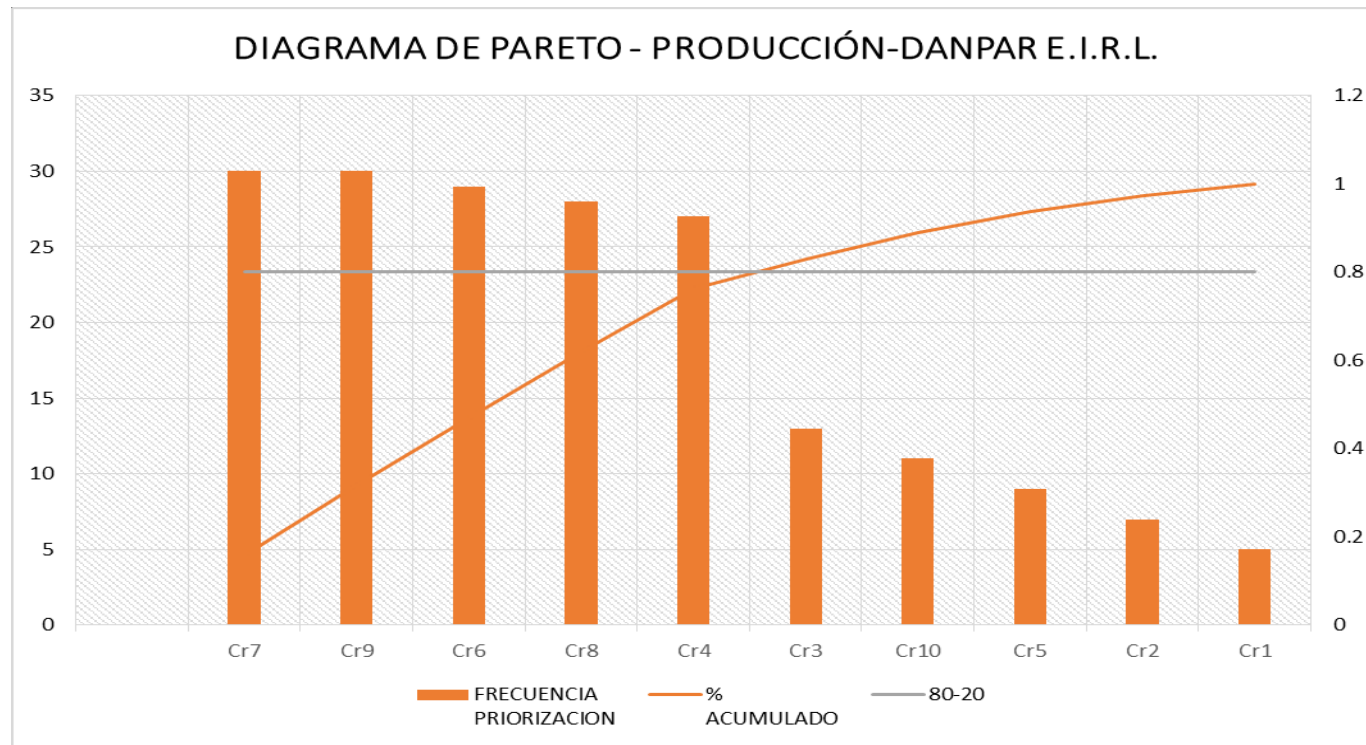
CAUSAS	MATERIALES			MANO DE OBRA		MAQUINAS Y HERRA			MÉTODOS	
	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5	Cr6	Cr7	Cr8	Cr9	Cr10
Resultados Encuestas	Falta de orden el almacén de materiales	Falta de supervisión	Falta de control de calidad	Falta de capacitación en temas de mantto.	Falta de incentivos a los trabajadores	Falta de equipos para realizar el mantenimiento	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	Falta de documentación de los equipos.	Falta de procedimiento de mantenimiento definido	Falta de procedimientos de trabajo
Gerente general	0	0	1	2	1	2	3	2	3	0
Administrador	0	0	1	3	1	3	3	3	3	1
Asistente de Logística	0	0	0	2	0	3	3	3	3	0
Almacenero	0	1	1	3	1	3	3	3	3	1
Operario 1	1	1	2	2	1	3	3	3	3	2
Operario 2	0	1	2	3	1	3	3	2	3	2
Operario 3	1	1	2	3	1	3	3	3	3	2
Operario 4	1	1	2	3	1	3	3	3	3	0
Operario 5	1	1	1	3	1	3	3	3	3	2
Operario 6	1	1	1	3	1	3	3	3	3	1
Calificación Total	5	7	13	27	9	29	30	28	30	11

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Diagrama de Pareto

A continuación se muestra la clasificación según el diagrama Pareto donde el 80% se considerará relevante.

Figura N° 14: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

Según la clasificación se considera relevante las causas: cr7, cr9, cr6, cr8 y cr3. Por otro lado cr3, cr10, cr5, cr2 y cr1 no entran en esta clasificación.

3.3.4. Identificación de los indicadores

Figura N° 15: Indicadores y metas de la propuesta de mejora

Causa	Descripción	Nombre del Indicador	Fórmula	Und	Valor actual	Pérdida (soles)	Valor Meta	Pérdida (soles)	Beneficio (soles)	Herramienta	Metodología utilizada	Inversión
Cr7	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	% de mantenimiento preventivo	$(\text{Horas Mantenimiento preventivo} / \text{Horas totales de mantenimiento}) * 100\%$	%	0%	S/. 291,673	57%	S/. 145,837	S/. 145,837	Plan de Mantenimiento preventivo	Gestión de Mantenimiento	S/. 68,200.00
		Disponibilidad de los equipos de producción	$\text{MTBF} / (\text{MTTR} + \text{MTBF})$	%	91.4%		95.7%					
		Tiempo total de reparaciones (TTR)	N° de horas por fallas	horas	1717		858.5					
Cr9	Falta de procedimiento de mantenimiento definido	% de procedimientos de mantenimiento	$(\text{N}^\circ \text{ procedimientos de mantenimiento} / \text{N}^\circ \text{ de procedimientos totales}) \times 100\%$	%	0%	S/. 59,717	100%	S/. 35,830	S/. 23,887	Procedimiento de mantenimiento	Gestión de Mantenimiento	S/. 6,460.89
Cr8	Falta de documentación de los equipos .	% de equipos documentados	$(\text{N}^\circ \text{ equipos documentados} / \text{Total de equipos}) \times 100\%$	%	0%		100%			Gestión de la documentación		
Cr6	Falta de equipos para realizar el mantenimiento	N° de equipos y herramientas para el manto.	N° de equipos	N°	0.00	S/. 12,500	4.00	S/. 0	S/. 12,500	Adquisición de equipos de monitoreo		S/. 6,460.89
Cr4	Falta de capacitación en temas de manto	% de trabajadores de capacitados en producción	$\text{N}^\circ \text{ Trabajadores capacitados en manto} / \text{N}^\circ \text{ total de trabajadores} \times 100\%$	%	0%	S/. 167,500	100%	S/. 107,500	S/. 60,000.00	Programa de capacitación.		S/. 72,000.00
						Total	S/. 531,390		S/. 289,167	S/. 242,223	Total	S/. 146,661

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4

SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1 Propuesta de mejora

4.1.1 Falta de un plan de mantenimiento preventivo (Cr7)

En la empresa Danpar E.I.R.L., actualmente no tiene un plan o programa de mantenimiento preventivo para los 50 equipos con los que cuenta. Adicional a ello, no existe un área de mantenimiento específico y tampoco existe personal encargado de estas labores. Por tal motivo que se consideró como % de horas de mantenimiento preventivo de 0%

4.1.1.1 Pérdida por la Cr7

En el año 2016, se tuvo un tiempo total de reparación (TTR) de 1717 horas y 684 paradas por fallas. El tiempo promedio de reparaciones (MTTR) fue de 3.69 horas y el tiempo medio de funcionamiento (MTBF) fue de 50 horas.

Se determinó que la disponibilidad de los equipos fue de 91.4%, lo que ocasionó un Costo lucro cesante (CLC) de S/.597,168. Así como se muestra en los siguientes cuadros:

Cuadro Nº 06: Indicadores actuales de mantenimiento

DESCRIPCIÓN	Nº	N PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	CLC MANTENIMIENTO CORRECTIVO
Cortadora	3	72	112	2384	2496	1.56	33	95.5%	S/. 38,953
Máquinas de coser	20	276	480	2016	2496	1.74	7	80.8%	S/. 166,943
Remalladoras	8	60	290	2206	2496	4.83	37	88.4%	S/. 100,861
Planchas	3	24	110	2386	2496	4.58	99	95.6%	S/. 38,258
Planchadora de ropa	4	36	180	2316	2496	5.00	64	92.8%	S/. 62,604
Recubridora	8	48	315	2181	2496	6.56	45	87.4%	S/. 109,556
Bordadora	2	24	105	2391	2496	4.38	100	95.8%	S/. 36,519
Máquina pegabotones	2	144	125	2371	2496	0.87	16	95.0%	S/. 43,475
Total	50	684	1717	2281.4	2496	3.69	50	91.4%	S/. 597,168

E

laboración propia

El costo lucro cesante se calculó multiplicando las horas de parada por la utilidad neta que la empresa genera por hora. A continuación se muestra el cálculo de la utilidad neta por hora.

Cuadro N° 07: Utilidad neta por hora

	Año 2016
Utilidad Neta	S/. 868,102.48
Días de año	312
Horas al día	8
Horas en el	2496
Costo por hora	S/. 347.80

Fuente: Elaboración propia

Además la empresa debido a la baja disponibilidad redujo sus ventas en S/291,673.

Cuadro N° 08: Reducción de las ventas

	Ventas (Soles)	Ventas (esperadas)	Pérdida
	2016	2016	
Monto	S/. 3,100,366	S/. 3,392,039	S/. 291,673

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2 Desarrollo de la propuesta de mejora: Plan de mantenimiento preventivo

Para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo para los equipos encargados de la producción de la empresa de confecciones Danpar E.I.R. L. se tendrá que seguir los siguientes pasos:

- 1) Inventario de los equipos
- 2) Gestión de la documentación
- 3) Análisis de criticidad de los equipos
- 4) Elaboración de un programa de Mantenimiento Preventivo
- 5) Costo del programa de mantenimiento preventivo
- 6) Elaboración de un programa de capacitación.
- 7) Determinar equipos de monitoreo.

A continuación se desarrollará los pasos antes mencionados:

1. Inventario de los equipos

Actualmente la empresa Danpar E.I.R.L no tiene un inventario de todos sus equipos ya que a medida que ha ido incrementando su producción ha ido comprando más equipos.

Es por ello que se considera necesario para realizar un adecuado plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción se debe tener inventariado los equipos.

Se procedió a realizar el inventario de los equipos con los que actualmente cuentan en el área de producción.

Cuadro N° 09: Inventario de equipos del área de producción

N°	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA
1	Cortadora	Kaiser
2	Máquinas de coser	Janome
3	Remalladoras	Brother
4	Planchas	Oster
5	Planchadora de ropa	Janome
6	Recubridora	Singer
7	Bordadora	Singer
8	Máquina pegabotones	Deyee

Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar el inventario se procedió a describir la maquinaria con la que cuenta la empresa

a) Máquina cortadora

Esta máquina realiza la operación de corte de la tela, esta operación es decisiva, una vez realizada es prácticamente imposible corregir errores graves.

Figura N° 16: Máquina cortadora



Fuente: Elaboración propia

b) Máquina de coser

Una máquina de coser es una máquina utilizada para coser tela y otros materiales con hilo. Es una máquina de costura recta o pespuntadora sirve para coser, une y despunta con la ayuda de una puntada enlazada; una puntada a continuación de otra.

Figura N° 17: Máquina de coser



Fuente: Elaboración propia

c) Máquina remalladora

A diferencia de la máquina de coser, la remalladora te permite escoger entre 3 o 4 hilos. Algunas tienen brazo libre que también les añade la función de mesa de trabajo.

Figura N° 18: Máquina Remalladora



Fuente: Elaboración propia

d) Máquina recubridora

La máquina recubridora es una máquina de la industria de confección que permite realizar operaciones de acabado. (costuras de adorno). Esta máquina hace posible que las prendas tengan una mejor presentación por lo tanto con buena calidad.

Figura N° 19: Máquina Recubridora



Fuente: Elaboración propia

e) Máquina bordadora

Hay muchas máquinas de coser que incorporan la función de poder elaborar algunos bordados, pero también existen algunas mucho más específicas que se emplean de manera más profesional, únicamente para bordar y conseguir reducir el tiempo de elaboración de un determinado patrón. Es lo que se conoce como máquinas bordadoras o de bordado.

Figura N° 20: Máquina Bordadora



Fuente: Elaboración propia

f) Máquina pegabotonones

Es una máquina que realiza el proceso de pegar los botones de las prendas.

Figura N° 21: Máquina Pegabotonones



Fuente: Elaboración propia

g) Máquina planchadora

Es una máquina que se utiliza para fijar el estampado y a la vez elimina las arrugas de las prendas por medio del calor.

Figura N° 22: Máquina Planchadora



Fuente: Elaboración propia

h) Plancha

Una plancha es un electrodoméstico, aunque también hay planchas para uso industrial y comercial, usadas en fábricas de ropa y tintorerías, que sirve para alisar la ropa quitándole las arrugas y las marcas.

Figura N° 23: Plancha



Fuente: Elaboración propia

2. Codificación de los equipos

Luego de realizado el inventario de los equipos con los que cuenta la empresa de confecciones Danpar en su proceso de producción, se procedió a codificarlos.

Para iniciar con el programa de mantenimiento es muy importante contar con un código para cada máquina, esto permitirá llevar un mejor control, un orden y la identificación de toda la maquinaria de la empresa, la codificación de la maquinaria, facilitará el trabajo administrativo y lo hará más eficiente.

La estructura de los códigos que se sugiere y la interpretación de los mismos para la empresa se presentan a continuación:

El primer carácter indica el área a la cual pertenecen los equipos, en el ejemplo se ve una P porque pertenecen a producción.

En los caracteres 2,3 y 4 se coloca las iniciales del nombre del equipo, en el ejemplo se pone COR , ya que describe a la máquina cortadora.

En el 5 carácter se coloca un número correlativo por el la cantidad de equipos que se tenga.

A continuación en el cuadro N° 10 y N° 11, se muestra un ejemplo de la codificación de la cortadora.

Cuadro N° 10: Código de la máquina cortadora

Código	1 CARÁCTER	2,3Y 4 CARÁCTER	5 CARÁCTER
PCOR - 1	P (Producción)	COR (Cortadora)	1 (Número correlativo)

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 11: Codificación de los equipos de producción

CODIFICACIÓN		
Lista de equipos	N° equipos	Código
Cortadora	3	PCOR - 1
Máquinas de coser	20	PMAC - 4
Remalladoras	8	PREM - 24
Planchas	3	PPLA - 32
Planchadora de ropa	4	PPLR- 35
Recubridora	8	PREC- 39
Bordadora	2	PBOR - 47
Máquina pegabotones	2	PMPE - 49

Fuente: Elaboración Propia

3. Análisis de criticidad de los equipos

Para determinar a cuales equipos es necesario realizar el mantenimiento preventivo, es necesario evaluar la criticidad de cada uno de los equipos del área de producción y para ello se analizara la criticidad con respecto de 4 factores:

A. Factor de velocidad de manifestación de la falla

Período P-F (Potencial failure – Functional failure): es el tiempo que puede transcurrir entre el momento en que se detecta una falla potencial y el momento en que esta se transforma en falla funcional. La escala de valoración es: muy corto, no da tiempo para parar el equipamiento; corto, es posible parar el equipamiento; suficiente, es posible programar la intervención.

B. Factor de seguridad del personal y del ambiente

El foco es evaluar las consecuencias que la falla podría ocasionar sobre las personas y su impacto sobre el ambiente.

C. Factor de costos de parada de producción

Permite establecer criterios para la categorización de los equipamientos conforme a las consecuencias sobre el proceso de producción y satisfacción de la demanda.

D. Factor de costos de reparación

Permite determinar criterios de clasificación de las fallas de acuerdo con los costos directos de reparación.

La escala usada es: clasificación A: equipamiento que pertenece al grupo responsable por el 80% del total de los costos directos de reparación; clasificación B: equipamiento que pertenece al grupo responsable por el 15% del total de los costos directos de reparación; clasificación C: equipamiento que pertenece al grupo correspondiente al 5% del total de los costos directos de reparación.

Cabe mencionar que estos factores tienen un determinado peso, el cual se muestra a continuación:

De Velocidad de manifestación de falla: 30%

De Seguridad del Personal y Ambiente: 10%

De Costos de la parada de producción: 30%

De Costos de Reparación: 30%

Luego de sumar todos los factores, se determinan 3 niveles de criticidad:

Crítico: Si obtiene un puntaje mayor a 80.

Semi crítico: Si obtiene un puntaje entre 50 y 80.

No crítico: Si obtiene un puntaje menor a 50.

Cuadro N° 12: Análisis de criticidad de equipos del área de producción

Análisis de Criticidad														
CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	VELOCIDAD			SEGURIDAD				COSTO DE			COSTO DE REPARACIÓ		
		Muy corto, no da tiempo para detener la máquina.	Corto, es posible detener la máquina.	Suficiente, es posible programar la intervención.	Sin consecuencias	Efecto temporal sobre personas, no afecta el ambiente	Efecto temporal sobre las personas y ambiente.	Efecto irreversible sobre las personas	Efecto irreversible sobre las personas y ambiente	No implica demora en la entrega	Implica demora de corto tiempo en la entrega	Implica demora y pérdida de clientes	Clasificación A: RELATIVAMENTE BAJO	Clasificación B: MEDIANO
PCOR - 1	Cortadora		1			1					1		1	
PMAC - 4	Máquinas de coser	1				1					1			1
PREM - 24	Remalladoras	1				1					1			1
PPLA - 32	Planchas		1			1					1		1	
PPLR - 35	Planchadora de ropa	1				1					1			1
PREC - 39	Recubridora	1				1					1			1
PBOR - 47	Bordadora	1				1					1		1	
PMPE - 49	Máquina pegabotones	1				1					1		1	
Factores		1	0.5	0.2	0.2	0.4	0.6	0.9	1	0.1	0.3	1	0	1

FACTORES:	
De Velocidad de manifestación de falla	30
De Seguridad del Personal y Ambiente	10
De Costos de la parada de producción	30
De Costos de Reparación	30

Criticidad	Rango
Crítico	>80
Semi-crítico	50-80
No crítico	<50

Codigo		Resultado de															
PCOR - 1	Cortadora	0	15	0	0	4	0	0	0	0	0	30	0	15	0	64	Semi-crítico
PMAC - 4	Máquinas de coser	30	0	0	0	4	0	0	0	0	0	30	0	0	30	94	CRITICO
PREM - 24	Remalladoras	30	0	0	0	4	0	0	0	0	0	30	0	0	30	94	CRITICO
PPLA - 32	Planchas	0	15	0	0	4	0	0	0	0	0	30	0	15	0	64	Semi-crítico
PPLR - 35	Planchadora de ropa	30	0	0	0	4	0	0	0	0	0	30	0	0	30	94	CRITICO
PREC - 39	Recubridora	30	0	0	0	4	0	0	0	0	0	30	0	0	30	94	CRITICO
PBOR - 47	Bordadora	30	0	0	0	4	0	0	0	0	0	30	0	15	0	79	Semi-crítico
PMPE - 49	Máquina pegabotones	30	0	0	0	4	0	0	0	0	0	30	0	15	0	79	Semi-crítico

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 13: Resultado del análisis de criticidad

Código	Nombre del equipo	Puntaje	Clasificación
PCOR - 1	Cortadora	64	Semi-crítico
PMAC - 4	Máquinas de coser	94	Crítico
PREM - 24	Remalladoras	94	Crítico
PPLA - 32	Planchas	64	Semi-crítico
PPLR - 35	Planchadora de ropa	94	Crítico
PREC - 39	Recubridora	94	Crítico
PBOR - 47	Bordadora	79	Semi-crítico
PMPE - 49	Máquina pegabotones	79	Semi-crítico

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior, se muestra que de los 8 tipos de equipos , 4 son críticos y 4 semicriticos.

El plan de mantenimiento preventivo estará enfocado con mayor prioridad a los equipos en estado semi- crítico y críticos.

A continuación se desarrollará el plan de mantenimiento preventivo para los equipos del área de producción con la finalidad de incrementar la disponibilidad ya que se reducirá las fallas correctivas.

4. Elaboración del programa de mantenimiento preventivo

Para realizar el programa de mantenimiento preventivo para las máquinas del área de producción se tuvo que revisar el manual del fabricante para determinar las frecuencias de inspección y realización del mantenimiento. A continuación se muestra el cuadro con el programa de mantenimiento preventivo .

Cuadro N° 14: Programa de mantenimiento preventivo en los equipos de producción – 1

Equipo		Actividad	Frecuencia	2017																																																N° OT	Min por actividad	Tiempo total por equipo	Minutos equipo	N° de equipos	Tiempo total
				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE									
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
				[Grid of maintenance activities represented by orange squares]																																																					
Cortadora	Limpeza del equipo	Semanal	[Grid]																																																48	5	240	1320	3	3960	
	Engrase	Quincenal	[Grid]																																																24	15	360				
	Revisión parte	mensual	[Grid]																																																12	30	360				
	Revisión parte eléctrica	mensual	[Grid]																																																12	30	360				
Máquinas de coser	Limpeza del equipo	Semanal	[Grid]																																																48	5	240	1320	20	26400	
	Engrase	Quincenal	[Grid]																																																24	15	360				
	Revisión parte	mensual	[Grid]																																																12	30	360				
Remalladoras	Limpeza del equipo	Semanal	[Grid]																																																48	5	240	1680	8	13440	
	Engrase	Quincenal	[Grid]																																																24	15	360				
	Revisión parte	mensual	[Grid]																																																12	30	360				
	Revisión parte eléctrica	mensual	[Grid]																																																12	30	360				
	Cambio de cuchillos	mensual	[Grid]																																																12	30	360				
Planchas	Limpeza del equipo	Semanal	[Grid]																																																48	5	240	960	3	2880	
	Revisión parte	mensual	[Grid]																																																12	30	360				
	Revisión parte eléctrica	mensual	[Grid]																																																12	30	360				
Planchadora de ropa	Limpeza del equipo	Semanal	[Grid]																																																48	5	240	1080	4	4320	
	Revisión parte	Quincenal	[Grid]																																																24	15	360				
	Revisión parte	mensual	[Grid]																																																12	30	360				
	Rebobinado del motor	trimestral	[Grid]																																																4	30	120				

Fuente: Elaboración propia

Como se puede visualizar en el cuadro anterior el número total de horas para llevar a cabo el programa de mantenimiento preventivo propuesto es de 1118.50 horas durante todo un año.

A continuación se detalla las actividades de mantenimiento preventivo de las máquinas de coser, las cuales están descritas dentro del programa de mantenimiento preventivo propuesto.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINA DE COSER:

1. Limpieza

Debemos mantener siempre limpia nuestra Máquina de Coser. Lo primero y fundamental, es colocarla una Funda de Protección que evite que se llene de Polvo su interior formando pelusas que dificulten el buen funcionamiento del motor y sus engranajes. Situada fuera de ambientes cargados de humo como cocinas o lugares en donde se fume mucho.

Cada cierto tiempo, o tras la realización de una labor con tejido "pelusón" (que suelte mucha pelusa como: Franela, Lana, Tejido Polar o Pirineé, etc), deberemos proceder a su limpiado antes de guardarla. En principio, bastaría con desmontar todas las piezas del alojamiento de la Canilla, el Prensatelas, el Vástago, la Placa Aguja y los Dientes de Arrastre; y pasar un cepillo suave para eliminar todos los posibles restos de pelusa que hubiera. A la hora de volver a montar todas las piezas, cerciorarse de que se han instalado en el lugar y posición correctas. Si fuera necesario, acudir al Manual de Instrucciones para que todo sea colocado igual que estaba.

2. Lubricación

La mayoría de las máquinas de coser industriales por la carga de trabajo a que son sometidas tienen el sistema de lubricación automática; ya que poseen una bomba centrífuga la cual se encarga de repartir el aceite hacia todas las direcciones. Otras máquinas

poseen la lubricación semi-automática, otras poseen la lubricación manual.

Generalmente el aceite de las máquinas de coser industriales es almacenado en el cárter (depósito de aceite). El cárter viene indicado con unas letras o palabras, que generalmente son:

- **H.....HIGH.....Lleno**
- **M.....MEDIUM..... Mitad**
- **L.....LOW..... Bajo**

Estas nos indican el nivel en que se encuentra el aceite.

Cómo realizar la lubricación:

- a) Lo que no debe lubricarse: cojinetes o salineras de bolas selladas y provistas de grasa.
- b) Lo que sí debe lubricarse: ejes, pernos, cojinetes, carriles, pistas de rodadura, barra de aguja, barra del pie prénsatelas, garfio, etc.
- c) Con qué frecuencia y cuánto debe lubricarse: los datos concretos al respecto se indican en los manuales de servicio de cada máquina. La norma general es: lubricación frecuente pero muy dosificada, o sea, poco aceite pero con regularidad.

Generalmente las máquinas de coser industriales poseen una abertura u ojo visor, por el cual podemos detectar si la lubricación se está dando de una forma correcta.

Figura N° 24: Lubricación de una máquina de coser



Fuente: Elaboración propia

3. Revisión general

Se tiene que hacer una revisión mensual de la parte eléctrica y mecánica de los equipos, es por ello que un técnico especialista en esta maquinas debe realizarlo. De esta forma aseguramos que las maquinas estén funcionando de manera adecuada y reducir el número de paros no programados debido a fallas.

5. Costo para la implementación del programa de mantenimiento preventivo.

a) Mano de obra

Debido a que la empresa no cuenta con personal de mantenimiento, se debe contratar una persona que se dedique al mantenimiento de los equipos, de esta manera se reducirá el tiempo de atención y por ende se dará una solución más rápida de las fallas que se presenten en el transcurso del día.

Los costos de contratación del personal de mantenimiento será de S/.43, 200 por año, debido a que se contratará un mecánico y un electricista para que se encarguen del mantenimiento eléctrico y mecánico de los equipos.

b) Herramientas y equipos

Cabe mencionar que la empresa no cuenta con herramientas para el desarrollo de actividades de mantenimiento, es por ello que se debe adquirir herramientas básicas para la realización del mantenimiento. Las herramientas a adquirir se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 16: Inversión en herramientas

EQUIPO	COSTO	N° EQUIPOS A COMPRAR	TOTAL
Kit de herramientas	S/. 1,300.00	2	S/. 2,600.00
Mesa de Banco	S/. 1,900.00	2	S/. 3,800.00
Tornillo de Banco	S/. 650.00	2	S/. 1,300.00
Juego de llaves de 40 piezas	S/. 240.00	2	S/. 480.00
Set de herramientas mecanicas	S/. 500.00	2	S/. 1,000.00
Se de Herramientas manuales	S/. 450.00	3	S/. 1,350.00
Set de herramientas electricas	S/. 350.00	3	S/. 1,050.00
Andamios	S/. 2,050.00	4	S/. 8,200.00
Porta herramientas	S/. 350.00	4	S/. 1,400.00
Compresora de aire	S/. 2,700.00	1	S/. 2,700.00
Carrito transportador	S/. 560.00	2	S/. 1,120.00
			S/. 25,000.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en cuadro anterior el costo total de las herramientas es de S/.25, 000.

4.1.1.3 Impacto de la propuesta de mejora

Con el plan de mantenimiento preventivo se espera incrementar el % de horas de mantenimiento preventivo a 1118.50. Es decir, el % de mantenimiento preventivo se incrementa de 0% a 57%. Así como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 17: % de mantenimiento preventivo

	2016	%	2017	%
Mantenimiento	1717	100%	1118	57%
Mantenimiento correctivo(h)	0	0%	859	43%
Total	1717	100%	1977	100%

Fuente: Elaboración propia

Además se logra reducir el tiempo total de reparación (TTR) a 859 horas y 410 paradas por fallas. El tiempo promedio de reparaciones (MTTR) fue de 3.07 horas y el tiempo medio de funcionamiento (MTBF) fue de 87 horas.

Se determinó que la disponibilidad de los equipos se incrementó de 91.4% a 95.7%, lo que ocasionó que se redujera el Costo lucro cesante (CLC) a S/.298,584. Así como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 18: Indicadores con el plan de mantenimiento preventivo

CON EL PLAN DE MANTENIMIENTO									
DESCRIPCIÓN	N°	N PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	CLC MANTENIMIENTO CORRECTIVO
Cortadora	3	43	56	2440	2496	1.30	56	97.8%	S/. 19,477
Máquinas de coser	20	166	240	2256	2496	1.45	14	90.4%	S/. 83,471
Remalladoras	8	36	145	2351	2496	4.03	65	94.2%	S/. 50,431
Planchas	3	14	55	2441	2496	3.82	170	97.8%	S/. 19,129
Planchadora de ropa	4	22	90	2406	2496	4.17	111	96.4%	S/. 31,302
Recubridora	8	29	158	2339	2496	5.47	81	93.7%	S/. 54,778
Bordadora	2	14	53	2444	2496	3.65	170	97.9%	S/. 18,259
Máquina pegabotones	2	86	63	2434	2496	0.72	28	97.5%	S/. 21,737
Total	50	410	859	2389	2496	3.07	87	95.7%	S/. 298,584

Elaboración propia

Además el incremento de la disponibilidad se vio reflejado en un incremento de las ventas de un 5%, así como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 19: incremento de las ventas

	2016	Con el mantenimiento	AUMENTO	Increment
Ventas	S/. 3,100,366	S/. 3,246,203	105%	S/. 145,837

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Falta de procedimiento de mantenimiento definido (Cr9)

La empresa no cuenta con un proceso de mantenimiento definido, es por ello que cuando se genera una falla en los equipos de producción no se sabe cómo proceder para solicitar que se arreglen los equipos. Por tal motivo este indicador es de 0%.

4.1.2.1 Pérdida por la Cr9

La falta de un proceso de mantenimiento ocasiona que se tenga tiempos de parada debido que los operarios no saben lo que tiene que hacer para solicitar un mantenimiento para sus equipos.

Es por ello durante el año 2016 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico es el 10% del tiempo total de reparaciones TTR el cual es de 171 horas

Al valorizar el tiempo como Costo Lucro Cesante asciende a un total de S/.59, 716.

4.1.2.2 Desarrollo de la propuesta de mejora: Procedimiento de mantenimiento

Como propuesta de mejora se plantea diseñar procedimientos de atención para el mantenimiento correctivo y preventivo.

Procedimiento: “Ma nt e nimie nt o Pre ve nt ivo y Co r re ct ivo de

Ma q uina ria y Eq uip o”

A. OBJETIVO

Contar con un sistema de trabajo que permita administrar, controlar y monitorear el mantenimiento correctivo y preventivo de la maquinaria y equipo de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L. con el propósito de disminuir los mantenimientos correctivos y los paros de los equipos de producción.

B. ALCANCE

El alcance del mantenimiento preventivo y correctivo comprende a los equipos y maquinarias relacionadas con los procesos de producción aunque esto no lo limita como guía de ejecución en los demás equipos de la empresa.

C. RESPONSABILIDADES

A continuación se muestra las responsabilidades y frecuencia de actividades que realizarán el operario, supervisor y el mecánico contratado.

1. OPERADOR

Mantenimiento semanal

Limpiar todos los restos de género de alrededor del área de costura con una escobilla.

Secar el exceso de aceite.

Revisar todos los medidores de aceite.

Lubricación manual cuando y donde sea necesario.

Desconectar máquina cuando no se está usando.

Dejar algún retal bajo el prensatelas, cuando la máquina no se esté usando.

2. SUPERVISOR

Mantenimiento semanal

Inspeccionar para ver si todas las operarias llevan a cabo el deber diario de mantenimiento

de la máquina.

Revisar y comprobar que se cumplen las precauciones de seguridad.

Llenar las cajas de agujas, con los tipos y tamaños correctos para los diferentes modelos de máquinas que se hayan en la sección.

Tirar todas las agujas rotas o dañadas en una caja de desperdicios especial. Nunca deben quedar en los cajones de las mesas, apiladas o en el suelo.

Tener en cuenta los hilos que se usan.

Comprobar que las máquinas estén correctamente enhebradas, hilo en las canillas, y todos los otros hilos a una distancia prudente del alcance de la polea y la correa.

3. MECANICO

3.1 Diariamente

Lubricar las máquinas especiales, que no puedan ser lubricadas por las operadoras.

Revisar el aire, aceite y vapor.

Revisar las herramientas.

Informar al supervisor/a de cualquier negligencia por parte del operador/a en el mantenimiento de la máquina.

3.2 Semanalmente

Inspeccionar todas las máquinas, donde se requiera limpiar con aire* o escobillas.

Las máquinas con el tipo de "reservoirs" abierto deben estar libres de cualquier recorte de género y materias extrañas y se deben revisar los niveles de aceite.

Pedir recambios y agujas para mantener su stock de piezas al día.

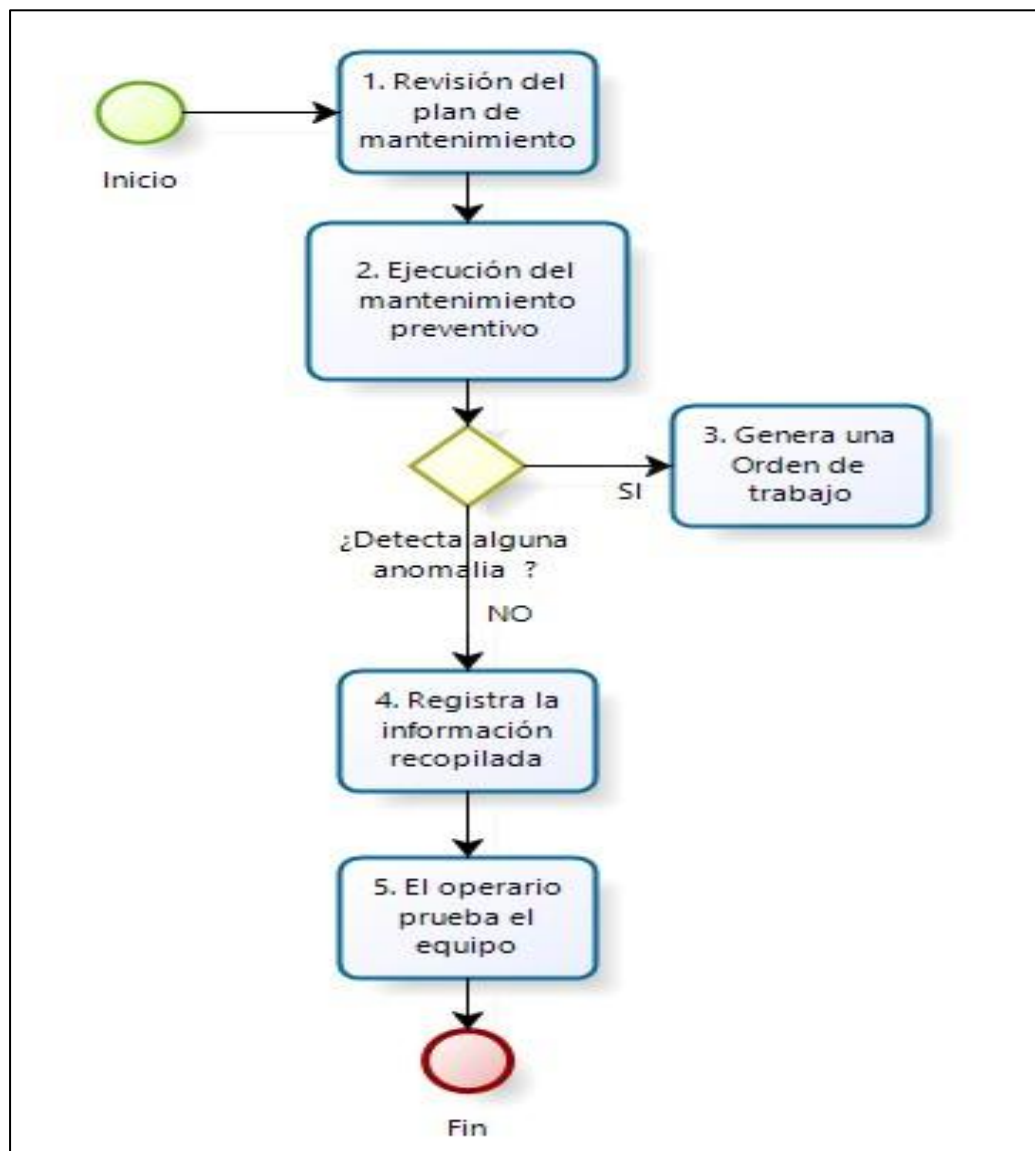
Revisar periódicamente las fichas clínicas y reportar a dirección cualquier exceso de recambios o agujas usadas o exceso de tiempo en paro de la máquina.

Mantener todos los equipos auxiliares en condiciones de trabajo.

Revisar el almacén del que se abastece de líquidos limpiadores, herramientas, retales, gomas, cintas, etc.

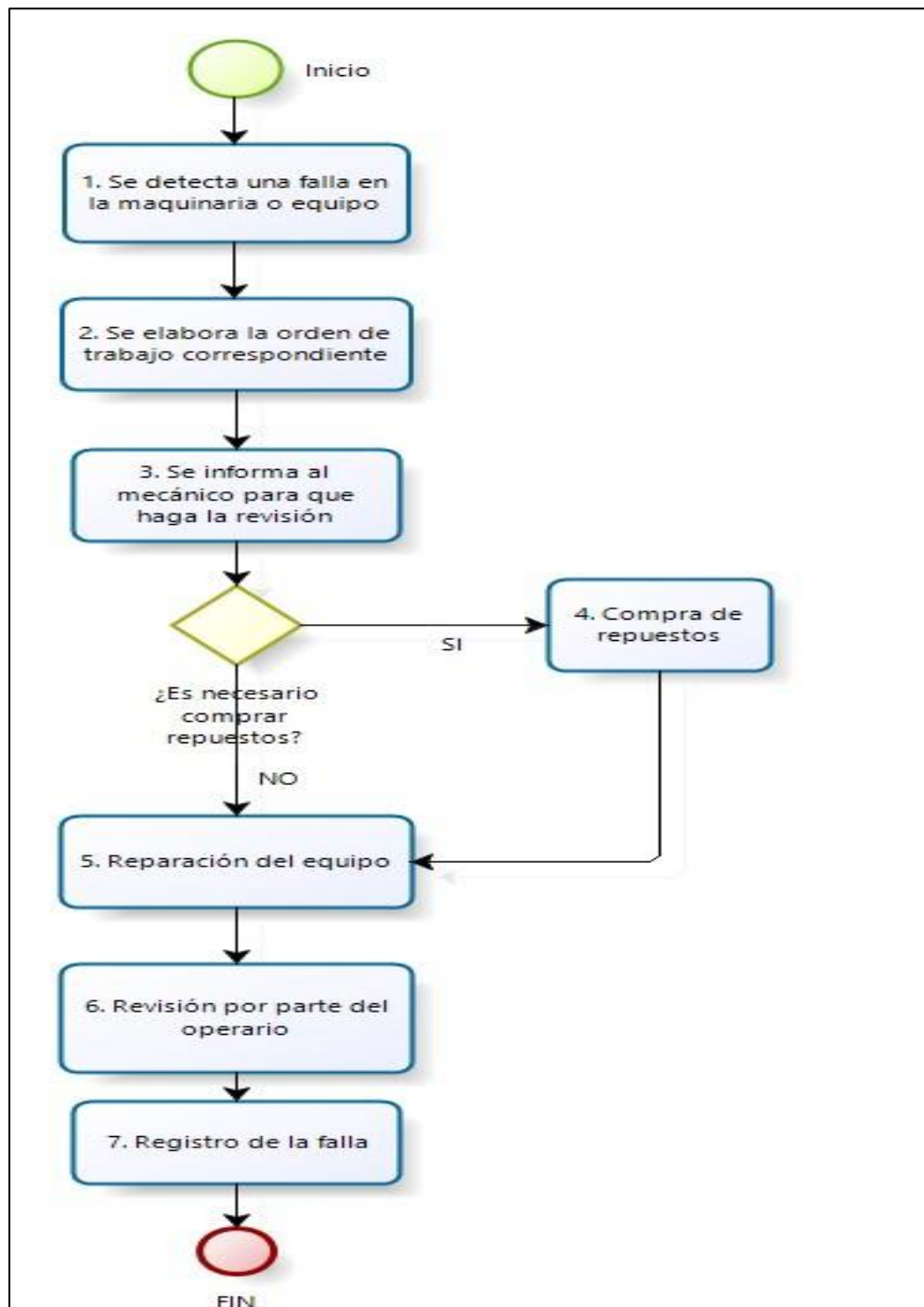
D. Diagrama de flujo para el mantenimiento

Figura N° 25: Procedimiento de Mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 26: Procedimiento de Mantenimiento correctivo



Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Falta de documentación de los equipos (Cr8)

En la empresa se encuentran algunos manuales e instructivos de los equipos, pero no están en uso ya que no se tiene un adecuado registro de ellos como fichas técnicas, historial de fallas, costos de mantenimiento, etc.

Es por ello que este indicador en el cuadro de indicadores se encuentra con un valor de 0%.

4.1.3.1 Pérdida por la Cr8

La falta de documentación al igual que a la causa anterior generan tiempos de demora por el tiempo de respuesta para atender la falla y tiempo de demora para detectar la falla por la falta de documentación que le sirva de base para realizar un diagnóstico adecuado.

Es por ello durante el año 2016 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico es el 10% del tiempo total de reparaciones TTR el cual es de 171 horas

Al valorizar el tiempo como Costo Lucro Cesante asciende a un total de S/.59, 716.

4.1.3.2 Desarrollo de la propuesta de mejora: Gestión de la documentación

Actualmente, la empresa no tiene documentado ningún equipo, es por ello que se elaboró formatos para que de ahora en adelante pueda tener una ficha técnica para cada equipo en donde hagan un registro de fallas y otras actividades relacionadas a la operación de sus equipos.

Los formatos propuestos son:

1. Ficha técnica (Ver anexo N° 02)
2. Formato de lista de equipos en mantenimiento (Ver anexo N° 03)
3. Historial de revisiones y reparaciones (Ver anexo N° 04)

4. Formato de plan de mantenimiento preventivo por equipo (Ver anexo N° 05)

A continuación se muestra un ejemplo de una ficha técnica de un equipo del área de producción

Figura N° 27: Ficha técnica

Ficha Técnica de Máquinas y Equipos			
			FMAN-02
Nombre de	Pegabotones	Área:	Producción
Codigo:	PMPE-49	Marca:	Deyee
Descripción			
Es una máquina que realiza el proceso de pegar los botones de las prenda.			
Datos			
Máxima Velocidad de costura: 1500 HZ: 50/60 VOLTIOS 220V PROCEDENCIA: TAIWAN (DISEÑO JAPONES) PESO: 28 Kg CANT. HILOS: 1 1 CANT. AGUJAS: 1 MODELO DE AGUJA: TQ X 1 ANCHO DE PUNTADA: 8-16-32 mm LARGO DE PUNTADA: 8-16-32 mm DIMENSIONES DE PAQUETE: 50.5 X 33 X 42 cm			
Foto			
			
Elaborado por:			

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3 Impacto de la propuesta de mejora en las causas raíces Cr9 y Cr8

Con las propuestas de mejora del procedimiento de mantenimiento y la adquisición de equipos y herramientas se espera reducir la pérdida inicial de S/.59, 716 a S/.35, 830.

Cuadro N° 20: Impacto en las causas raíces Cr9 y Cr8

Causa	Descripción	Nombre del Indicador	Fórmula	Und	Valor actual	VA(soles)	Valor Meta	VF(soles)	Beneficio (soles)
Cr9	Falta de procedimiento de mantenimiento definido	% de procedimientos de mantenimiento	$(N^{\circ} \text{ procedimientos de mantenimiento} / N^{\circ} \text{ de procedimientos totales}) \times 100\%$	%	0%	S/. 59,717	100%	S/. 35,830	S/. 23,887
Cr8	Falta de documentación de los equipos .	% de equipos documentados	$(N^{\circ} \text{ equipos documentados} / \text{Total de equipos}) \times 100\%$	%	0%		100%		

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Falta de equipos para realizar el mantenimiento (CR6)

La empresa de confecciones Danpar E.I.R.L. no tiene herramientas y equipos para que los usuarios puedan realizar un tipo de mantenimiento o limpieza de los mismos. Es por ello que solicitan mantenimiento externo ya que ellos vienen con equipos y herramientas adecuados para realizar la corrección de las fallas.

Por tal motivo, este indicador en el cuadro de indicadores se encuentra con un valor de 0%.

4.1.4.1 Pérdida por la Cr6

El costo de no tener estos equipos se estima que equivale a un 10% (S/.12, 500) del monto total facturado el cual fue de S/.125, 000.

4.1.4.2 Propuesta de mejora: Adquisición de equipos para el monitoreo

En esta etapa se sugiere a la empresa tenga equipos especiales que le permita analizar parámetros específicos que le permiten detectar una falla como (sobrecalentamiento, aceite en mal estado, etc).

Los equipos que deben adquirir son:

- 1) Termógrafo
- 2) Voltímetro
- 3) Amperímetro
- 4) Viscosímetro

Cuadro N° 21: Costo de la adquisición de equipos de monitoreo

Equipo predictivo	Costo (soles)
Termografo	S/. 3,500.00
Voltimetro	S/. 1,110.89
Amperimetro	S/. 650.00
Viscosimetro	S/. 1,200.00
Inversión	S/. 6,461

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en el cuadro anterior, el monto total para la adquisición de los equipos es de S/.6,641.00

4.1.4.3 Impacto de la propuesta de mejora

Con la adquisición de los equipos necesarios para realizar el mantenimiento preventivo de los equipos se espera reducir la pérdida en un 100%, ya que la empresa contará con equipos y herramientas adecuadas.

Cuadro N° 22: Reducción de la pérdida por falta de equipos

	2016	Con la propuesta de mejora
Pérdida por falta de equipos	S/. 12,500.00	S/. 0.00

Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Falta de capacitación en temas de mantenimiento (CR4)

Como ya se mencionó en la cusa raíz N° 7 (CR7), no se tiene un área de mantenimiento ni personal encargado. A pesar de ello el personal de producción no tiene conocimientos de qué hacer cuando se produce una falla en sus equipos y esto debido a que la empresa Danpar E.I.R.L.

Además, el personal no realiza la limpieza necesaria a los equipos y no está capacitado en el correcto uso de los mismos.

Por tal motivo que cuando se presenta una falla se deja la maquina parada hasta que el técnico venga a darle el respectivo mantenimiento.

4.1.5.1 Pérdida por la Cr4

En promedio se sabe que durante el año 2016 el monto por mantenimiento externo fue de S/.112,500 y se tuvo un gasto total en repuestos por un monto total de S/.55,000.

4.1.5.2 Propuesta de mejora: Elaboración del programa de capacitación.

Para asegurar que el plan de mantenimiento preventivo pueda realizarse, es necesario brindar capacitaciones externas que aborden temas que tengan relación con la gestión de mantenimiento de equipos industriales.

Este programa consta de 12 capacitaciones que se darán a lo largo del año 2017. El costo de estas capacitaciones asciende a S/.72,000.00

A continuación en el cuadro N° 23, se muestra el cronograma de capacitaciones propuesto:

Cuadro N° 23: Cronograma de capacitación propuesto

N°	TEMA	CRONOGRAMA												Horas	COSTO		
		E	F	M	A	M	J	L	A	S	O	N	D				
1	Mantenimiento preventivo	X														6	S/. 6,000
2	Herramientas para la Gestión del Mantenimiento		X													6	S/. 6,000
3	Gestión del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad			X												6	S/. 6,000
4	Técnicas de Lubricación Industrial				X											6	S/. 6,000
5	Análisis vibracional - Manejo de equipos-predictivos					X										6	S/. 6,000
6	Análisis de la calidad de aceite						X									6	S/. 6,000
7	Las 5S en el ambiente de trabajo							X								6	S/. 6,000
8	Clasificación de repuestos ABC								X							6	S/. 6,000
9	Técnicas predictivas									X						6	S/. 6,000
10	Herramientas de la calidad										X					6	S/. 6,000
11	KPI's de Mantenimiento											X				6	S/. 6,000
12	Costos de Mantenimiento Industrial												X			6	S/. 6,000
TOTAL												72	S/. 72,000.00				

Fuente: Elaboración propia

4.1.5.3 Impacto de la propuesta de mejora

Con el programa de capacitación propuesto se espera reducir el costo del mantenimiento externo en un 31% y con la reducción del número de fallas se reducirá en un 45% el costo de repuestos ya que ya no habrá que hacer recambios de piezas antes de tiempo.

Cuadro N° 24: Reducción del mantenimiento externo y costos de repuestos

	2016	Con la propuesta de mejora	% reducción
Costo de mantenimiento externo	S/. 112,500.00	S/. 77,500.00	-31%
Costo de repuestos	S/. 55,000.00	S/. 30,000.00	-45%
Total	S/. 167,500.00	S/. 107,500.00	-35.8%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN

ECONÓMICA Y

FINANCIERA

5.1 Inversión para la propuesta de mejora

Para el desarrollo de la propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento preventivo para los equipos de producción de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L. es necesario realizar la inversión que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 25: Inversión de la propuesta de mejora

Descripción	Costo (soles)
Inversión en instrumentos predictivos	S/. 6,461
Inversión en capacitación	S/. 72,000
Mano de obra	S/. 43,200
Herramientas	S/. 25,000
Total	S/. 146,661

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 26: Depreciación anual

Equipo predictivo	Costo (soles)	Vida Útil	Dreiciación mensual
Termografo	S/. 3,500.00	5	S/. 700.00
Voltmetro	S/. 1,110.89	5	S/. 222.18
Ampermetro	S/. 650.00	5	S/. 130.00
Viscosímetro	S/. 1,200.00	5	S/. 240.00
Inversión	S/. 6,461	5	S/. 1,292.18

Fuente: Elaboración propia

5.2 Ahorro implementando la propuesta

1. Reducción de un 40 % de las fallas en los equipos del área de producción, esto permite reducir el costo de mantenimientos realizado por terceros en un 31% (S/.35, 000).
2. La reducción de las fallas permite reducir el costo de repuestos en un 45% (S/.25, 000).
3. El incremento de la disponibilidad de los equipos de 91.4 % a 95.7%, permite incrementar en un 5% las ventas (S/.145, 837).

Cuadro N° 27: Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año

INGRESOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Venta adicional(incremento ventas)	S/. 11,768	S/. 12,814	S/. 15,288	S/. 14,863	S/. 12,644	S/. 11,074	S/. 11,043	S/. 11,556	S/. 10,974	S/. 10,578	S/. 11,202	S/. 12,034	S/. 145,837
Ahorro por los servicios de terceros	S/. 2,917	S/. 2,917	S/. 2,917	S/. 2,917	S/. 2,917	S/. 2,917	S/. 2,917	S/. 2,917	S/. 2,917	S/. 2,917	S/. 2,917	S/. 2,917	S/. 35,000
Ahorro en la compra de repuestos	S/. 2,083	S/. 2,083	S/. 2,083	S/. 2,083	S/. 2,083	S/. 2,083	S/. 2,083	S/. 2,083	S/. 2,083	S/. 2,083	S/. 2,083	S/. 2,083	S/. 25,000
Ahorro por gestión de la documentación y compra de equipos	S/. 1,991	S/. 1,991	S/. 1,991	S/. 1,991	S/. 1,991	S/. 1,991	S/. 1,991	S/. 1,991	S/. 1,991	S/. 1,991	S/. 1,991	S/. 1,991	S/. 23,887
Ahorro por la compra de equipos	S/. 1,042	S/. 1,042	S/. 1,042	S/. 1,042	S/. 1,042	S/. 1,042	S/. 1,042	S/. 1,042	S/. 1,042	S/. 1,042	S/. 1,042	S/. 1,042	S/. 12,500
INGRESO TOTAL	S/. 19,800	S/. 20,846	S/. 23,320	S/. 22,895	S/. 20,676	S/. 19,106	S/. 19,075	S/. 19,588	S/. 19,006	S/. 18,610	S/. 19,234	S/. 20,066	S/. 242,223

Fuente: Elaboración propia

5.3 Estado de resultados

Inversión total: S/. 146,661

Costo de oportunidad anual: 14% anual

Cuadro N° 28: Estado de resultados anual

Estado de resultados		Incremento anual ventas	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Mensual	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ingresos		S/. 242,223	S/. 244,646	S/. 247,092	S/. 249,563	S/. 252,059	S/. 254,579	S/. 257,125	S/. 259,696
costos operativos		S/. 109,001	S/. 110,091	S/. 111,191	S/. 112,303	S/. 113,426	S/. 114,561	S/. 115,706	S/. 116,863
depreciación		S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292
Utilidad bruta		S/. 131,931	S/. 133,263	S/. 134,608	S/. 135,967	S/. 137,340	S/. 138,726	S/. 140,127	S/. 141,541
Gav		S/. 6,597	S/. 6,663	S/. 6,730	S/. 6,798	S/. 6,867	S/. 6,936	S/. 7,006	S/. 7,077
Utilidad antes de impuestos		S/. 125,334	S/. 126,600	S/. 127,878	S/. 129,169	S/. 130,473	S/. 131,790	S/. 133,120	S/. 134,464
Impuestos		S/. 33,840	S/. 34,182	S/. 34,527	S/. 34,876	S/. 35,228	S/. 35,583	S/. 35,942	S/. 36,305
Utilidad después de impuestos		S/. 91,494	S/. 92,418	S/. 93,351	S/. 94,293	S/. 95,245	S/. 96,207	S/. 97,178	S/. 98,159

Fuente: Elaboración propia

5.4 Flujo de caja

Cuadro N° 29: Flujo de caja anual

Flujo de Caja									
Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Utilidad después de impuestos		S/. 91,494	S/. 92,418	S/. 93,351	S/. 94,293	S/. 95,245	S/. 96,207	S/. 97,178	S/. 98,159
depreciación		S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292	S/. 1,292
Flujo neto de efectivo	-S/. 146,661	S/. 92,786	S/. 93,710	S/. 94,643	S/. 95,586	S/. 96,538	S/. 97,499	S/. 98,470	S/. 99,451

Fuente: Elaboración propia

5.5 Calculo del TIR/VAN

Cuadro N° 30: Indicadores económicos anuales

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo neto Efectivo	-S/. 146,661	S/. 92,786	S/. 93,710	S/. 94,643	S/. 95,586	S/. 96,538	S/. 97,499	S/. 98,470	S/. 99,451

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos totales		S/. 242,223	S/. 244,646	S/. 247,092	S/. 249,563	S/. 252,059	S/. 254,579	S/. 257,125	S/. 259,696
Egresos totales		S/. 149,437	S/. 150,936	S/. 152,449	S/. 153,977	S/. 155,521	S/. 157,080	S/. 158,655	S/. 160,246

VAN ingresos	S/. 1,155,955	SOLES
VAN egresos	S/. 713,207	SOLES
PRI (AÑOS)	2.65	AÑOS
PRI (MESES))	31.8	MESES

VAN	S/. 442,747			
TIR	62.9%	>	COK	14.0%
B/C	1.6			

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6

RESULTADOS Y

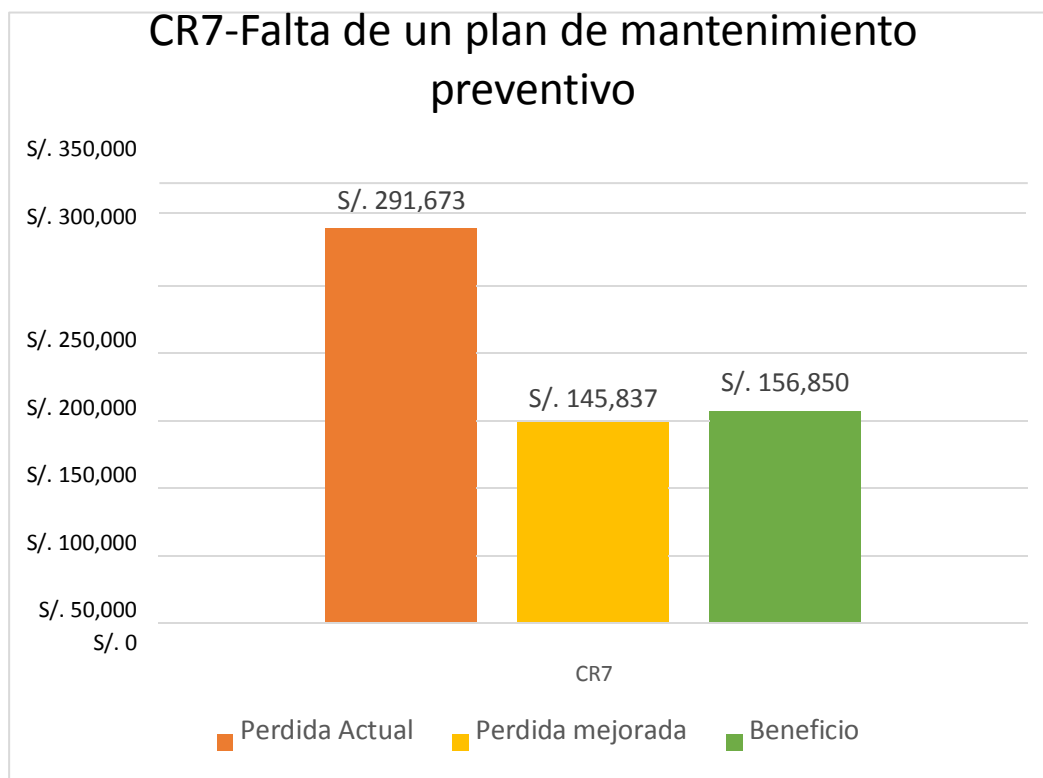
DISCUSIÓN

6.1 Resultados

- A.** Luego de la realización de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción para incrementar la rentabilidad de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L., se obtuvo que se reducirá en un 40% el número de fallas correctivas incrementando la disponibilidad en un 4.3%, esto permitió incrementar las ventas en S/.145, 837. Además se logró reducir los costos de mantenimiento realizado por terceros en un 31% (S/. 35,000) y de la reducción del monto de repuestos en un 45%(S/. 25,000). También se logró un ahorro por la gestión de la documentación y compra de equipos por un monto de S/. 36,387. Cabe mencionar que la propuesta de mejora permitió incrementar la rentabilidad de la empresa de 28% a 30%.
- B.** El VAN (valor actual neto) de la implementación de este proyecto luego del análisis del flujo de caja proyectado a 8 años por la implementación de las herramientas es de S/. 442,747, lo que indica que es un proyecto rentable para la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L.
- C.** La tasa interna de retorno (TIR) es de 62.9 %. Esta es la tasa a la cual retornará la inversión de este proyecto y que es mucho mayor a la tasa base que la empresa desea ganar (COK>14% anual) por lo que se concluye que el proyecto es Rentable.
- D.** El indicador de costo beneficio dio como resultado 1.6, lo que nos indica que por cada S/. 1.00 invertido en este proyecto, la empresa ganará S/. 0.60.

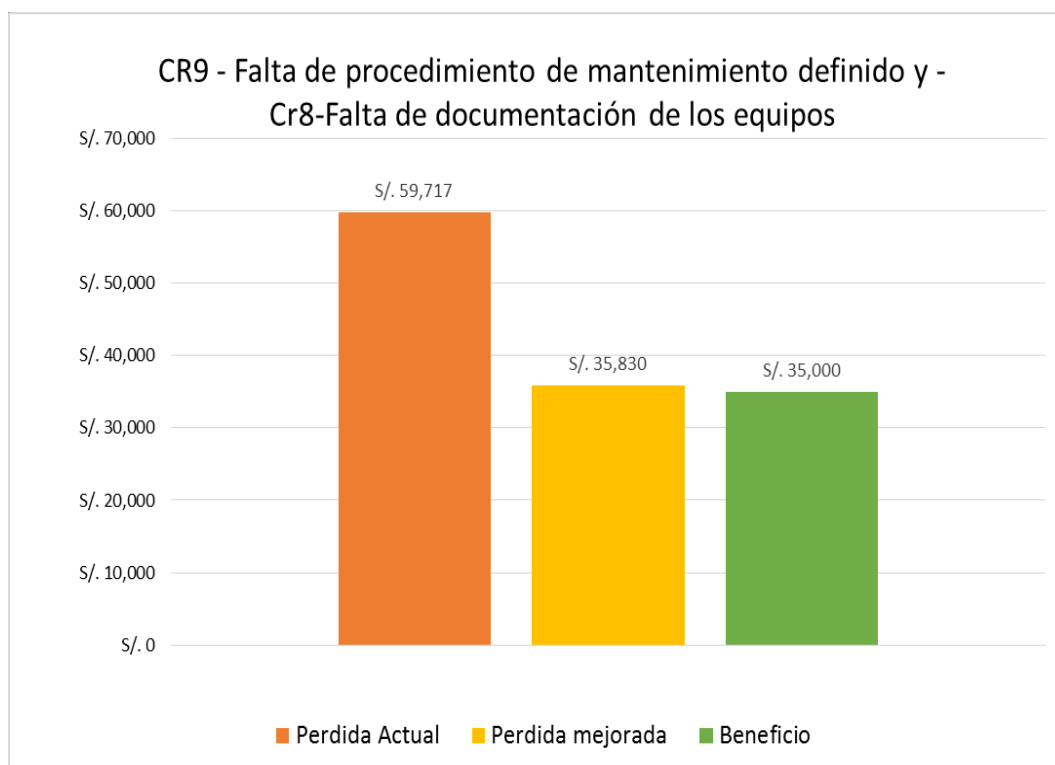
A continuación se muestran gráficas para mostrar las pérdidas actuales y mejoradas y el beneficio obtenido con las propuestas de mejora para cada causa raíz.

Figura N° 28: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR7



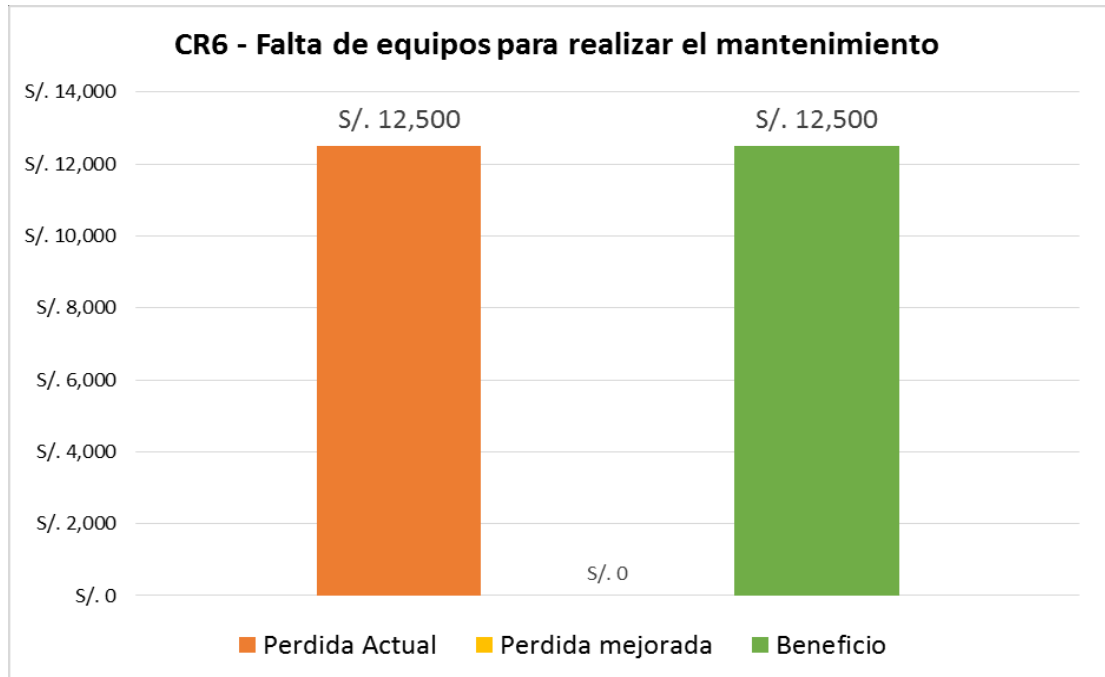
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 29: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR9 y CR8



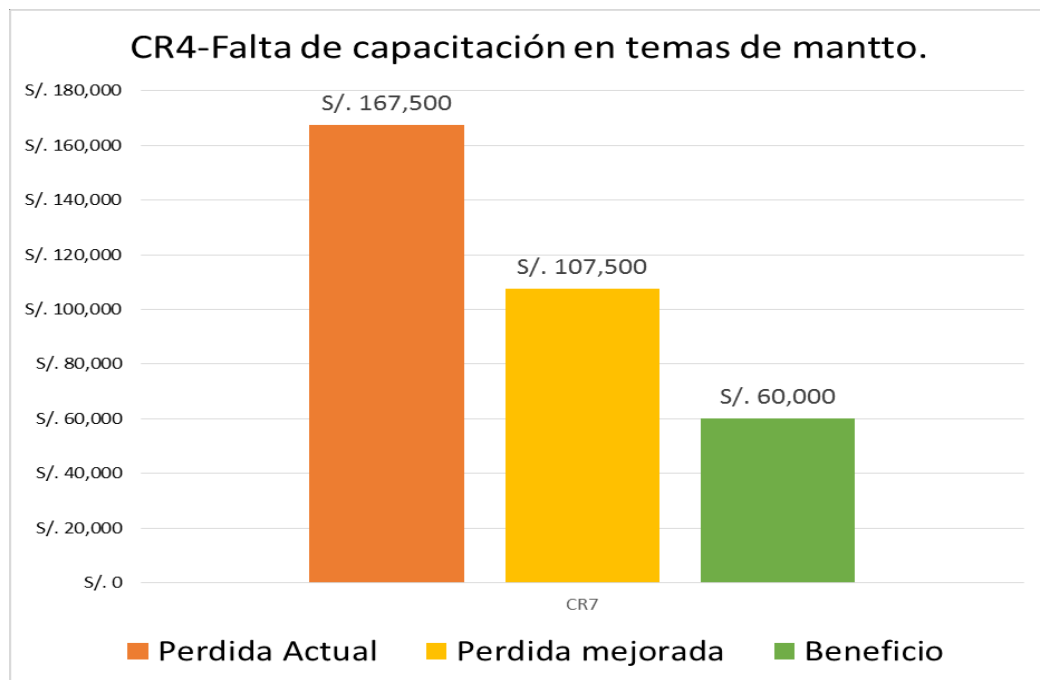
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 30: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR6



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 31: Valores de pérdida actual y mejorada para la CR4



Fuente: Elaboración propia

6.2 Discusión

- A.** La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción logró incrementar la rentabilidad de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L de 28% a 30%, debido a que este plan reduce el número de fallas en un 40% y esto a su vez logró incrementar la disponibilidad de los equipos en 4.3%. Esto a su vez permitió incrementar las ventas en un 5% en el primer año, posteriormente se tomo un incremento del 1 % en la producción.para los proximos 7 años generando ingresos totales por ventas y ahorros por un monto de S/. 2,006,983.
- B.** El VAN del proyecto fue S/. 442,747, el cual se obtuvo por el incremento del 5% en las ventas, ahorro en la compra de repuestos (S/. 25,000) y ahorro en el servicio del mantenimiento externo (S/. 37,500), ahorro por la gestión de la documentación y compra de equipos por un monto de S/. 36,387. Todo ello generó ingresos anuales por un monto de S/. 242,223, y se obtuvo un flujo neto de efectivo anual promedio de S/. 96,085, a un tasa de 14% anual.
- C.** Para la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L. el 14% anual es la tasa base para determinar que un proyecto es viable. Es por ello que para determinar si el proyecto es viable se halló el TIR de la propuesta de mejora, para ello se tuvo en cuenta la inversión que se realizó el cual fue de S/.146,611 soles y el flujo de efectivo anual promedio el cual fue de S/. 96,085, obteniéndose como resultado un TIR de 62.9%, con lo cual nos indica que el proyecto es rentable (TIR >14%).
- D.** Se obtuvo ingresos anuales por el incremento de las ventas de un 5% en el primer año, posteriormente se tomo un incremento del 1 % en la producción.para los proximos 7 años. Todos estos ingresos ascendieron a un total de S/. 1, 155,955. Se obtuvo unos egresos de S/. 713,207 por los gastos propios de la operación. Para obtener el indicador de Costo beneficio se procedió a dividir estos 2 valores, dando como resultado 1.6.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- A.** Se logró incrementar la rentabilidad de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L. de 28% a 30%. Esto se logró debido a que este plan permitió incrementar la disponibilidad de los equipos en 4.3% por lo cual se logró incrementar las ventas en un 5% y se logró generar ahorros por un total de S/. 242,223 para el primer año, posteriormente se fue incrementando estos ingresos obteniendo en 8 años un monto total de S/. 2,006,983.
- B.** Se realizó el diagnóstico de la situación actual de los procesos de mantenimiento de los equipos del área de producción encontrando que los principales problemas que afectan a la rentabilidad actual son: La falta de un mantenimiento preventivo lo que originó que el año 2016 se tenga una disponibilidad de los equipos fue de 91.4%, lo que ocasionó un Costo Lucro cesante (CLC) de S/. 597,168. La empresa no cuenta con un proceso de mantenimiento definido, es por ello que cuando se genera una falla en los equipos de producción no se sabe cómo proceder para solicitar que se arreglen los equipos. La falta de documentación de los equipos ya que no se tiene un adecuado registro de fichas técnicas, historial de fallas, costos de mantenimiento, etc. Por último cabe mencionar que la empresa no tiene herramientas y equipos para que los usuarios puedan realizar un tipo de mantenimiento o limpieza de los mismos.
- C.** Se desarrolló la propuesta de mejora para los equipos de área de producción de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L., para lo cual se realizó un plan de mantenimiento preventivo, procedimiento de mantenimiento, formatos para mejorar la gestión de la documentación, adquisición de equipos de monitoreo, compra de herramienta y un plan de capacitaciones. Estas mejoras lograron incrementar la disponibilidad de los equipos de 91.4% a 95.7%, generando ingresos por un monto total S/. 2,006,983 durante los 8 años en los cuales se proyectó el flujo de caja.

D. Se hizo la evaluación económica / financiera de la propuesta de mejora en un periodo de 8 años, dando como resultado que el proyecto es RENTABLE

VAN : S/. 442,747

TIR : 62.9%

B/C : 1.6

PRI : 2.65 (años) = 31.8 meses

7.2 Recomendaciones

- A.** Se recomienda que la empresa de confecciones Danpar debe poner en práctica el plan de mantenimiento preventivo propuesto y de esta manera asegurarse de que sus equipos estén en buen estado a la hora de utilizarlos para la producción de las diferentes prendas de vestir.
- B.** Se recomienda destinar un presupuesto todos los años para capacitar constantemente a los operarios de producción, no solo en temas referentes al mantenimiento de sus equipos sino también en el manejo y manipulación de los mismos.
- C.** Se recomienda implementar un área física de mantenimiento con personal calificado para la atención de las fallas que se presenten en sus equipos, disminuyendo el tiempo de atención e incrementando la productividad.
- D.** Se recomienda realizar registros de sus fallas usando los formatos propuestos, para que poco a poco vayan creando un historial de fallas y tener una mejor gestión del mantenimiento de sus equipos.

Bibliografía

- Libros:

Knezevic, Jezdimir (1996). *Mantenimiento*. España: Isdefe.

Suárez, D. (2001). *Guía Teórico – Práctico Mantenimiento Mecánico*.
Universidad de Oriente, Puerto La Cruz

- Tesis:

Álvarez G. (2004), “Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica Industrias AVM S.A.”, Tesis de grado, Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad Industrial de Stander, Bucaramanga. [En línea] Recuperado el 10 de Marzo del 2017, de <http://www.atmosferis.com/mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo/>.

Macedo R. (2014), “Mejora del sistema de gestión de mantenimiento preventivo sistemático para incrementar la confiabilidad en planta de producción de alimentos de minera Yanacocha”, Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte, Trujillo-Perú. Recuperado el 10 de Marzo del 2017, de <http://www.uteq.edu.mx/tesis/IMI/0339.pdf>

Peralta A. (2010), “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los laboratorios de metalmecánica del SECAP y propuesta de distribución de maquinaria, Tesis de grado, Carrera de Ingeniería Mecánica, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. [En línea] Recuperado el 10 de Marzo del 2017, de <http://www.atmosferis.com/mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo/>.

Ricaldi, M (2016), “Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento”, Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima-Perú. .

[En línea] Recuperado el 10 de Marzo del 2017, de http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/315015/2/ri_caldi_am-pub-tesis.pdf

Valera S. (2013), "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo", Tesis de grado, Ingeniería de mantenimiento Industrial, Universidad Tecnológica de Querétaro, Querétaro. [En línea] Recuperado el 10 de Marzo del 2017, de <http://www.uteq.edu.mx/tesis/IMI/0339.pdf>

- Páginas web:

Botero, C. (1991). *Manual de Mantenimiento*. [En línea] Recuperado el 10 de Marzo del 2017, de https://docs.google.com/document/d/1DV5c4w0G4QcZFTdrgcccOIRBklHfs_A-8b5_ZSiMw1M8/preview?pli=1

Ecured (s.f.). *Mantenimiento planificado*. [En línea] Recuperado el 10 de Marzo del 2017, de http://www.ecured.cu/index.php/Mantenimiento_preventivo_planificado

Espinosa Fuentes, F. (s.f.). *Confiabilidad Operacional De Equipos: Metodologías Y Herramientas*. [En línea] Recuperado el 10 de Marzo del 2017, de <http://campuscurico.utralca.cl/~fepinos/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20y%20sus%20herramientas.pdf>.

Moreno, C. (s.f.). Indicadores de gestión de mantenimiento. [En línea] Recuperado el 10 de Marzo del 2017, de http://reliability-maintenance.blogspot.pe/2009/06/indicadoresdegestiondemantenimiento_02.html

Sima (s.f.). *Mantenimiento preventivo* [En línea] Recuperado el 10 de Marzo del 2017, de https://docs.google.com/document/d/12Spt_DxNytDtC4EuHY9kMjDOeTOvFZ8XWMSnZUC-tPQ/edit

ANEXOS

Anexo N ° 01: Encuesta para el área de Mantenimiento

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN -DANPAR E.I.R.L.

Área : PRODUCCIÓN

Problema : BAJA RENTABILIDAD

Nombre: _____ Área: _____

Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en el Problema.


Valorización	Puntaje
Muy alto	3
Alto	2
Regular	1
Bajo	0

EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTEN LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA :

Causa	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	Calificación			
		Muy alto	Alto	Regular	Bajo
Cr1	Falta de orden el almacén de materiales				
Cr2	Falta de supervisión				
Cr3	Falta de control de calidad				
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantto.				
Cr5	Falta de incentivos a los trabajadores				
Cr6	Falta de equipos para realizar el mantenimiento				
Cr7	Falta de un plan de mantenimiento preventivo				
Cr8	Falta de documentación de los equipos .				
Cr9	Falta de procedimiento de mantenimiento definido				
Cr10	Falta de procedimientos de trabajo				


Fuente: Elaboración propia

Anexo N ° 02: Formato de Ficha técnica

Ficha Técnica de Máquinas y Equipos			
			FMAN-02
Nombre de Máquina/Equipo:		Área:	
Codigo:		Marca:	
Descripción			
Datos Técnicos			
Foto			
Elaborado por:			


Fuente: Elaboración propia

Anexo N ° 04: Historial de revisiones y reparaciones

Historial de Revisiones y Reparaciones		
		FMAN-03
Nombre de Máquina/Equipo:		
Código:		
Área:		
TAREA (descripción, horas, repuestos, costo, etc)	Hora y fecha	
	Inicio:	
	Finalización:	
	Inicio:	
	Finalización:	
	Inicio:	
	Finalización:	
Elaborado por:		

Fuente: Elaboración propia

**Anexo N ° 05: Formato de plan de mantenimiento preventivo por
equipo**

Plan de Mantenimiento Preventivo			
Nombre de Máquina/Equipo:		Área:	
Código:		Marca:	
Tarea		Periodicidad	
Fecha:		Fecha:	
Nombre y firma de quien reporta		Nombre y firma de quien recibe	

Fuente: Elaboración propia