

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA
FILOSOFÍA RCM (MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD) PARA
LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA DE CONFECCIONES JONLEY S.A.S**



DORIAN ARMANDO CASTRILLÓN CARMONA

RICARDO BYRON GALLEGO LOZANO

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
MEDELLÍN, 2019**

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA
FILOSOFÍA RCM (MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD) PARA
LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA DE CONFECCIONES JONLEY S.A.S**

DORIAN ARMANDO CASTRILLÓN CARMONA

RICARDO BYRON GALLEGO LOZANO

Monografía para optar por al título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Asesor

CARLOS MARIO TAMAYO DOMÍNGUEZ

Msc Carlos Mario Tamayo Domínguez

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

MEDELLÍN, 2019

ÍNDICE

	Pág.
1. RESUMEN.....	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo General	9
2.2 Objetivos Específicos.....	9
3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	10
3.1 Estado del arte	10
3.2 Industria textil y de la confección	12
3.3 Estructura y funcionamiento de las máquinas de coser industriales	14
3.3.1 Tipos de Máquina de Coser	18
3.4. Mantenimiento Industrial	21
3.4.1 Mantenimiento Preventivo	22
3.4.2 Mantenimiento Correctivo.....	23
3.4.3 RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad).....	24
3.5 Conceptos relativos al mantenimiento industrial	27
4. METODOLOGÍA	29
5. RESULTADOS	31
5.1. Diagnóstico de la situación actual del sistema.....	31
5.1.1 Identificación de la disponibilidad de máquinas	33

5.2. Determinación de Funciones, Fallas Funcionales, Modo de Falla y Criticidad.....	36
5.3. Identificación de las frecuencias y tareas de mantenimiento según los resultados del árbol lógico de decisión RCM.....	55
5.4. Acciones de mejora	62
6. CONCLUSIONES	65
REFERENCIAS	67
ANEXOS	70
Anexos 1. Formato orden de trabajo.....	70
Anexos 2. Formato ficha técnica del equipo.....	71
Anexos 3. Formato registros de mantenimiento	72
Anexos 4. Cronograma de mantenimiento.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción componentes generales máquina de coser	15
Tabla 2. Máquinas que integran el sistema de producción	33
Tabla 3. Resultados MTBF y MTTR empresa de confecciones.	34
Tabla 4. Porcentajes de disponibilidad.....	35
Tabla 5. Componentes, fallas funcionales, modos y efectos de las fallas	36
Tabla 6. Matriz de criticidad.....	44
Tabla 7. Matriz de criticidad máquina Plana Doble Agujas.....	45
Tabla 8. Hoja de decisión.....	55
Tabla 9. Tareas a condición	58
Tabla 10. Reacondicionamiento Cíclico	59
Tabla 11. Sustitución Cíclica.....	60
Tabla 12. Búsqueda de Fallas	61
Tabla 13. Funciones técnico	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura general máquina de coser.	14
Figura 2. Mecanismo aguja.	16
Figura 3. Mecanismo de bobina/lanzadera.	17
Figura 4. Mecanismo alimentación del diente de arrastre.	17
Figura 5. Máquina Recubridora.	18
Figura 6. Máquina Fileteadora.	19
Figura 7. Máquina Plana.	19
Figura 8. Máquina Plana Doble Aguja.	20
Figura 9. Máquina Presilladora.	20
Figura 10. Máquina cerradora de codo. F	21
Figura 11. Tareas de mantenimiento RCM.	26
Figura 12. Pasos metodología trabajo.	29
Figura 13. Árbol Lógico de Decisiones.	43
Figura 14. Tareas de Mantenimiento.	62

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexos 1. Formato orden de trabajo.....	70
Anexos 2. Formato ficha técnica del equipo.....	71
Anexos 3. Formato registros de mantenimiento	72
Anexos 4. Cronograma de mantenimiento.....	73

1. RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el fin de diseñar el plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) para los equipos de producción de la empresa JONLEY SAS. Para el desarrollo del estudio se utilizó una metodología exploratoria basada en la descripción de los equipos y componentes que hacen parte del sistema productivo de la empresa.

Dentro de los resultados se logró identificar que el equipo con un menor nivel de disponibilidad de la empresa es la Máquina de Plana de Doble aguja, la cual fue el punto de partida para desarrollar el análisis de criticidad en donde se identificó que el componente que falla con mayor frecuencia es el garfio rotativo y la lubricación.

Una de las conclusiones generales del proceso es que el plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía RCM, de ser implantado en la compañía puede mejorar la disponibilidad de los equipos y, por ende, la productividad de la planta, al tiempo, disminuir costos, prevenir acciones que afecten la seguridad y la salud de los operarios y los efectos negativos en el medio ambiente.

Palabras Clave: máquina de coser plana, industria de la confección, análisis de criticidad.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Diseñar el plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) para los equipos de producción de la empresa JONLEY SAS.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el estado actual del plan de mantenimiento para los equipos usados en el proceso productivo de la empresa JONLEY SAS.
- Establecer las funciones, fallas funcionales, modos de falla y nivel de criticidad del equipo con menor porcentaje de disponibilidad de la empresa JONLEY SAS.
- Identificar las frecuencias y tareas de mantenimiento según los resultados del árbol lógico de decisión RCM.
- Proponer acciones de mejora que conduzcan a reducir tiempos y los costos asociados al mantenimiento correctivo.

3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Tanto el marco teórico como el estado del arte son dos elementos fundamentales en el desarrollo de trabajos de investigación aplicados, en la medida que permiten identificar los inventarios bibliográficos para dar cuenta del conocimiento actual sobre un concepto o tema particular, que en el caso del presente trabajo corresponde a la filosofía de mantenimiento centrado en la confiabilidad (en adelante RCM) y de su aplicación en la industria textil. En consecuencia, en el presente apartado se identifican algunos productos de investigación antecedentes referentes al tema, para posteriormente efectuar un desarrollo teórico que enmarque fundamentos como la funcionalidad de las máquinas de confección y, la aplicación del RCM a este tipo de industrias.

3.1 Estado del arte

A continuación, se expone una recopilación de trabajos de investigación internacionales y nacionales acerca de la filosofía RCM y su aplicación en la industria textil; es menester resaltar que, pese a que se desarrolló una revisión de la literatura en diversas bases de datos como Scielo, y Redalyc, se encontró una reducida producción académica del tema específicamente en el sector de las confecciones, lo que reafirma que el presente trabajo, además de apoyar la gestión del mantenimiento en la empresa de confecciones JONLEY SAS, puede aportar al robustecimiento del corpus teórico ateniendo al tema en el sector.

Dentro de los estudios nacionales se encuentra el de Plaza (2008), titulado “Criterios de subcontratación en mantenimiento textil en el Valle de Aburrá”, en el cual uno de los objetivos se centró en revisar el estado de mantenimiento en el sector textil del Valle de Aburrá, en cuanto a organización, gestión y operación a través de la metodología RCM. La realización de este proyecto

aplica la metodología MIC MAC de análisis prospectivo, en donde se analizaron diversas variables relacionadas con la producción y la gestión del mantenimiento. Dentro de los resultados el autor establece que en general las grandes empresas textiles del Valle de Aburrá desarrollan procesos de mantenimiento tácticos empleando metodologías como RCM y TPM para realizar tareas reactivas y proactivas, asegurando la mayor disponibilidad posible de los equipos. Lo anterior, permite al autor concluir que, a partir de la gestión integral de mantenimiento apoyada en metodologías como RCM, las relaciones que se dan entre cada elemento del sistema aumentan su confiabilidad, mantenibilidad y entre las tres se relacionan por la disponibilidad, que es el parámetro más relevante.

Dentro de los estudios internacionales se encontró la investigación de Navas (2010) titulada “Propuesta de un programa de mantenimiento para la maquinaria del proceso de preparación tejeduría en una empresa textil en San Antonio de Pichincha”. La metodología bajo la cual se desarrolló el trabajo fue de carácter exploratorio, descriptivo y correlativo, basada en un estudio práctico el cual se realizó en una empresa textil. Dentro de los resultados del estudio se resalta que el programa de mantenimiento RCM es una estrategia que permite la evaluación de criterios operacionales, técnicos y de seguridad, que permite realizar planes de mantenimiento enfocados, efectivos y de mejor aprovechamiento de tiempo para la empresa.

Por su parte, Quintero (2017) en su trabajo de investigación “Propuesta de un plan de mantenimiento para el departamento de tejeduría en una empresa textil”, se centró en la identificación y selección del método que permita a una empresa textil actualizar la aplicación de la administración del mantenimiento. Para el desarrollo del estudio se llevó a cabo una metodología cuantitativa descriptiva, en donde se llevaron a cabo procesos prácticos que fueron validados por la empresa y el investigador a la luz de la teoría del RCM. Dentro de los resultados se logró

identificar que en la empresa el RCM se enfoca en qué tareas deben hacerse y por qué deben hacerse, además se debe establecer cuándo se harán, lo que permite mejorar el porcentaje de disponibilidad de los elementos del sistema para asegurar la eficiencia de este.

Finalmente, se cuenta con la investigación de Maya (2018) titulada “Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM”, en la cual, a través de una metodología cualitativa documental argumental que la estrategia de la metodología TPM complementada con la metodología RCM permite realizar una gestión completa del mantenimiento, en tanto, el RCM complementa las condiciones ideales de los elementos del sistema mediante la identificación de posibles puntos de avería a través de la identificación de los modos de falla, lo que permite una línea de producción efectiva.

3.2 Industria textil y de la confección

De acuerdo con Ivester y Neefus (2005) el término industria textil en la actualidad enmarca un conjunto de procesos cuya finalidad es el hilado, punto, costura o anudado de fibras sintéticas o naturales. En un inicio la actividad textil era netamente artesanal y se relacionaba con un medio rural, no obstante, a partir del desarrollo tecnológico (Revolución industrial) y factores como el crecimiento demográfico, se empezaron a establecer telares automatizados los cuales no solo aumentaban la eficiencia del trabajo, sino que permitían cubrir la demanda de la época.

El anterior proceso se vio acelerado por la creación y comercialización en masa de la máquina de coser en 1830, la cual en un principio era considerada por muchas personas como una amenaza al trabajo de los costureros artesanales, hecho que desembocó algunas movilizaciones y revueltas civiles. Pese al rechazo por parte de un sector de la población, las máquinas de coser siguieron desarrollándose, uno de los inventores que posibilitó dicho desarrollo fue Isaac Merritt

Singer quien en 1948 “diseñó el brazo voladizo, el prensatelas, una rueda que conduce el tejido hacia la aguja y un pedal en vez de una manivela, dejando así las dos manos libres para guiar el tejido” (Ivester y Neefus, 2005, p.89).

A partir de la creación de las máquinas Singer, se fundó la primera compañía de fabricación a gran escala de máquinas de coser de uso doméstico e industrial, en donde también se vendía el servicio de mantenimiento, lo cual no solo potenció la industria textil, sino que causó cambios socioeconómicos para las familias de la época.

Sánchez (2011) plantea que en la actualidad la industria textil y de la confección es uno de los sectores manufactureros de mayor importancia para el desarrollo de la economía, máxime en aquellos países en vías de desarrollo como Colombia, en la medida que es generadora de empleo y reactiva sectores afines como el agrícola por el cultivo de algodón y el ganadero por la obtención de pieles, pelos, lanas, entre otros.

Ahora bien, es importante resaltar que, en el caso particular de la industria de la confección (la cual se dedica exclusivamente a la elaboración de prendas) el sistema productivo de las empresas que la integran está comprendido por diversos procesos, entre los cuales se encuentran: diseño, pre-costura, costura y acabado. Dichos procesos no solo requieren de insumos y conocimientos especializados sino de máquinas de coser con funciones específicas como cortar, remallar definir los bordes, hacer puntadas, entre otros.

A partir de lo anterior y con el ánimo de identificar la estructura y funcionalidad de las máquinas de coser empleadas en la industria de la confección, a continuación, se explora los elementos específicos de la máquina de coser y los tipos de máquina que se son utilizadas en mayor medida por las empresas dedicadas a la confección.

3.3 Estructura y funcionamiento de las máquinas de coser industriales

De acuerdo con Jiménez (2014) “la estructura de la máquina de coser se divide en dos partes fundamentales: La bancada y el tablero” (p.122). Dentro del cuerpo de la máquina se encuentra el sistema de engranaje el cual proporciona movimiento a la aguja. De ese mismo cuerpo se desprende un brazo en cuyo extremo opuesto hay una cabeza que apoya la barra de la aguja y una polea que permite tensionar el hilo, tal como se evidencia en la figura 1.

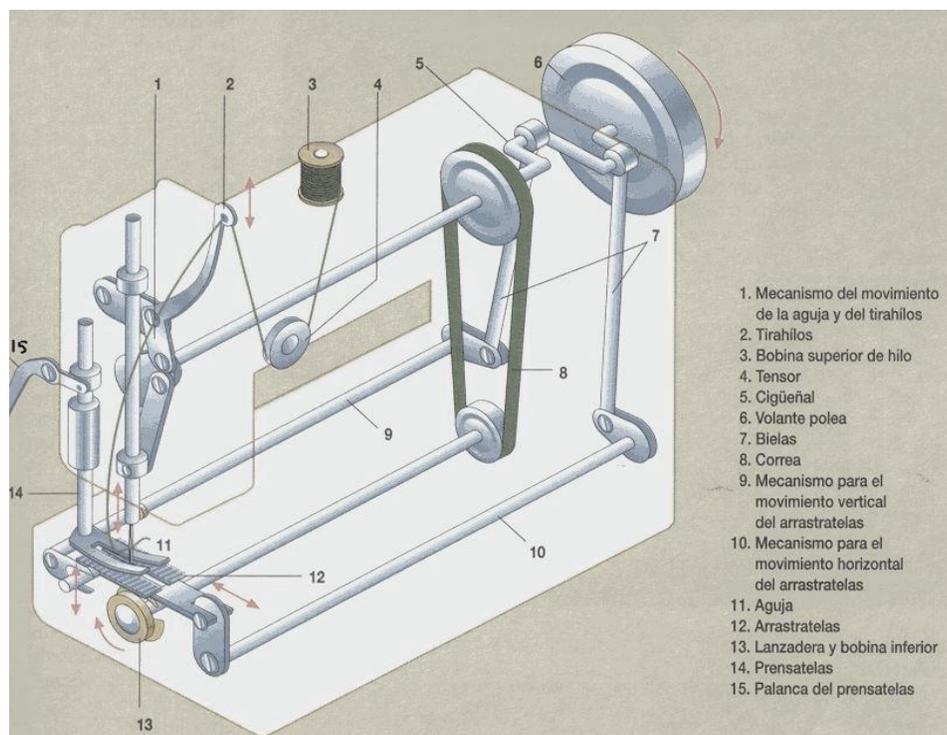


Figura 1. Estructura general máquina de coser. Fuente: Soto (2005)

Con el ánimo de complementar la información anterior, en la Tabla 1 se describe cada componente de la máquina de coser.

Tabla 1. Componentes generales máquina de coser

Componente	Descripción
Volante	Genera movimiento al sistema para de este modo bajar y subir la aguja.
Pie prensatelas	Asegura el material durante la confección y ayuda al movimiento del mismo.
Tablero de extensión	Es el compartimiento para accesorios
Palanca para coser en reversa	Cambia el sentido de la costura
Conexión a la alimentación	Prepara el mando del pedal, permite la circulación de la energía para el accionar de la máquina.
Mando pedal	Permite dar la orden para accionar la máquina
Porta Hilos	Soporte para colocar los hilos
Guía de Hilos	Orificios por donde pasa el hilo hasta llegar a la aguja.
Tornillo Regulador de presión	Brinda presión al pie del prensatela del tejido
Regulador de longitud	Sistema de discos que permiten aumentar o disminuir el tamaño de la puntada
Tira-hilos	Impulsa al hilo del cono, soltando la cantidad suficiente de hilo por puntada.
Placa de aguja	Placa que posee un orificio para el paso de la aguja y un orificio para los dientes de arrastre.
Garfio Rotativo	Permite ver la aguja donde se introduce la bobina
Dientes	Mueve el tejido de un punto fijo a otro para ejecutar la puntada.

Fuente: elaboración propia basada en Jiménez (2014).

Para que todos los sistemas de la máquina de coser funcionen esta debe tener un motor eléctrico, el cual se apoya en la parte inferior de la misma. El motor, por medio de un conjunto de engranajes o poleas acciona el volante en la parte superior y el eje de potencia, activando tres

mecanismos básicos saber: mecanismo de aguja, Mecanismo de bobina y lanzadera y mecanismo de alimentación del diente de arrastre.

En el mecanismo de aguja el eje impulsa una rueda y el cigüeñal, lo cual hace que la aguja suba y baje. En este mecanismo la manivela convierte el movimiento giratorio del motor en el movimiento recíproco (arriba y abajo) de la aguja (Jiménez, 2014, p.122); lo anterior se esquematiza en la figura 2.

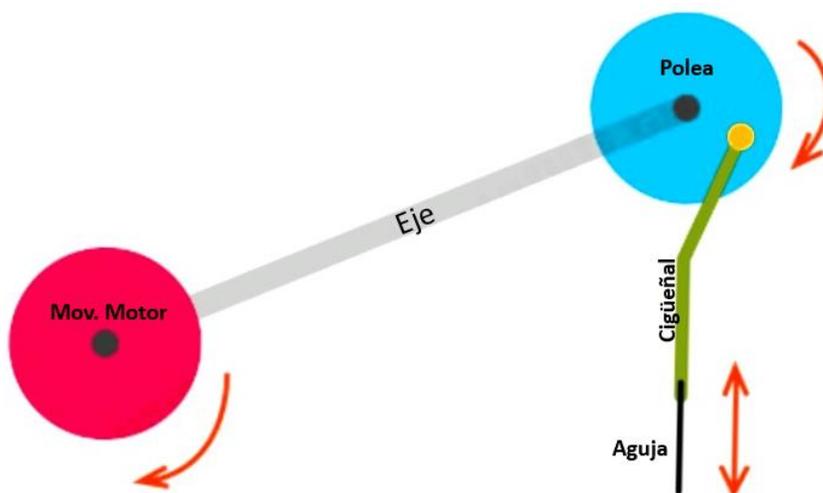


Figura 2. Mecanismo aguja. Fuente: elaboración propia basada en el portal web “Como Funciona”

Por su parte, el mecanismo de bobina y lanzadera hace que las puntadas del hilo de la aguja roten a una velocidad mayor que la aguja; en este caso el eje gira la lanzadera por medio de engranajes, para que la puntada puede realizarse de la manera adecuada (Ver figura 3).

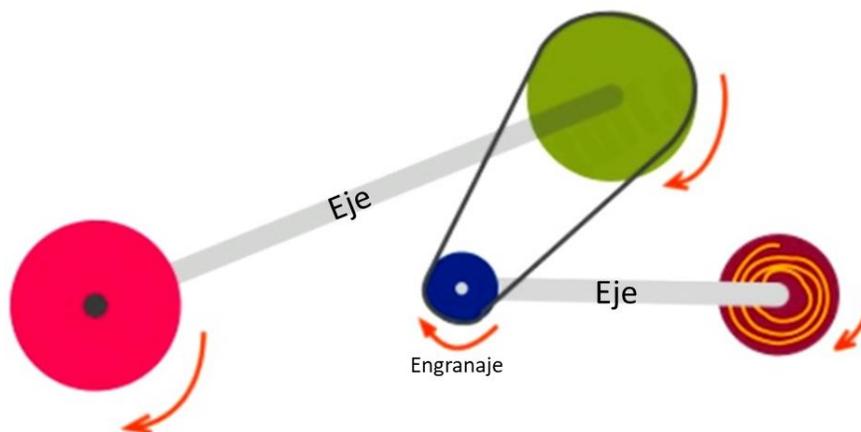


Figura 3. Mecanismo de bobina/lanzadera. Fuente: elaboración propia basada en “Como Funciona”

Finalmente, en el mecanismo de alimentación del diente de arrastre, el transportador desplaza el tejido a una velocidad constante, permitiendo que las puntadas tengan una longitud homogénea; para que esto sea posible la máquina activa por dos procesos interconectados que se accionan desde el eje principal. En el primer proceso, una leva hace que una palanca se balancee hacia adelante y hacia atrás, tirando del diente de arrastre de derecha a izquierda y luego de nuevo hacia atrás. Por su parte, en el segundo proceso, una manivela mueve al diente de arrastre hacia arriba y hacia abajo (Ver figura 4).

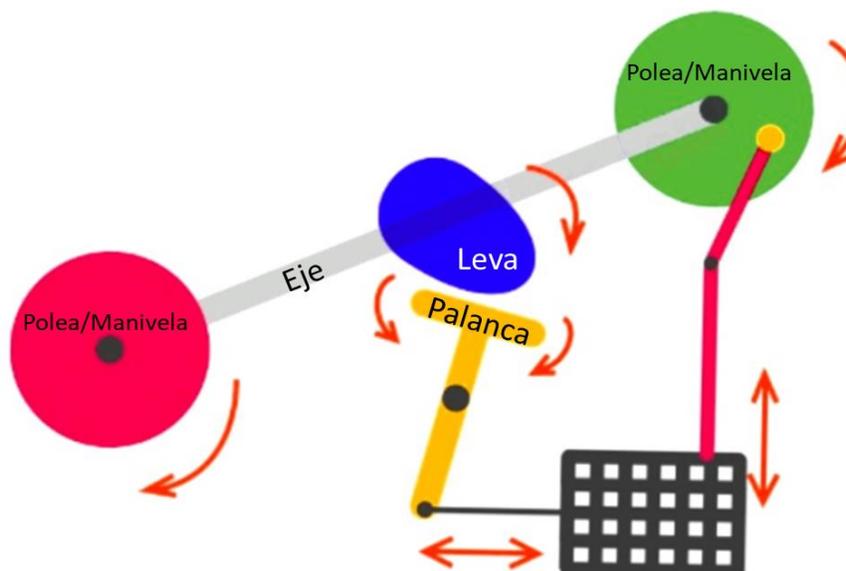


Figura 4. Mecanismo alimentación del diente de arrastre. Fuente: elaboración basada en “Como Funciona”

3.3.1 Tipos de Máquina de Coser

Como se mencionó anteriormente, existen diferentes tipos de máquinas de coser, las cuales tienen funciones que permiten a la empresa manufacturar prendas con acabados específicos, entre estas máquinas se encuentran:

Máquina Recubridora. Es utilizada para unir tejidos de diferentes piezas de material textil, utilizada para embellecer la costura o generar acabados de calidad. La figura 5, corresponde a la imagen de una máquina recubridora.



Figura 5. Máquina Recubridora. Fuente: Archivo Personal

Máquina Fileteadora (Overlock). Esta máquina permite rematar los filos (bordes uniones) de la tela, mediante una puntada en Zigzag en cadeneta, con el cual se protege la tela del deshilachado. De acuerdo con Singer (2018) la máquina Overlock es versátil y se puede utilizar para decoración, refuerzo o creación de prendas. La figura 6, corresponde a la imagen de una máquina fileteadora.



Figura 6. Máquina Fileteadora. Fuente: Singer (2018)

Máquina Plana. De acuerdo con Quintero (2018) “esta máquina se caracteriza por contar con un solo sistema de transporte que son los dientes de la plancha inferior” (p. 38). Es una de las más fáciles de manejar y realiza una costura cerrada (Ver figura 7).



Figura 7. Máquina Plana. Fuente: Singer (2018)

Máquina Plana Doble Agujas. Esta es una máquina recta de tipo plano como cualquier otra, no tiene mucha diferencia con la recta simple de 1 aguja, solamente que esta hace 2 costuras

simultáneamente, una al lado de la otra. La Figura 8, corresponde a la imagen de una máquina plana de dos agujas.



Figura 8. Máquina Plana Doble Aguja. Fuente: Singer (2018)

Máquina presilladora. Máquina de coser específica para coser una presilla. La función de este tipo de pespunte es la de reforzar las costuras mediante la confección de una presilla. La figura 9, corresponde a la imagen de una máquina presilladora.



Figura 9. Máquina Presilladora. Fuente: Singer (2018)

Máquina cerradora de codo o cañón. Su función consiste en cerrar pantalones (Jean), en la media que permite hacer la costura interna que va en las dos piernas del jean; esta máquina está

diseñada para materiales densos y pesados. La figura 10, corresponde a la imagen de una máquina cerradora de codo.



Figura 10. Máquina cerradora de codo. Fuente: Singer (2018)

En síntesis, existen diversos tipos de máquinas de coser industriales las cuales realizan múltiples funciones y tiene la capacidad técnica de apoyar la producción de una gran cantidad de prendas en un tiempo reducido.

3.4. Mantenimiento Industrial

Autores como Milje (2011) señalan que el objetivo general de mantenimiento, como su nombre lo indica, es mantener el nivel óptimo de producción al costo e inversión de tiempo más bajo posible. Para el autor, la función del mantenimiento es asegurar que los problemas en un sistema específico sean identificados de manera oportuna y que, cuando estos se produzcan la empresa tome las medidas adecuadas para corregirlos.

En palabras de Trojan y Marcal (2017) existen dos tipos de mantenimiento básico: preventivo y correctivo. El primero de ellos es el mantenimiento se realiza para evitar la avería del equipo por reparación o cambio de componentes. El segundo, es el mantenimiento se

realiza después de una parada. Según Trojan y Marcal (2017) “para algunos equipos el mantenimiento debe realizarse inmediatamente, y para otros tipos el mantenimiento puede retrasarse, dependiendo de la criticidad del equipo” (p.592).

3.4.1 Mantenimiento Preventivo

Santos et, al. (2015) manifiestan que el mantenimiento preventivo a su vez se divide en: enfoque basado en fiabilidad, enfoque de pronóstico y enfoque integrado. El primero se centra en predicciones guiadas por eventos, en donde la empresa analiza aspectos como vida útil de los componentes, horas de funcionamiento, fallas frecuentes, para de este modo predecir en que momento es oportuno realizar revisión del equipo. El segundo, es una predicción basa en condición, el cual según Medina (2012) “toma como base la monitorización de las condiciones o estado de los diferentes elementos de un activo para decidir el momento óptimo (más adecuado) para realizar las tareas de mantenimiento” (p.2). El tercero, es un enfoque que se basa tanto en los datos de eventos como en las condiciones.

Otros autores indican que dentro del mantenimiento preventivo también se halla el tipo de mantenimiento de oportunidad, en el cual la empresa aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las tareas de mantenimiento realizando revisiones o reparaciones.

En palabras de Gutiérrez (2009) “la función del mantenimiento preventivo es conocer el estado actual de los equipos, mediante los registros de control, para realizar la tarea preventiva en el momento más oportuno” (p.36), en este sentido, este tipo de mantenimiento es una serie de actuaciones sistemáticas que ayudan a evitar/reducir fallas y, por ende, optimizar el proceso de producción.

3.4.2 Mantenimiento Correctivo

Alvarizaes (2010) manifiesta que este tipo de mantenimiento consiste en la reparación de la falla (No en prevenirla), en otras palabras, esta se corresponde a la tarea de mantenimiento que se aplica cuando el equipo o máquina pierde su funcionalidad.

Para Adolfsson y Dahlström (2011) el mantenimiento correctivo es más costoso que el preventivo e implica que la empresa encuentre rápidamente material y personal técnico para la reparación. En consonancia con lo anterior, Campbell y Jardine (2001) identifican que el mantenimiento correctivo puede costar un 200% más que el preventivo a causa del tiempo y cantidad de paradas y las averías.

El mantenimiento correctivo puede ser no planeado, programado o de emergencia, el primero es cuando se corrige la falla cuando esta última no se espera. El segundo es cuando se conoce el origen de la falla y se diagnostica el problema, pero se espera el momento óptimo para reparar. El tercero es cuando se corrigen las fallas de inmediato, porque de no hacerlo el equipo puede tener problemas más graves que atenten contra la producción, la seguridad de los operarios y el medio ambiente.

Es importante manifestar que para que la empresa introduzca de forma efectiva estos tipos de mantenimiento debe elegir un modelo de mantenimiento acorde a sus necesidades, condiciones y recursos, uno de estos modelos o filosofías es el RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), el cual es una estrategia que se implementa en la empresa para optimizar su programa de mantenimiento y con ello su productividad.

3.4.3 RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)

El objetivo central del RCM es preservar la función del sistema de producción por medio de la identificación, priorización y control de modos de falla que se presenten en él. Afefy (2010) plantea que el RCM es sistemático y permite determinar especialmente los requerimientos de mantenimiento de la planta y equipo en su operación, de allí que se utilice para optimizar las estrategias de mantenimiento preventivo.

Para Afefy (2010) el RCM “opera equilibrando los altos costes de mantenimiento correctivo con el coste del mantenimiento preventivo o predictivo, teniendo en cuenta el potencial acortamiento de la "vida útil" del elemento considerado” (p.863), lo que permite a la empresa que lo aplique maximizar la confiabilidad de las instalaciones y los equipos y, al mismo tiempo, minimizar los costos del ciclo de vida. Los pasos para aplicar el RCM son:

- Paso 1: selección del sistema y recopilación de datos: El primer paso es seleccionar el equipo para el análisis de mantenimiento centrado en la confiabilidad. El equipo seleccionado debe ser crítico en términos de su efecto en las operaciones, sus costos previos de reparación y los costos previos de mantenimiento preventivo
- Paso 2: definición de los límites del sistema: el equipo pertenece a un sistema que realiza una función crucial. El sistema puede ser grande o pequeño, pero la función del sistema y sus entradas y salidas deben ser identificadas.
- Paso 3: descripción del sistema y bloque funcional: el objetivo es enumerar todas las formas en que la función del sistema puede fallar.

- Paso 4: fallos funcionales de las funciones del sistema: Con la ayuda de operadores, técnicos experimentados, expertos en RCM y expertos en equipos, se pueden identificar las causas fundamentales de cada uno de los modos de falla.
- Paso 5: análisis de efectos en modo fallo: en este paso, se consideran los efectos de cada modo de falla. Las fallas del equipo pueden afectar la seguridad, las operaciones y otros equipos. La criticidad de cada uno de estos modos de falla también puede ser considerada.
- Paso 6: diagrama de árbol lógico: en este paso, se determina la táctica de mantenimiento más adecuada para cada modo de falla. La táctica de mantenimiento seleccionada debe ser técnica y económicamente viable.
- Paso 7: selección de tareas: en este paso se identifica que tipo de tarea debe ser desarrollada para cada parte o componente del sistema

Es importante destacar que la metodología RCM solo será útil si sus recomendaciones de mantenimiento se ponen en práctica. Cuando se haya hecho eso, es importante que las recomendaciones se revisen y renueven constantemente a medida que se encuentra información adicional.

Ahora bien, dentro de las tareas que pueden ser seleccionadas en el árbol de decisión se encuentran: tareas proactivas y tareas reactivas, como se muestra en la figura 11.

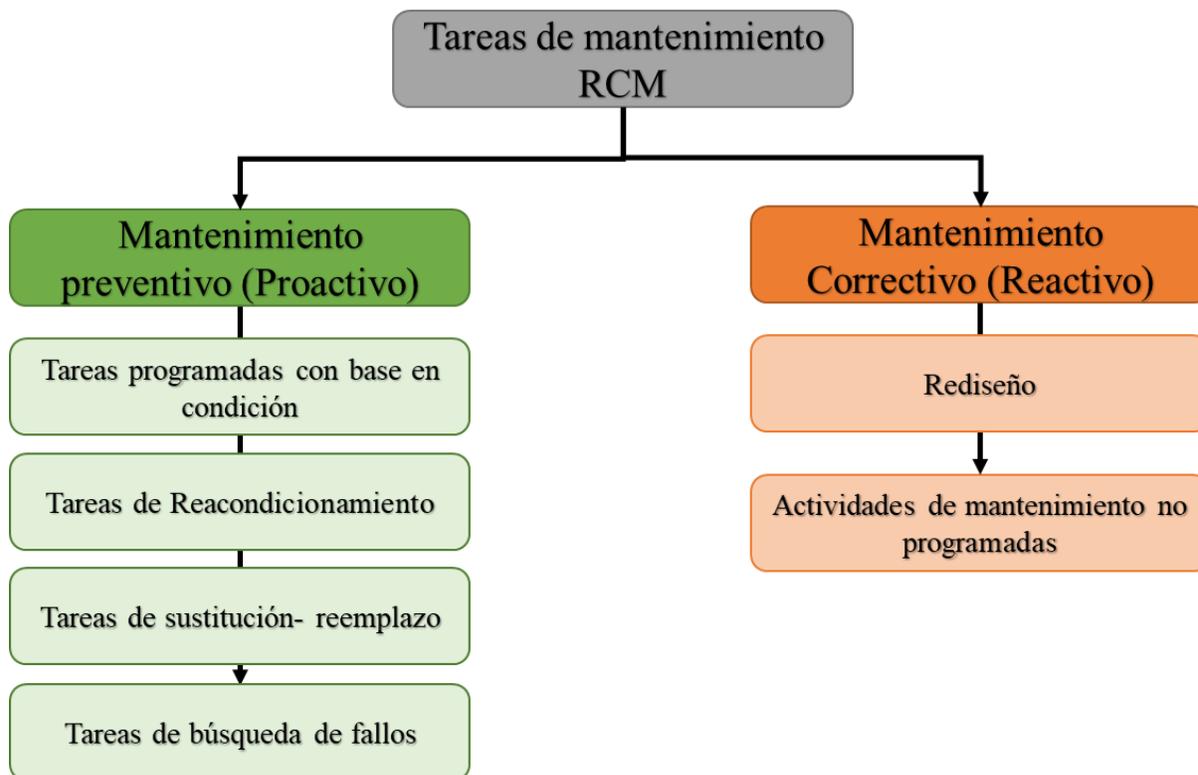


Figura 11. Tareas de mantenimiento RCM. Fuente: elaboración propia basada en Parra y Crespo (2012)

Las tareas de mantenimiento basadas en la condición buscan señales de fallo inminente y programan acciones adicionales sólo si se detecta un fallo en desarrollo (un fallo potencial). Las tareas de reacondicionamiento son las actividades periódicas que se desarrollan para restaurar un activo a su condición original. Las tareas de sustitución están orientadas hacia el reemplazo de componentes o partes de un equipo en un periodo de tiempo definido, generalmente a partir de su vida útil y nivel de uso. Las tareas centradas en búsqueda de fallos se enfocan en la verificación regular y programada para averiguar si el equipo está funcionando.

Por su parte, el rediseño es una parte clave del proceso de administración de riesgos porque a veces el mantenimiento por sí solo no puede proporcionar el rendimiento y la disponibilidad del equipo requerido. Finalmente, las actividades de mantenimiento no programadas, es exactamente

lo que dice: no haga nada para evitar el fallo y limpie el desorden si se produce el fallo este tipo de decisiones se toma cuando las piezas tienen una remota posibilidad de deterioro y falla.

3.5 Conceptos relativos al mantenimiento industrial

Fallas funcionales. En palabras de Fivertel (2007) estas se refieren a todos los estados indeseables del sistema.

Funciones. Actividades o propósitos específicos de un equipo.

Hoja de vida del equipo. Para Herrera (2003) este es un documento donde se registran las incidencias, averías, reparaciones y actuaciones que conciernen a un determinado equipo.

Modos de falla. Un modo de falla es una posible causa por la cual un equipo puede llegar a un estado de falla (Fivertel, 2007, p.1)

Orden de mantenimiento. Documento que contiene toda la información necesaria para que el empleado/técnico entienda el proceso que debe realizarse en la labor de mantenimiento.

Plan de mantenimiento. Conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la planta (Renovetec, 2018).

Programa de mantenimiento. Según Herrera (2003) este es un documento que define la fecha prevista de realización de determinados trabajos de mantenimiento.

Repuesto. Pieza, componente, conjunto, equipo o máquina perteneciente a un equipo de orden superior que sea susceptible de sustitución por rotura, desgaste o consumo (Herrera, 2003, p .37)

4. METODOLOGÍA

La metodología bajo la cual se desarrolló el trabajo fue de carácter exploratorio y descriptivo, el cual según Arias (2012) consiste en la recolección de datos directos, sin manipular o controlar deliberadamente el fenómeno objeto de estudio, en otras palabras, se obtiene la información (con la que no se contaba, de allí que sea exploratoria) y esta se describe sin alterar las condiciones existentes.

Para el desarrollo del trabajo se tomó como base la metodología específica de la filosofía RCM, las cuales se pueden observar en la figura 12.



Figura 12. Pasos metodología trabajo. Fuente: elaboración propia

Es menester resaltar que, tras los resultados del ejercicio se determinarán las frecuencias de mantenimiento, los responsables y las tareas específicas que deben ser realizadas para garantizar la disponibilidad de los equipos y, por ende, contribuir a optimizar la producción, disminuir costos, aumentar la seguridad y salud en el trabajo y evitar daños o efectos colaterales que afecten el medio ambiente.

De igual manera, se considera oportuno crear diversos modelos o formatos para las ordenes de trabajo y la hoja de vida de los equipos, además de las funciones específicas del técnico de mantenimiento.

5. RESULTADOS

5.1 Diagnóstico de la situación actual del sistema

El presente diagnóstico permite identificar la situación actual del sistema de producción de la empresa de confecciones JONLEY S.A.S, ello con la finalidad de conocer cómo funciona normalmente esta área y el desempeño de cada una de las máquinas que la integran, estableciendo su nivel de disponibilidad y las fallas más recurrentes que las afectan.

Es importante resaltar que las fallas en las máquinas ralentizan y limitan los volúmenes de producción, afectan la calidad de los productos, deteriora los aspectos relativos al servicio al cliente, además, pueden ser el punto de partida para la ocurrencia de accidentes y daños al medio ambiente, agregando costos indirectos; de lo anterior la importancia de efectuar el diagnóstico.

Para llevar a cabo el diagnóstico se emprendió un proceso de recolección de información mediante la utilización de dos técnicas, a saber: entrevista y observación no participante. La primera fue una entrevista estructurada realizada al técnico encargado del mantenimiento de las máquinas de la empresa; la segunda consistió en la observación del proceso de producción a partir de un formato de lista de chequeo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en la actualidad la empresa de confecciones no cuenta con un departamento encargado de mantenimiento, en tanto, este proceso lo contratan con un técnico externo bajo la figura de outsourcing, quien es el que programa con base a su experiencia la frecuencia de los mantenimientos preventivos y en caso de avería, es quien desarrolla los mantenimientos correctivos.

Otro de los hallazgos se centra en que, en la actualidad el técnico no lleva al día los reportes de operación, en la medida que el formato “Hoja de vida de las máquinas” no cuentan con información actualizada, lo que imposibilita el desarrollo de índices de confiabilidad.

Por otra parte, en la empresa no se ha calculado la disponibilidad de cada una de las máquinas que hacen parte del sistema, en este sentido, no se tiene claridad en torno a los índices de paro y no se ha documentado la o las máquinas que presentan mayor cantidad de fallas en su operación.

A partir del diagnóstico se logró identificar que en la empresa no se analizan las fallas operacionales de las máquinas con base en la evaluación de aspectos como la seguridad, las amenazas al medio ambiente y talento humano, ya que su modelo de mantenimiento es convencional, lo anterior impide que la empresa cuente con indicadores claves de desempeño en lo atinente a mantenimiento y haga un control de los servicios externos.

Bajo las consideraciones anteriores es claro que los procesos de mantenimiento que en la actualidad se desarrollan en la empresa de confecciones no abordan sistemáticamente las fallas de las máquinas, de hecho, dicho proceso solo se limita a la limpieza de piezas de forma periódica y reparar las máquinas dañadas sin tener en cuenta los periodos de paro y sin medir cómo esta falta de disponibilidad afecta la producción de la empresa.

Ahora bien, de establecer un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) y asegurar el mayor nivel de disponibilidad de las máquinas, es necesario en primera instancia conocer cuáles son las máquinas que se presentan fallas funcionales con mayor frecuencia y, a partir de allí identificar cuáles son los modos de fallo y los ítems críticos que deben tener un tratamiento especial en el proceso de mantenimiento.

5.1.1 Identificación de la disponibilidad de máquinas

Dentro de los KPI (key performance indicator) o indicadores claves de desempeño referidos al proceso de mantenimiento se encuentran el MTBF y el MTTF, el primero se reconoce en la literatura académica como el tiempo medio entre fallas, el cual corresponde al periodo que transcurre entre una falla y la siguiente. El segundo, hace referencia al Tiempo Medio para Reparar, que como su nombre lo indica, es el tiempo promedio que toma reparar la máquina después de una falla.

Para calcular el MTBF se debe identificar el tiempo total de funcionamiento de cada tipo de máquina y dividir este valor por las intervenciones técnicas; para este caso se hará una evaluación tomando como punto de partida el periodo de un año. Es importante resaltar que en la actualidad el área de producción está integrada por 6 tipos de máquina, las cuales se identifican a continuación en la Tabla 1.

Tabla 2. Máquinas que integran el sistema de producción

N°	Nombre	Abreviatura	Cantidad
1	Plana	PLS	5
2	Plana doble agujas	PLD	15
3	Cosedora de codo	CDC	2
4	Presilladora	PRE	2
5	Fileteadora	FIL	4
6	Recubridora	REC	1

Fuente: elaboración propia

Al aplicar la fórmula para hallar la MTBF (Tiempo de operación/ N° de Fallas) a cada grupo de máquinas y, posteriormente, aplicar la fórmula para hallar MTTR (Tiempo total de inactividad / número de fallas), sobre la base de 360 días y un tiempo de operación de 18 horas diarias, se encontraron los siguientes resultados:

Tabla 3. Resultados MTBF y MTTR empresa de confecciones.

Máquina	Tiempo de operación	N° de fallos (anual)	MTBF (horas)	Tiempo de inactividad	MTTR
Plana	360 días	8	810 h	960 min (16 h)	120 min
Plana doble agujas	360 días	32	202.5 h	11.520 min (192 h)	360 min
Cosedora de codo	360 días	7	925.7 h	1,680 min (28 h)	240 min
Presilladora	360 días	3	2160 h	900 min (15 h)	300 min
Fileteadora	360 días	3	2160 h	360 min (6 h)	120 min
Recubridora	360 días	2	3240 h	480 min (8 h)	240 min

Fuente: elaboración propia

Con base a los anteriores resultados, a continuación, se calculan los porcentajes de disponibilidad (tiempo total de funcionamiento – tiempo de inactividad dividido por el tiempo total de funcionamiento) de acuerdo con cada tipo de máquina. Es importante destacar que el porcentaje de disponibilidad equivale al tiempo que se puede esperar a que una máquina pueda cumplir su función.

Tabla 4. Porcentajes de disponibilidad

Máquina	% de disponibilidad
	Horas
Plana	99,75%
Plana doble agujas	97,12%
Cosedora de codo	99,56%
Presilladora	99,76%
Fileteadora	99,90%
Recubridora	99.87%

Fuente: elaboración propia

A partir de los resultados se identifica que la máquina “Plana Doble Agujas” (PLD) es la que posee un porcentaje de disponibilidad más bajo (97,12%), debido a las frecuentes fallas que presenta y al tiempo de reparación que el técnico ocupa en la solución de dichas fallas.

Bajo las anteriores consideraciones es necesario aplicar la filosofía RCM, tomando como punto de partida la máquina PDL; para lo cual se siguen los siguientes pasos:

1. Análisis de fallos funcionales.
2. Selección de ítems críticos.
3. Decisión lógica del RCM
4. Resumen de los requisitos de mantenimiento (Acciones de Mejora)

Nota: dados los bajos niveles de disponibilidad de la PLD, además, la similitud en los componentes con las demás máquinas de coser, el presente ejercicio RCM tomará como punto de

partida solo a estamáquina, para de este modo comprobar el modelo y que la empresa, luego de validar su importancia lo aplique a los demás equipos.

5.2 Determinación de Funciones, Fallas Funcionales, Modo de Falla y Criticidad.

En esta segunda parte de los resultados se analizan los componentes de la máquina Plana Doble Agujas (PLD), las fallas funcionales que la afectan y los efectos de dichos fallos, así mismo, se analizan los ítems funcionalmente significativos y de que manera se interrelacionan con aspectos ambientales, de seguridad y salud en el trabajo, talento humano, entre otros aspectos propios de la filosofía RCM.

Según el técnico de mantenimiento y la información recolectada a partir del proceso de observación, las fallas más recurrentes que tiene la máquina plana doble aguja (PLD) son: Arrastre irregular material de costura, rotura de aguja, rotula de hilo, puntada no definida, movimiento asincrónico, derrame de aceite, salto de puntadas.

Para identificar de qué manera se producen estas fallas es importante definir los componentes de la máquina con sus respectivas funciones, fallas funcionales y modo de falla (causa-efecto), aspectos que se exponen en la siguiente Tabla:

Tabla 5. Componentes, fallas funcionales, modos y efectos de las fallas

Sistema	Componente	Función	Falla funcional	Modo de Falla	Efectos del Falla
Transmisor	Poleas	Mover el eje superior de transmisión a una velocidad de 3.500	La polea no arrastra la correa de forma tal que se	Desgaste excesivo del rodamiento	Locales: La correa de transmisión no se desplaza adecuadamente

		sit/min con una fuerza de 559.5 N equivalentes a $\frac{3}{4}$ h.p****)	active el sistema trasmisor		<p>Subsecuentes:</p> <p>Problemas niveles de lubricante</p> <p>Finales: Ítem operable con un reducido nivel de desempeño</p>
Correas	Transmitir el movimiento rotativo del motor a la polea a una velocidad de 3.500 sit/min* con una fuerza de 559.5 N equivalentes a $\frac{3}{4}$ h.p****)	Correas agrietadas, con cortes laterales, respaldo dañado, contaminadas	<ul style="list-style-type: none"> • Polea Desalineada • Mala tensión de la correa • Fugas de lubricante en motor 	<p>Locales: La correa de transmisión no se desplaza adecuadamente</p> <p>Subsecuentes:</p> <p>Desalineación polea/ problemas niveles de lubricante</p> <p>Finales: Ítem inoperable (pérdida de función primaria)</p>	
Barras o árboles	Transmitir potencia mecánica al sistema mediante su giro en intervalos repetitivos	Barra torcida	Desalineación barra genera curvatura progresiva	<p>Locales: Defectos en el sistema trasmisor que impiden el funcionamiento de la máquina</p>	

					<p>Subsecuentes: barra de levas desalineada.</p> <p>Finales: No se cumple con el ajuste/presenta ruidos y rechinos. Defecto notado por un 75% de los usuarios</p>
La aguja	Suministrar el hilo a órganos para realizar la puntada a menos de 2,5 mm	Rotura de la aguja	<ul style="list-style-type: none"> • Choque de la aguja con algo que no puede traspasar • Desalineación con la placa de agujas. 	<p>Locales: Puntadas perdidas o salteadas, costuras torcidas</p> <p>Subsecuentes: barra de agujas ejerce presión inadecuada o está desalineada lo que provoca choque y rotura.</p> <p>Finales: Ítem inoperable (pérdida de función primaria)</p>	
Barra de la aguja	Sostener la aguja en uno de sus extremos, haciendo que esta	<ul style="list-style-type: none"> • Barra desalineada 	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento defectuoso (ascendente y 	<p>Locales: Puntadas perdidas o salteadas, costuras torcidas.</p>	

		baje y suba a una velocidad de 400 ppm**	<ul style="list-style-type: none"> • Biela rota • Tornillos desajustados 	<p>descendente) de la aguja.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Choque de la aguja con algo que no puede traspasar • Desalineación con la placa de agujas. 	<p>Subsecuentes:</p> <p>Desajuste de la biela de la barra</p> <p>Finales: Ítem inoperable (pérdida de función primaria)</p>
	Prénsatelas	Facilitar el desplazamiento de las capas de tejido a una velocidad de 400 ppm**	<ul style="list-style-type: none"> •Prénsatelas desnivelado •Prénsatelas roto 	No se produce tracción de dientes, por lo que se limita desplazamiento del tejido.	<p>Locales: No se puede mantener la tela plana, lo que hace que las puntadas sean defectuosas.</p> <p>Subsecuentes:</p> <p>prénsatelas roto/desalineado</p> <p>Finales: No se cumple con el ajuste. Defecto notado por un 75% de los usuarios</p>
	Tira hilos	Llevar hilo a la aguja recuperando su	•Tira Hilos roto	No se tensa el hilo	<p>Locales:</p> <p>Funcionamiento defectuoso de la</p>

		tensión (valores de -0 a 10)	<ul style="list-style-type: none"> •Tira hilos sin resorte 		<p>máquina por atrancamiento de hilo</p> <p>Subsecuentes: Daño garfio rotativo</p> <p>Finales: Ítem operable con bajo nivel de desempeño.</p>
Operario	Discos tensores de los hilos	Tensor el hilo de la aguja de coser (valores de -0 a 10)	<ul style="list-style-type: none"> •Desgaste excesivo en discos tensores •Desgaste resorte tensor 	No se tensa el hilo	<p>Locales:</p> <p>Funcionamiento defectuoso de la máquina por atrancamiento de hilo</p> <p>Subsecuentes: Daño garfio rotativo</p> <p>Finales: Ítem operable con bajo nivel de desempeño.</p>

	Guía de hilos	Llevar el hilo a través de la máquina partiendo desde los conos hasta que este llegue a la aguja	<ul style="list-style-type: none"> •Guía Desalineada 	No se logra mantener el flujo de hilo para la producción	<p>Locales: Funcionamiento defectuoso de la máquina por atrancamiento de hilo</p> <p>Subsecuentes: Daño tira hilos</p> <p>Finales: Ítem operable con bajo nivel de desempeño</p>
	Garfio rotativo	Crear la lazada en el reverso de la pieza que se cose con una fuerza de 107 W	<ul style="list-style-type: none"> •Pérdida Tornillos •Desbalance muelle de Garfio •Desgaste garfio 	<ul style="list-style-type: none"> •Canastilla no gira •Rotura hilo •Se atora el hilo 	<p>Locales: Puntada defectuosa/Salto de puntadas</p> <p>Subsecuentes: Daño tira hilos</p> <p>Finales: Ítem operable con un reducido nivel de desempeño</p>
	Dientes de arrastre	Regula la longitud de la puntada mínimo 2,5 mm	<ul style="list-style-type: none"> •Desgaste dientes •Desnivelación dientes 	•Dientes rotos o desgastados por uso	Locales: No se arrastra el tejido/

				<ul style="list-style-type: none"> •Desajuste nivel de altura dientes de arrastre 	<p>Se atranca/daña el tejido.</p> <p>Subsecuentes: Rotura aguja/ pérdida material.</p> <p>Finales: Ítem operable con bajo nivel de desempeño</p>
Motriz	Motor eléctrico	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica mediante 3450 RPM***	<ul style="list-style-type: none"> •Daño capacitor de encendido motor •Daño en el rotor 	<ul style="list-style-type: none"> •El motor se para por falta de fluido eléctrico •El rotor explota 	<p>Locales: Motor para su operación</p> <p>Subsecuentes: Daño componentes sistema transmisor</p> <p>Finales: Ítem inoperable (pérdida de función)</p>
	Pedal o Manivela	Iniciar y parar la costura.	<p>Pin/resorte pedal sin contacto</p> <p>Falla eléctrica</p>	No se permite contacto/interruptor para accionar la máquina	<p>Locales: Puntadas saltadas.</p> <p>Subsecuentes: daño sistema transmisor</p>

					Finale: Ítem inoperable (pérdida de función)
	Aceite	Lubricar el sistema de engranajes con un rendimiento esperado de 500 ml por cambio	Fuga de aceite Déficit de aceite	La fuga de aceite ensucia el material y hace que los engranajes se deslicen (Patinen) El déficit de aceite impide que se muevan los engranajes y funcione correctamente el sistema transmisor	Locales: Funcionamiento defectuoso de la máquina Subsecuentes: Daño material/ accidente laboral/ daño ambiental. Finale: Se afecta la producción segura (Ítem peligroso con aviso).

* Costuras por minuto

** Pulsaciones por minuto

*** Revoluciones por minuto

**** H.P (Horsepower- Caballos de fuerza)

Con el propósito de analizar la importancia de las fallas de cada componente y definir las frecuencias de mantenimiento, en la siguiente tabla se desarrolla la matriz de criticidad; dado que esta herramienta toma como punto de partida aspectos como la confiabilidad actual y los riesgos (ambientales, desempeño, seguridad, costos), posibilita la toma de decisiones para administrar de manera adecuada los esfuerzos en la gestión de mantenimiento de la empresa.

En este punto es importante resaltar que la matriz de criticidad se formuló con base a las características específicas de la empresa objeto de estudio (tamaño, flujo de producción, número de empleados, entre otros elementos) y con base a la revisión de la literatura académica referida al tema.

Tabla 6. Matriz de criticidad

BASE MATRÍZ DE CRITICIDAD										
Gravedad	Clasificación	Seguridad	CONSECUENCIAS			PROBABILIDAD				
			Costo/ Mantenimiento	Desempeño/ Calidad	Medio Ambiente	A	B	C	D	E
						< 1%	1% - 5%	5% - 25%	25% - 50%	> 50%
Remota	Extremadamente Improbable	Muy poco probable	Poco Probable	Probable						
5	Desastrosa	Efectos externos con lesiones graves (Más de 5 afectados) que causan incapacidad y discapacidad parcial	Inversión en mantenimiento superior a 1 día (Costos disminución disponibilidad máquina- Aprox. \$500.000 por máquina)	Pérdida materia prima (Mas de 5 prendas por lote) sin posibilidad de reproceso/recuperación	Contaminación por aceite grave con consecuencias ambientales prolongadas	5	10	15	20	25
4	Catastrófica	Efecto externo con lesiones físicas (3 afectados) que causan incapacidad y discapacidad parcial	Mantenimiento entre 8 horas y 23 horas. (Costos disminución disponibilidad máquina- Aprox. \$300.000 por máquina)	Pérdida materia prima (Más de 5 prendas por lote) con posibilidad de reproceso/recuperación parcial	Contaminación por aceite moderada externa	4	8	12	16	20

3	Grave	Efectos externos con lesiones físicas (3 personas) que pueden causar incapacidad	Mantenimiento entre 1h y 7 horas. (Costos disminución disponibilidad máquina. Aprox. \$150.000 por máquina)	Sin pérdida de material, con posibilidad de degradar calidad (Varias prendas por lote)	Contaminación moderada, dentro de los límites de responsabilidad civil (sin afectaciones)	3	6	9	12	15
2	Seria	Lesión física sin incapacidad, accidente con pérdida de tiempo de producción	Mantenimiento menos de 1 hora (Costos disminución disponibilidad máquina Aprox. \$100.000 por máquina)	Pérdida de calidad baja	Emisión de contaminante (Aceite) que requiere reporte, pero sin consecuencias ambientales	2	4	6	8	10
1	Moderada	No hay lesiones permanentes, no es necesario tratamiento médico No hay efecto externo	No hubo pérdida de producción	Sin pérdidas de calidad	Emisión de contaminante (Aceite) que no requiere reporte y no tiene consecuencias ambientales	1	2	3	4	5

Fuente: elaboración propia con base a revisión de la literatura.

Tabla 7. Matriz de criticidad máquina Plana Doble Agujas

Evaluación de la criticidad Máquina "Plana Doble Agujas"							
							
Componente	Fallas Funcionales	Seguridad	Costo/ Mantenimiento	Desempeño/ Calidad	Medio Ambiente	Total	Nivel de Criticidad
Poleas	Desgaste excesivo en poleas	6 (B)	15 (E)	12 (C)	2 (A)	35	Moderada
Correas	Correas agrietadas, con cortes laterales, respaldo dañado, contaminadas	9 (C)	12 (D)	12 (C)	2 (A)	35	Moderada
Barras o árboles	Barra torcida/rota	4 (D)	8 (D)	9 (C)	2 (A)	23	Baja
La aguja	Rotura de la aguja	4 (B)	5 (E)	12 (D)	2 (A)	23	Baja

Barra de la aguja	Barra desalineada	4 (D)	12 (D)	9 (C)	2 (A)	27	Baja
	Biela rota	4 (D)	12 (D)	9 (C)	2 (A)	27	Baja
	Tornillos barra desajustados	2 (B)	9 (C)	6 (C)	2 (A)	19	Baja
Prénsatelas	Prensatelas desnivelado	8 (D)	12 (D)	12 (D)	2 (A)	34	Moderada
	Prensatelas roto	8 (D)	12 (D)	12 (D)	2 (A)	34	Moderada
Tira hilos	Tira Hilos roto	4 (D)	12 (D)	9 (C)	2 (A)	27	Baja
	Tira hilos sin resorte	4 (D)	15 (E)	6 (C)	2 (A)	27	Baja
Discos tensores de los hilos	Desgaste excesivo en discos tensores	2 (2)	8 (D)	4 (B)	2 (A)	16	Baja
	Desgaste resorte tensor	2 (B)	4 (B)	4 (B)	2 (A)	12	Baja
Guía de hilos	Guía Desalineada	4 (D)	8 (D)	6 (C)	2 (A)	20	Baja
Garfio rotativo	Pérdida Tornillos	12 (D)	9 (C)	4 (B)	2 (A)	27	Baja
	Desbalance muelle de Garfio	12 (D)	12 (D)	15 (C)	2 (A)	41	Moderada
	Desgaste garfio	12 (D)	12 (D)	16 (D)	2 (A)	42	Moderada
Dientes de arrastre	Desgaste dientes	5 (E)	8 (D)	12 (D)	2 (A)	27	Baja
	Desnivelación dientes	5 (E)	8 (D)	12 (D)	2 (A)	27	Baja
Motor eléctrico	Daño capacitor de encendido motor	8 (D)	D16	12 (D)	2 (A)	38	Moderada
	Daño en el rotor	5 (E)	12 (D)	6 (C)	2 (A)	25	Baja
Pedal o Manivela	Daño pin/resorte pedal	1 (A)	4 (B)	4 (B)	2 (A)	11	Baja
	Falla eléctrica	2 (B)	2 (A)	4 (B)	2 (A)	10	Baja
Aceite	Fuga de aceite	12 (D)	12 (D)	20 (E)	10 (D)	54	Alta
	Déficit de aceite	12 (D)	9 (D)	15 (D)	8 (D)	44	Moderada

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los resultados del estudio de criticidad, la mayoría de los componentes de la Máquina Plana Doble Aguja (PLD) tienen una criticidad baja, no obstante, existen algunos

componentes con criticidad media y alta. Este hallazgo permite diseñar estrategias de mantenimiento preventivas que mejoren la confiabilidad operacional e intervenir especialmente aquellos componentes de alta criticidad.

Ahora bien, para definir las actividades o tareas de mantenimiento idóneas para cada componente de la máquina Plana Doble Aguja (PLD) y, por ende, minimizar fallas y aumentar la disponibilidad de la misma, es importante desarrollar un diagrama de decisión o árbol lógico de decisión, herramienta que permite seleccionar de forma óptima las actividades de mantenimiento según la filosofía del RCM (Ver figura 13)

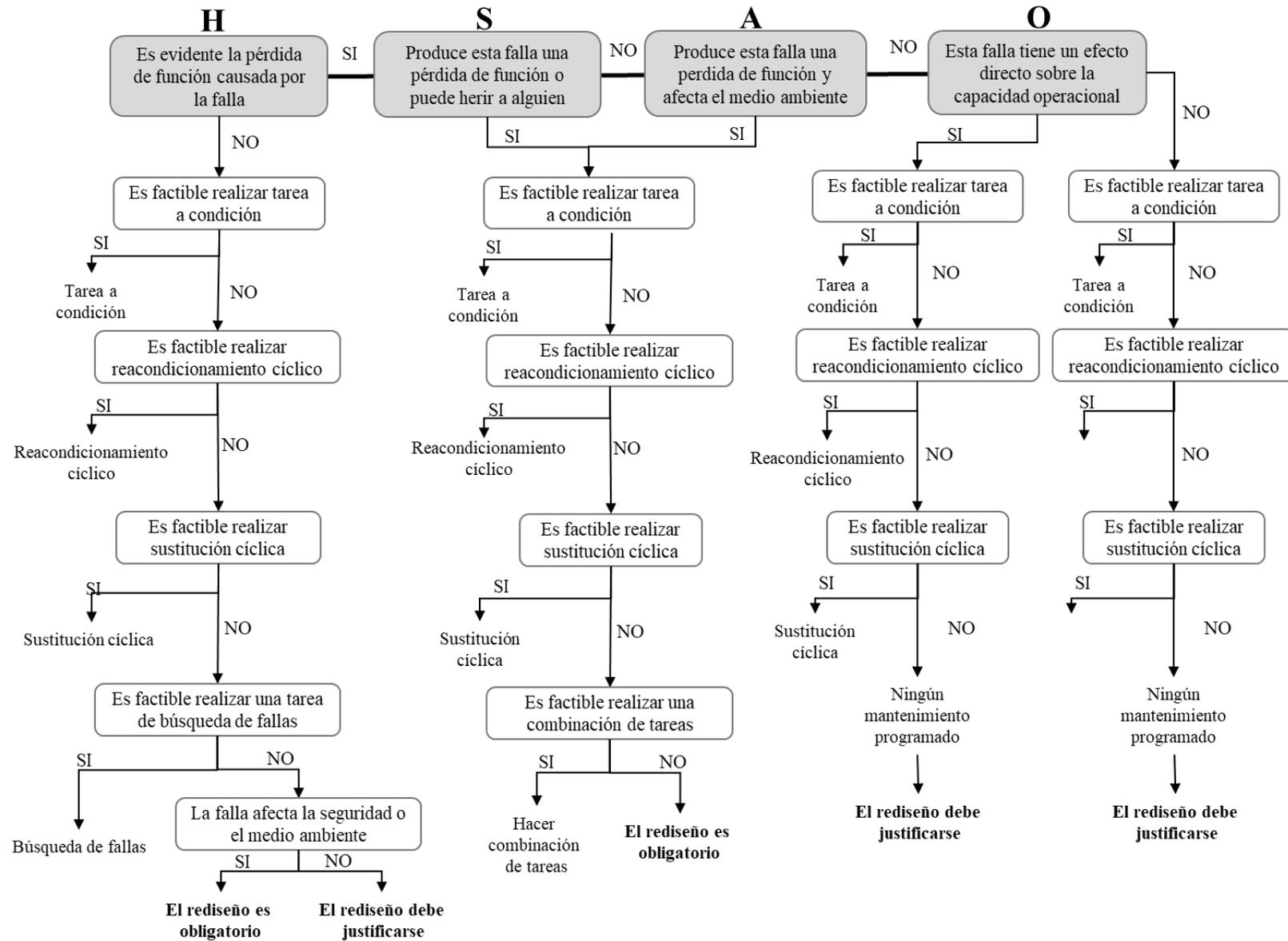


Figura 13. Árbol Lógico de Decisiones. Fuente elaboración propia basada en revisión de la literatura

5.3 Identificación de las frecuencias y tareas de mantenimiento según los resultados del árbol lógico de decisión RCM.

Luego de elaborar el árbol lógico de decisión es necesario plasmar los resultados en la hoja de decisión, para de esta manera identificar la tarea de mantenimiento que corresponde a cada uno de los componentes de la Máquina Plana Doble Aguja que presenta fallas funcionales.

Tabla 8. Hoja de decisión

HOJA DE DECISIÓN																
Información Referencia				Consecuencia Evaluación				H-S-A-O	H-S-A-O	H-S-A-O	Tarea a falta de			Actividades	Frecuencia	Responsable
Componente	F	F	MF	H	S	A	O	1	2	3	H4	H5	S4			
Poleas	F1	A	1	S	S	N	S	N	S	N	N	N	N	Inspeccionar el estado de la polea, identificando si tiene desgaste excesivo	Mensual	Técnico
Correas	F2	A	1	N	S	S	S	S	N	N	N	N	N	Revisar la alineación de la correa en relación con la polea,	Mensual	Técnico
			2	N	S	S	S	S	N	N	N	N	N	Verificar la tensión de la correa	Mensual	Técnico
			3	N	S	S	S	S	N	N	N	N	N	N	Revisar si la correa se encuentra contaminada por fugas de lubricante.	Mensual
Barras o árboles	F3	A	1	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	No se programa ningún mantenimiento (Correctivo/Poco Probable)	N/A	Técnico
La aguja	F4	A	1	S	S	N	S	N	N	S	N	N	N	Se cambia la aguja cada turno de trabajo para garantizar desempeño en producción	Cada Turno	Operario
			2	S	S	N	S	N	N	N	N	S	N	Verificar la alineación de la placa de agujas	Cada Turno	Operario

Barra de la aguja	F 5	A	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Graduar y alinear barra de aguja	Semanal	Técnico
		B	2	S	S	N	S	N	N	N	N	S	N	Verificar el diámetro del material y el tipo de aguja a usar.	Cada Turno	Operario
		C	3	S	S	N	S	N	N	N	N	S	N	Verificar la alineación de la placa de agujas	Cada Turno	Operario
Prénsatelas	F 6	A	1	S	S	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar el estado general del prensatelas de acuerdo con la necesidad de producción	Cada Turno	Operario
		B														
Tira hilos	F 7	A	1	S	S	N	S	S	N	N	N	N	N	Tensar el hilo antes de empezar producción y verificar constantemente e el estado del mismo para evitar atascos	Cada Turno	Operario
		B														
Discos tensores de los hilos	F 8	A	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar estado (Desgaste) de los discos tensores	Cada mes	Técnico
		B	2	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar estado (Elasticidad) de resorte tensor	Cada mes	Técnico
Guía de hilos	F 9	A	1	S	S	N	S	N	S	N	N	N	N	Las guías se calibran, o dado el caso se cambian.	Semanal	Técnico
Garfio rotativo	F 10	A	1	S	S	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar el giro de la canastilla identificando si este es continuo y estable	Semanal	Técnico
		B	2	S	S	N	S	N	S	N	N	N	N	Revisar si la canastilla tiene puntas sobresalientes que rompan el hilo	Semanal	Técnico
Dientes de arrastre	F 11	A	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Revisar estado (Desgaste) de los dientes de arrastre	Mensual	Técnico
		B	2	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Ajustar los dientes de arrastre a la altura estándar (Establecida por el fabricante)	Semanal	Técnico
Motor eléctrico	F 12	A	1	S	S	S	S	N	S	N	N	N	N	Verificar estado del capacitor del motor	Trimestral	Técnico

														(Conexiones, funcionalidad)		
		B	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar la funcionalidad del rotor (Desgaste)	Trimestral	Técnico
Pedal o Manivela	F 1 3	A												Revisar las conexiones eléctricas del pedal / Cambiar o ajustar resorte	N/A	Técnico
		B	1	S	N	N	S	N	N	N	N	S	N			
Aceite	F 1 4	A	1	S	S	S	S	N	S	N	N	N	N	Revisar los niveles de aceite, depositar la medida estándar e inspeccionar posibles fugas	Cada turno	Operario
		B	2	S	S	S	S	N	S	N	N	N	N		Cada turno	Operario

Fuente: elaboración propia

En palabras de Parra y Crespo (2012) en el marco de las actividades de mantenimiento preventivas o proactivas, para la metodología RCM se encuentran cuatro (4) tipos de tareas, a saber: Tareas programadas con base a condición, tareas de reacondicionamiento, tareas de sustitución o reemplazo y, tareas de búsqueda de fallos ocultos. Teniendo en cuenta esta premisa y, luego de diagnosticar el nivel de criticidad de los componentes de la máquina Plana Doble Aguja (PLD), en las siguientes tablas se establece para cada componente tareas de mantenimiento específicas. A continuación, se describen las actividades de mantenimiento preventivo que pueden desarrollarse a partir de la metodología RCM.

Tabla 9. Tareas a condición

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO BASADAS EN					
TAREA A CONDICIÓN					
Componente	Falla Funcional	Nivel de Criticidad	Tarea de Mantenimiento	Frecuencia	Responsable
Correa	Polea Desalineada	Moderada	Revisar la alineación de la correa en relación con la polea.	Mensual	Técnico
	Mala tensión de la correa	Baja	Verificar la tensión de la correa	Mensual	Técnico
	Fugas de lubricante en motor	Baja	Revisar si la correa se encuentra contaminada por fugas de lubricante.	Mensual	Técnico
Tira hilos	No se tensa el hilo lo que puede atrancar la maquina	Baja	Tensar el hilo antes de empezar producción y verificar constantemente el estado del mismo para evitar atascos	Cada Turno	Operario

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los resultados, las actividades a condición, es decir, aquellas que se centran en buscar señales de fallo inminente para programar acciones adicionales sólo si se detecta un fallo en desarrollo (un fallo potencial), deben realizarse en los componentes: correa y Tira de hilos.

Tabla 10. Reacondicionamiento Cíclico

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO BASADAS EN REACONDICIONAMIENTO CÍCLICO					
Componente	Falla Funcional	Nivel de Criticidad	Tarea de Mantenimiento	Frecuencia	Responsable
Poleas	Desgaste excesivo en poleas	Moderada	Inspeccionar el estado de la polea, identificando si tiene desgaste excesivo	Mensual	Operario
Barra de la aguja	No se transmite potencia mecánica	Baja	Graduar y alinear barra de aguja	Semanal	Técnico
Prensa telas	No se produce tracción de dientes, por lo que se limita desplazamiento del tejido.	Moderada	Verificar el estado general del prensa telas de acuerdo a la necesidad de producción	Cada Turno	Operario
Discos tensores de los hilos	No se tensa el hilo lo que puede atrancar la maquina	Baja	Verificar estado (Desgaste) de los discos tensores Verificar estado (Elasticidad) de resorte tensor	Cada mes	Técnico
Guía de hilos	No se logra mantener el flujo de hilo para la producción	Baja	Las guías se calibran, o dado el caso se cambian.	Semanal	Técnico
Garfio rotativo	Canastilla no gira	Baja	Verificar el giro de la canastilla identificando si este es continuo y estable	Semanal	Técnico
	Rotura hilo	Moderada	Revisar si la canastilla tiene puntas sobresalientes que rompan el hilo	Semanal	Técnico
	Se atora el hilo	Moderada	Revisar si la canastilla tiene puntas sobresalientes que atoren el hilo	Semanal	Técnico
Dientes de arrastre	Dientes rotos o desgastados por uso	Baja	Revisar estado (Desgaste) de los dientes de arrastre	Mensual	Técnico
	Desajuste nivel de altura dientes de arrastre	Baja	Ajustar los dientes de arrastre a la altura estándar (Establecida por el fabricante)	Semanal	Técnico
Motor eléctrico	El motor se para por falta de fluido eléctrico	Moderada	Verificar estado del capacitor del motor (Conexiones, funcionalidad)	Trimestral	Técnico
	El rotor explota	Baja	Verificar la funcionalidad del rotor (Desgaste)	Trimestral	Técnico
Aceite	Fuga/Déficit de aceite	Alta	Revisar los niveles de aceite, depositar la medida estándar e inspeccionar posibles fugas	Cada turno	Operario



La mayoría de los componentes de la máquina Plana Doble Aguja, deben ser reacondicionados de manera cíclica, es decir, la empresa debe establecer actividades periódicas para restaurar el activo a su condición original. Es importante resaltar que las frecuencias de mantenimiento se establecieron de acuerdo con el nivel de criticidad de los equipos y la experiencia del técnico experto.

Tabla 11. Sustitución Cíclica

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO BASADAS EN SUSTITUCIÓN CÍCLICA					
					
Componente	Falla Funcional	Nivel de Criticidad	Tarea de Mantenimiento	Frecuencia	Responsable
Aguja	Rotura de la aguja	Baja	Se cambia la aguja cada turno de trabajo para garantizar desempeño en producción	Cada Turno	Operario

Fuente: elaboración propia

Solo hay un componente que debe ser reemplazado en un periodo de tiempo definido y este corresponde a las agujas, las cuales tiene una vida útil según el volumen de producción (300-400 prendas en condiciones normales).

Tabla 12. Búsqueda de Fallas

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO BASADAS EN BÚSQUEDA DE FALLAS					
					
Componente	Falla Funcional	Nivel de Criticidad	Tarea de Mantenimiento	Frecuencia	Responsable
Barras o árboles	No se trasmite potencia mecánica	Baja	No se programa ningún mantenimiento (Correctivo/Poco Probable)	N/A	Técnico
Aguja	Desalineación con la placa de agujas.	Baja	Verificar la alineación de la placa de agujas	Cada Turno	Operario
Barra de la aguja	Choque de la aguja con algo que no puede traspasar	Baja	Verificar el diámetro del material y el tipo de aguja a usar.	Cada Turno	Operario
	Desalineación con la placa de agujas.	Baja	Verificar la alineación de la placa de agujas	Cada Turno	Operario
Pedal o Manivela	No se permite contacto/interruptor para accionar la máquina	Baja	Revisar las conexiones eléctricas del pedal / Cambiar o ajustar resorte	N/A	Técnico

Fuente: elaboración propia

Las tareas centradas en búsqueda de fallos se deben enfocar en la verificación regular y programada de la barra o eje, alineación de la placa de agujas y barra de agujas y, en el funcionamiento del pedal o manivela.

Es mester resaltar que para la Máquina Plana Doble no se identificaron actividades de rediseño.

Ahora bien, al analizar la distribución porcentual de las actividades de mantenimiento se logró identificar que el 50% corresponde a actividades de reacondicionamiento cíclico, seguido

del 22% correspondiente a tareas de tareas a condición de y un 22% de tareas centradas en la búsqueda de fallas; el 6% restante hace referencia a las tareas de sustitución cíclica (Ver figura 14).

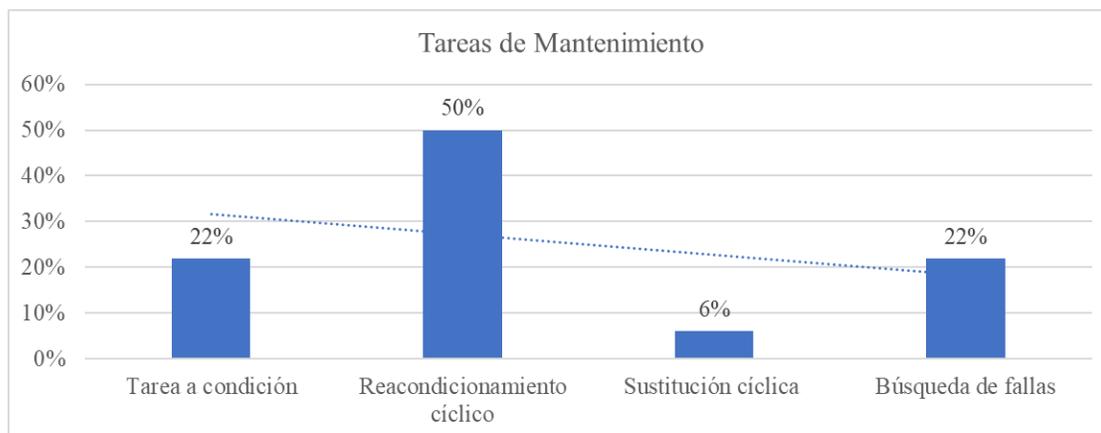


Figura 14. Tareas de Mantenimiento. Fuente elaboración propia

Con base a los anteriores resultados es necesario establecer algunas acciones de mejora que fortalezcan el plan de mantenimiento preventivo basado en RCM propuesto. Las cuales se plantean a continuación:

5.4 Acciones de mejora

Establecimiento de funciones técnico

Una de las acciones de mejora que se plantean es la determinación de las funciones específicas del técnico; se sugiere a la empresa que dichas acciones sean informadas a la hora de firmar el contrato de prestación de servicios para garantizar que se cumplan a cabalidad las actividades de mantenimiento establecidas.

A continuación, se listan las funciones que debe desempeñar la persona encargada del mantenimiento de los equipos.

Tabla 13. Funciones técnico

Cargo: Técnico General

Funciones:

- ✓ Atender los requerimientos del personal operativo y jefe inmediato.
- ✓ Generar y ejecutar las órdenes de trabajo según los requerimientos del jefe inmediato.
- ✓ Ejecutar el mantenimiento correctivo de manera oportuna, ágil y a satisfacción de acuerdo con los manuales del fabricante de la máquina.
- ✓ Aprobar y entregar la maquinaria a satisfacción al jefe inmediato.
- ✓ Realizar los mantenimientos preventivos según el plan y cronograma de mantenimiento.
- ✓ Diligenciar las solicitudes de compras de repuestos e insumos de manera clara y precisa.
- ✓ Diligenciar y mantener actualizada la bitácora y hojas de vida de las máquinas.
- ✓ Mantener aseado el área y puesto de trabajo.
- ✓ Mantener las herramientas de trabajo en condiciones óptimas para el desempeño de sus funciones y responder por el inventario a su cargo.

Fuente: elaboración propia.

Adicional al cumplimiento de las funciones establecidas, el técnico de mantenimiento deberá capacitarse periódicamente debido a que la empresa JONLEY S.A.S se encuentra en crecimiento y esto conlleva a la adquisición de nuevos equipos con nuevas tecnologías que requieren personal entrenado que desempeñe de manera eficiente, oportuna y con calidad sus funciones.

Es importante manifestar que el éxito de la implantación del RCM dependerá fundamentalmente del personal de mantenimiento y de los operarios involucrados, motivo por el cual, hay que tener un especial cuidado en el proceso de inducción y en la capacitación, o siendo el caso, en la contratación del servicio de mantenimiento.

Adicional a las anteriores acciones de mejora, en el anexo 1 se propone un formato de orden de trabajo, en el anexo 2 un formato de ficha técnica u hoja de vida de equipo, en el anexo 3 un formato de registros de mantenimiento y en el anexo 4 el cronograma de actividades correspondiente a 3 meses.

6. CONCLUSIONES

A partir del desarrollo del trabajo se llega a la conclusión general de que un plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) es una alternativa viable y efectiva para aumentar la disponibilidad de los equipos de la empresa de confecciones JONLEY SAS, lo cual, permite optimizar los tiempos de producción y disminuir los costos asociados a las averías y paradas de las máquinas.

Otra de las conclusiones del estudio es que tras el diagnóstico inicial se halló que la empresa JONLEY SAS, no contaba con un plan de mantenimiento definido y que, por el contrario, las actividades preventivas y correctivas no tenían registros ni controles establecidos. Por tanto, al implementar el plan de mantenimiento propuesto la empresa puede tener un mayor control sobre los procesos de mantenimiento y hacer las debidas auditorías internas.

En consecuencia, los registros de mantenimiento para la empresa JONLEY SAS permiten llevar un control detallado de la ejecución del mantenimiento gracias a que la información suministradas en las ordenes de trabajo se almacena en las hojas de vida de los equipos para su análisis y posterior toma de decisiones.

Tras el diagnóstico se identificó que la máquina con menor porcentaje de disponibilidad es la Plana Doble Aguja (97,12%), a la cual se le aplicó un análisis de criticidad detallado en donde se logró establecer las fallas funcionales y los modos de falla más relevantes y, posteriormente identificar las frecuencias y actividades de mantenimiento correspondientes a cada componente de la máquina.

Lo anterior permitió llegar a la conclusión de que los componentes con mayor criticidad en la Máquina Plana Doble es el garfio rotativo y la lubricación, además, que no es necesario el establecimiento de acciones de mantenimiento correctivas como el rediseño del sistema.

Finalmente, puede concluirse que las acciones de mejora planteadas pueden disminuir la probabilidad que se presenten averías mayores como consecuencias de pequeñas fallas, optimizando tiempos de mantenimiento al conocer los repuestos y herramientas a emplear, y disminuyendo las frecuencias de paradas como consecuencias de fallas. Adicional a esto, facilita la distribución del personal de mantenimiento.

REFERENCIAS

- Adolfsson, E. Dahlström, T. (2011). Efficiency in corrective maintenance. Recuperado de:
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/148074.pdf>
- Afefy, I. (2010). Reliability-Centered Maintenance Methodology and Application: A Case Study. *Engineering*. 02(11). 863-873
- Alvarizaes, R.C. (2010). Elaboración de programa de mantenimiento preventivo de las unidades de transporte local de dhl global forwarding. Recuperado de:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0648_M.pdf
- Cómo Funciona Portal Web. (2018). ¿Cómo funciona la máquina de coser? [Mensaje de un Blog].
Recuperado de: <https://comofuncionahoy.com/maquina-de-coser/>
- Gutiérrez, A. (2009). Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Bogotá, D.C.: Alfaomega.
- Herrera F, Jorge. 2003. El mantenimiento planificado sistema fundamental para mejorar la productividad. Bogotá, D.C.
- Ivester, L. Neefus, J. (2005). Industria de Productos Textiles. Recuperado de:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/89.pdf>
- Jiménez, E. (2014). Planchado y arreglo de ropa en alojamientos. Editorial E-learning. Madrid, España.
- Maya, J.A. (2018). Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia 2018

- Milje, R. (2011). Engineering methodology for selecting Condition Based Maintenance. Recuperado de: <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/182746/Milje%2C%20Ruben.pdf?sequence=3>
- Navas, X. (2010). Propuesta de un programa de mantenimiento para la maquinaria del proceso de preparación tejeduría en una empresa textil en San Antonio de Pichincha. [Tesis de grado]. Universidad de las Américas. Quito, Ecuador.
- Plaza, O.E. (2008). *Criterios de subcontratación en mantenimiento textil en el Valle de Aburrá*. [Tesis de grado]. Universidad EAFIT. Medellín.
- Quintero, M. (2017). Diseñar un plan de mantenimiento para la empresa confecciones. Recuperado de: <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1906/1/30894.pdf>
- Quinteros, L.E. (2017). Propuesta De Un Plan De Mantenimiento Para El Departamento De Tejeduría En Una Empresa Textil. [Tesis de grado]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala
- Sánchez, I. (2011). Optimización del cálculo de recursos productivos para cotización en una empresa de confecciones. Recuperado de: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/sanchez_ay/cap1.pdf
- Santos, I. Marcondes, M. Russo, E. Manguinho, D. (2015). Big Data Analytics for Predictive Maintenance Modeling: Challenges and Opportunities. Conference: OTC Brasil. 1-15.
- Singer. (2018). Catálogo de productos industriales. Recuperado de: http://www.singer.com.mx/singer_mex/index.php

Trojan, F. Marçal, R. (2017). Proposal of Maintenance-types Classification to Clarify Maintenance Concepts in Production and Operations Management. *Journal of Business Economics*. 8(7). 560-572.

ANEXOS

Anexos 1. Formato orden de trabajo

Código equipo	Equipo				Orden de trabajo
Fecha de emisión	Centro de costos	Código de importancia	Código de trabajo	Prioridad	Preventivo Correctivo
Actividades por ejecutar			Actividades ejecutadas		
Herramientas			Herramientas adicionales utilizadas		
Repuestos			Repuestos adicionales utilizados		
Insumos			Insumos adicionales utilizados		
Epp			Trabajos adicionales pendientes		
Personal previsto	Tiempo previsto	Horas hombre previstas	Tiempo de parada de producción	Costo horas hombre	
Personal empleado	Tiempo empleado	Horas hombre empleadas		Costos materiales	
				Costos repuestos	
				Total	
EJECUTADO POR:		AUTORIZADO POR:		APROBADO POR:	

Fuente: elaboración propia

Anexos 2. Formato ficha técnica del equipo

Código equipo	Equipo	Fecha
DATOS DE ADQUISICIÓN		
Marca		
Modelo		
Referencia		
Costo de adquisición		
Fecha de adquisición		
Garantía valida desde		
Garantía válida hasta		
DATOS DEL SUMINISTRADOR		
Empresa		
Dirección		
Contacto		
Teléfono		
CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO		
Descripción		

Fuente: Elaboración propia

Anexos 4. Cronograma de mantenimiento

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO ESTIMADO / Horas	JULIO																																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Mantenimiento mensual máquina fileteadora FIL 04	Técnico	1	█						█							█						█	█														
Mantenimiento semanal máquina fileteadora FIL 04	Técnico	0,5	█	█						█							█					█	█														
Mantenimiento trimestral máquina fileteadora FIL 04	Técnico	0,5	█																																		
Mantenimiento mensual máquina fileteadora FIL 05	Técnico	1	█																																		
Mantenimiento semanal máquina fileteadora FIL 05	Técnico	0,5	█	█							█							█					█	█													
Mantenimiento trimestral máquina fileteadora FIL 05	Técnico	0,5	█																																		
Mantenimiento mensual máquina recubridora REC	Técnico	1	█																																		
Mantenimiento semanal máquina recubridora REC	Técnico	0,5	█			█						█							█																		
Mantenimiento trimestral máquina recubridora REC	Técnico	0,5	█																																		

ACTIVIDAD PROGRAMADA

E	Ejecución: E = Ejecutado según cronograma / R = Reprogramado
0001	No. Orden de trabajo

ACTIVIDAD REPROGRAMADA

E	Ejecución: E = Ejecutado según cronograma / R = Reprogramado
0001	No. Orden de trabajo

█ Dias no laborales

*El tiempo estimado corresponde al promedio del tiempo empleado por el técnico para ejecutar una actividad. Se estableció a partir de la información contenida en la bitácora de mantenimiento.

