

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM EN LA EMPRESA

CONFECCIONARTE S.A.S

WALTER ADOLFO QUINTANA PEREZ

MARIA CRISTINA BARRIENTOS

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y MODAS

INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2015

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM EN LA EMPRESA
CONFECCIONARTE S.A.**

WALTER ADOLFO QUINTANA PEREZ

MARIA CRISTINA BARRIENTOS

**Proyecto de Grado para optar al título de
Ingeniero Industrial**

Asesor temático y metodológico:

JACOBO ECHAVARRIA CUERVO

Ingeniero Industrial

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y DISEÑO**

INGENIERIA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2015

Nota aceptación:

Firma del presidente jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 26 de mayo de 2015

AGRADECIMIENTOS

Hoy después de un largo tiempo, acompañado de sacrificios pero grandes recompensas damos gracias a Dios y a todas las personas que nos acompañaron y apoyaron en este proceso, gracias por su constancia, comprensión y su respaldo incondicional y desinteresado.

CONTENIDO

	Pág.
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
3. OBJETIVOS	23
3.1. Objetivo general:	23
3.2. Objetivos específicos:	23
4. JUSTIFICACIÓN	24
5. MARCO CONTEXTUAL	27
6. MARCO TEÓRICO	30
6.1. Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM):.....	30
6.1.1. Reseña histórica.	31
6.2. Beneficios y alcance de un análisis RCM:	37
6.2.1. Beneficios:.....	37
6.2.2. Alcance	38
6.3. Metodología de trabajo de un análisis RCM:	39
6.3.1. Grupo de trabajo y facilitador.....	39
6.4. Análisis de criticidad:.....	40

6.5. Matriz de criticidad:.....	47
6.6. Pasos de un análisis RCM:.....	48
6.7. Contexto operacional:	49
6.8. Funciones:.....	50
6.9. Modos de falla:.....	51
6.10. Efecto de los fallos:	52
6.11. Consecuencia de los fallos:.....	54
6.12. Ventajas del RCM:	56
6.13. Fichas técnicas:	57
7. DISEÑO METODOLÓGICO	58
7.1. Tipo de investigación:.....	58
8. RESULTADOS.....	60
8.1. Contexto operacional empresa Confeccionarte S.A.S:.....	60
8.1.1. Análisis de criticidad.....	67
8.2. Hoja de análisis y resultados RCM:.....	75
8.3. Análisis AMFE y decisión:.....	88
8.4. Programa de mantenimiento:.....	92
9. CONCLUSIONES.....	101
10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	104
REFERENCIAS	105

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tablero de eficiencias y facturación.	19
Tabla 2. Planteamiento del problema.....	21
Tabla 3. Análisis de criticidad.....	44
Tabla 4. Categoría de la consecuencia de los fallos.....	55
Tabla 5. Inventario base maquinaria enero 2015.....	61
Tabla 6. Experiencia y nivel de estudios personal mantenimiento.	66
Tabla 7. Costos de mantenimiento año 2014.....	67
Tabla 8. Valoración costos de mantenimiento.	68
Tabla 9. Valoración correspondiente a los costos de mantenimiento y mano de obra año 2014.....	68
Tabla 10. Fallas de maquinaria en el año 2014.....	69
Tabla 11. Número de Fallas Presentadas en el año 2014.....	69
Tabla 12. Frecuencia de fallas.....	70
Tabla 13. Número de horas trabajadas Vs Meta de utilización para el año 2014.....	70
Tabla 14. Tipo de demanda.	70
Tabla 15. Valoración demanda de las Máquinas de confección.	71

Tabla 16. Flexibilidad Operacional.	71
Tabla 17. Valoración Flexibilidad Operacional.	72
Tabla 18. Valoración aspectos asociados a la criticidad.	72
Tabla 19. Resumen análisis de criticidad.	73
Tabla 20. Análisis de Criticidad Máquinas de confección empresa Confeccionarte S.A.S...73	73
Tabla 21. Análisis RCM 2.....	75
Tabla 22. Análisis y decisión AMFE.....	88
Tabla 23. Plan de mantenimiento.	93
Tabla 24. Cronograma de mantenimiento preventivo Confeccionarte S.A.S.....	95
Tabla 25. Hoja de vida maquinaria Confeccionarte.	98
Tabla 26. Listado de recomendaciones.....	99
Tabla 27. Cronograma propuesta de mantenimiento basado en RCM.	104

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ejemplo Matriz de Criticidad.....	48
Figura 2. Organigrama personal mantenimiento.....	65
Figura 3. Diagrama de módulos de producción confeccionarte.....	66

GLOSARIO

AMFE: El Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMFE) es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un SISTEMA para priorizarlos y poder concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

Banda: Se conoce como correa de transmisión a un tipo de transmisión mecánica basado en la unión de dos o más ruedas, sujetas a un movimiento de rotación, por medio de una cinta o correa continua, la cual abraza a las ruedas ejerciendo fuerza de fricción suministrándoles energía desde la rueda motriz.

Biela: Pieza de una máquina que sirve para transformar el movimiento rectilíneo en movimiento de rotación, o viceversa.

Buje: Pieza cilíndrica que reviste por el interior los elementos mecánicos que giran alrededor de un eje

Cabezote: Componente de la maquina donde se integra el conjunto de todo el mecanismo de la máquina.

Carretel: Pieza cilíndrica para enrollar hilos que se ubica en la canastilla de la máquina para generar la lazada.

Confiabilidad: Capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas durante un período de tiempo determinado

Eficiencia: Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.

Fallas Funcionales: Incapacidad de cualquier activo de hacer aquello que sus usuarios quieren que haga.

Fiabilidad: Probabilidad de que un sistema, aparato o dispositivo cumpla una determinada función bajo ciertas condiciones durante un tiempo determinado.

Guía hilo: Pieza metálica que se ubica en el cabezote de la máquina para direccionar de manera correcta el hilo.

Inspección: Hallar características físicas significativas para determinar cuáles son normales y distinguirlas de aquellas características anormales. En este sentido, es posible desarrollar inspecciones

Limpieza: Quitar la suciedad, las imperfecciones o los defectos de algo

Lubricación: Actividad de aplicar el lubricante a la maquinaria y cambiar el lubricante cuando se cree que ya no cumple con su función

Máquina Fileteadora: Es un mecanismo de entrelazamiento de un hilo y dos hilazas produciéndose así una costura tejida llamada de sobrehilado. Hay fileteadoras de 3,4 hilos.

Maquina Plana: Es una máquina que tiene como función entrelazar un hilo superior con un hilo inferior a través de una tela, realizando una costura recta, se utiliza en el campo de la confección, transformando materia prima textil en prendas de vestir

Maquina Recubridora: También conocida como INTERLOCK también se conoce como Gamuza, es un tejido que se caracteriza por tener doble faz, tanto por el derecho como por el revés tiene la apariencia de un jersey. El Interlock tiene un tacto suave y buena caída. Se utiliza para diversidad de prendas.

Matriz de criticidad: Permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, activos en general, sistemas equipos y componentes.

Modos de falla: Cualquier evento que pueda causar la falla de un activo físico (sistema o proceso)

Módulo de confección: Centros de trabajo ordenados para la confección de prendas de vestir.

Piñón: Rueda dentada destinada a tensar una cadena o una correa dentada de una transmisión.

Polea: Rueda plana de metal que gira sobre su eje y sirve para transmitir movimiento en un mecanismo por medio de una correa.

Prénsatela: Pieza metálica que se ubica en la barra para dar sostenibilidad al tejido además de ayudar con el transporte del mismo.

Productividad: Capacidad de producción por unidad de trabajo.

Rodamiento: Cojinete que consta de dos cilindros concéntricos entre los que va colocado un juego de rodillos o bolas que pueden girar libremente.

RCM: RCM o Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad).

SAM: Tiempo estándar de confección asignado a la prenda (suma de los tiempos que se demora cada una de las operaciones que requiere la prenda para quedar totalmente confeccionada).

Tira hilo: Pieza metálica ubicada en el cabezote de la máquina que cuenta con un movimiento generado por una biela y le permite alimentar el hilo en la cantidad exacta para generar la puntada.

RESUMEN

Confeccionarte es una empresa dedicada a la confección de prendas casuales para la línea femenina, cuenta con 125 empleados, de los cuales el 70% está distribuido en el proceso producción, 15% terminación, empaque y distribución, 10% preparación producción y 5% personal administrativo, la empresa está basado en un sistema de producción modular donde estos se especializan para cada uno de los clientes y tipos de productos establecidos, buscando con esto mayor productividad en cada uno de ellos

Este trabajo se fundamentó en formular una estrategia de mantenimiento basada en RCM, con el fin de realizar una propuesta que ayudase a obtener un proceso productivo dinámico, continuo e integrado que permita aumentar la disponibilidad, la confiabilidad operacional, aumentar la satisfacción del cliente, aumentar el bienestar económico laboral de los empleados y disminuir los costos de mantenimiento de los equipos aportando a las metas financieras de la compañía.

En el trabajo, se recopiló la formulación de una estrategia de mantenimiento de la empresa Confeccionarte S.A.S aplicando la metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), tomando como base la maquina plana la cual es la que presenta mayor criticidad en la empresa, se extrajo información de los equipos, el historial de reportes de fallas; luego se procedió a realizar un análisis de la forma como se venía aplicando, la estructura jerárquica, la definición de perfiles y se planteó una propuesta de cómo aplicar RCM teniendo en cuenta las características de los equipos y el contexto operacional actual. Como resultado de lo anterior se presentan unas conclusiones y recomendaciones para mejorar con la aplicación del RCM en los activos, encaminadas a mejorar el rendimiento del mismo.

ABSTRAC

Confeccionarte is a clothing company focused specifically on women's clothing line. It has 125 employees in all processes.

Looking to improve their productivity and costs reduction in their processes decide to intervene maintenance management supported in an system named RCM that bases its methodology on equipment reliability looking how intervene them in a preventive and assertive way to minimize all that problems generated from the Process.

Confeccionarte es una empresa de confección enfocada específicamente a la línea de prendas femenina. Cuenta con 125 empleados en todos sus procesos. Buscando mejorar su productividad y reducción de costos en sus procesos decide intervenir la gestión de mantenimiento apoyados en un sistema llamado RCM que fundamenta su metodología en la confiabilidad de los equipos buscando de qué manera intervenirlos de una forma preventiva y asertiva para reducir al máximo todos los inconvenientes que se generan desde este proceso.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Confeccionarte es una empresa dedicada a la confección de prendas casuales para la línea femenina, cuenta con 125 empleados, de los cuales el 70% está distribuido en el proceso producción, 15% terminación, empaque y distribución, 10% preparación producción y 5% personal administrativo, la empresa está basado en un sistema de producción modular donde estos se especializan para cada uno de los clientes y tipos de productos establecidos, buscando con esto mayor productividad en cada uno de ellos. Los clientes que actualmente maneja la compañía son: Tennis, didetexco; Americanino y Disex.

El área de confección está constituida por nueve módulos de ensamble, cada uno tiene una capacidad instalada promedio de 300 unidades diarias estos módulos se encuentran ubicados en el primer piso, y en el segundo piso se realiza el proceso de terminación de todas las prendas. Tanto las que se deben empacar inmediatamente después de confección como las que llegan del proceso de lavandería.

En el área de confección se presentan dificultades debido al incumplimiento a las fechas de entrega, generando insatisfacción en los clientes, estos incumplimientos son ocasionados en gran parte por paros en el proceso productivo gracias al mal estado de la maquinaria, puesto que esta no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, trayendo consigo el desgaste acelerado de la maquinaria y por ende un funcionamiento deficiente de la misma, por otro lado el incremento del tiempo en mantenimientos correctivos son demasiado elevados, convirtiéndose así en un factor crítico y costoso para la compañía.

La maquinaria más representativa en cuanto a cantidad e importancia en el proceso son: Maquina plana, Maquina fileteadora y Maquina recubridora.

Estas por ser las más utilizadas en cualquier tipo de prenda, son las maquinas que más tiempo improductivo generan debido a:

Ajustes para los diferentes tipos de telas.

Ajustes para los diferentes tipos de hilos.

Desgastes en la piezas (ganchos, luper, arrastres, prénsatelas, bujes y sistema de lubricación en general).

Estas fallas son repetitivas dentro del proceso, debido a la falta de mantenimiento preventivo.

Actualmente la capacidad del equipo de mantenimiento de la empresa confeccionarte S.A.S, tiene como recurso un técnico de mantenimiento de máquinas industriales de turno completo y un aprendiz que distribuye su tiempo en primeros auxilios y en montajes de producción. El técnico de mantenimiento está enfocado en un 100% de su turno laboral en realizar mantenimientos correctivos con el objetivo de evitar paros en el proceso productivo pero debido a la alta demanda de servicios de mantenimiento en cada módulo de trabajo es imposible cubrirla, generando desacuerdos e insatisfacciones en los módulos de trabajo, lo cual finalmente se ve reflejado en la rentabilidad de la empresa.

Cuando una maquina presenta fallas el técnico hace un diagnóstico inicial para determinar la causa, generándose requerimiento de repuestos los cuales pueden tardar de hasta un mes en su consecución, lo que obliga a dejar en stand by la maquinaria y recurrir a otra, en caso de que haya disponibilidad de la misma, de no ser así, se hacen cambios en el plan de producción para el ingreso de una nueva referencia lo que conlleva al incumplimiento con el cliente.

Este proceso aún no se ha intervenido desde la parte de planeación y programación, generando inconvenientes a la compañía como costos por el exceso en horas extras, alto índice de rotación de personal y repuestos, por valor de Ocho millones quinientos mil pesos mensuales, discriminados de la siguiente manera:

Horas Extras: 3.500.000

Dotación: 1.300.000

Afiliaciones: 1.700.000

Repuestos: 2.000.000

Otro factor determinante es la falta de motivación, interés y tiempo de los analistas de producción y personal de mantenimiento.

Se evidencia insatisfacción con el cliente interno (personal operativo) por los daños repetitivos o permanentes de la maquinaria los cuales exceden el 30% de los minutos instalados lo que quiere decir que cada persona deja de percibir \$ 285.000 pesos mensuales, ya que el sistema de pago de la empresa confeccionarte S.A.S está directamente relacionada con la cantidad de unidades producidas por hora.

A continuación se detallan las eficiencias, facturación y causales de incumplimiento a las metas asignadas diariamente actuales de la planta de producción:

Tabla 1. Tablero de eficiencias y facturación.

MODULO DE CONFECCION N°								
Referencia:	465286	Precio por unidad:	\$ 1.200,00	Sam:	10 min	Fecha entrega	26 de Agosto de 2014	
Meta x hora:	30	Cantidad Lote:	1300	# personas:	5			
Hora	Meta	Unidades	Unidades acumuladas.	Eficiencia	FACTURACION PRESUPUESTADA	Facturado Hora	DIFERENCIA	Causal de incumplimiento
1	30	28	28	93%	36.000,00	\$ 33.600,00	\$ 2.400,00	
2	60	25	53	88%	36.000,00	\$ 30.000,00	\$ 6.000,00	
3	90	10	63	70%	36.000,00	\$ 12.000,00	\$ 24.000,00	Problema de molderia
4	120	8	71	59%	36.000,00	\$ 9.600,00	\$ 26.400,00	Maquina Mala
5	150	25	96	64%	36.000,00	\$ 30.000,00	\$ 6.000,00	
6	180	30	126	70%	36.000,00	\$ 36.000,00	\$ -	
7	210	30	156	74%	36.000,00	\$ 36.000,00	\$ -	
8	240	0	156	65%	36.000,00	\$ -	\$ 36.000,00	Maquina Mala
9	270	0	156	58%	36.000,00	\$ -	\$ 36.000,00	Maquina Mala
10	300	0	156	52%	36.000,00	\$ -	\$ 36.000,00	Maquina Mala
TOTAL FACTURADO					360.000,00	\$ 187.200,00	\$ 172.800,00	

En el cuadro anterior se plasma el comportamiento actual de los módulos de confección hora a hora, este debe contener la siguiente información:

Referencia de la prenda a confeccionar: esta hace alusión a la numeración asignada de acuerdo a la colección, la línea y el año (emitida por el cliente).

SAM: Tiempo estándar de confección asignado a la prenda (suma de los tiempos que se demora cada una de las operaciones que requiere la prenda para quedar totalmente confeccionada).

Meta por hora: se refiere al número de unidades que el módulo de producción debe arrojar hora a hora al 100% de eficiencia, esta sale de la división de los minutos instalados y el SAM (aplicación de la medida estándar) de la prenda.

Precio: Indica el valor asignado a la unidad confeccionada, el cual se determina de acuerdo al precio del cliente, correspondiendo al 30% del mismo.

Cantidad del lote: corresponde a la curva de producción de la referencia por talla y color.

Número de personas: Indica el número de personas que conforma el módulo de confección de la referencia a confeccionar.

Fecha de entrega: Es la fecha límite pactada con el cliente para ser la entrega del lote al proceso de terminación.

El turno laboral de la empresa Confeccionarte S.A.S, actualmente es de 6:00 a.m a 4:35 p.m. el cual corresponde a 10 horas exactas de tiempo productivo. En la columna hora, encontramos discriminado el turno laboral asignando a cada celda (6:00 a.m. a 7:00 a.m.- hora 1, de 7:00 a.m. a 8:00 a.m. – hora 2, de 8:00 a.m.- 9:00 a.m. y así sucesivamente hasta cumplir las 10 horas laborales, a cada hora se le es asignada las unidades a confeccionar determinadas como la meta hora y es acumulable a medida que avanzan el turno, posteriormente hallamos la columna meta real, esta indica el número de unidades reales confeccionadas por el módulo de confección y se van sumando a medida que avanza el turno laboral. Las eficiencias son halladas de la división entre el número de unidades reales confeccionadas y la meta, arrojando un valor porcentual.

La facturación presupuestada se saca de la multiplicación entre la meta y el precio por unidad asignado; la facturación real es la multiplicación entre el número de unidades reales confeccionadas y el precio por unidad asignado, la diferencia se saca de la resta entre la facturación presupuestada y la facturación real.

En la casilla causal de incumplimiento se describen las causas del porque no se cumple con las meta presupuestada.

Cuadro de consecuencias causado por la falta de implementación de un programa de mantenimiento.

Tabla 2. Planteamiento del problema.

	Situación Actual	Causas	Efectos	Preguntas
1	Incumplimiento a las fechas de entrega	Alto nivel de inventarios de producto en proceso (sin confeccionar), maquinaria en mal estado	Afección en las eficiencias, depreciación acelerada de la	¿sera posible que al implementar un programa de mantenimiento se de cumplimiento a las fechas de entrega?
2	Paros de produccion inesperados	Incumplimiento a clientes y presupuesto de facturación, falta de programa de mantenimiento	Perdida de competitividad en el mercado	Si se atacan los paros de producción inesperados mediante un mantenimiento programado aumentaran las eficiencias en los módulos de confección y por ende en la facturación total de la compañía?
3	Mala calidad	Falta de respuestos para la maquinaria	Falta de pla de mantenimiento preventivo	Si se adecua la maquinaria se mejoraran los problemas de calidad en el area de confección?
4	Baja productividad	Paros inesperados, personal desmotivado	Poca liquidez	¿Si se brinda capacitación en mantenimiento autonomo al personal operativo, se disminuiran los minutos improductivos a causa de los paros inesperados?

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera la empresa confeccionarte S.A.S podría mejorar su capacidad productiva por medio de un programa de mantenimiento RCM?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general:

Proponer un programa de mantenimiento en la empresa confeccionarte S.A.S basado en RCM que ayude a la normalización de los procesos, a la satisfacción del cliente y al bienestar económico laboral.

3.2. Objetivos específicos:

- Realizar un análisis de criticidad a la máquina de confección que presente el mayor nivel de criticidad dentro del proceso productivo, basado en RCM.

- Determinar los tipos de mantenimiento que requieren las maquinas críticas, aplicando conceptos del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, RCM.

- Proponer una rutina de mantenimiento para las maquinas con mayor nivel de criticidad, con el fin de disminuir los mantenimientos correctivos, disminuir los costos de mantenimiento, incrementar los ingresos de los operarios, aumentar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas de confección.

4. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto tiene como fin aumentar las eficiencias, el grado de satisfacción del cliente interno, aumentar la facturación de la empresa confeccionarte y disminuir los paros inesperados en el proceso de confección a raíz de la falta de un programa de mantenimiento.

Mediante esta investigación se pretende implementar y optimizar el proceso de mantenimiento y el proceso de producción, con el propósito de mejorar las condiciones laborales, las eficiencias y el margen de utilidad. Para la organización es muy importante realizar productos que cumplan con todos los requisitos del cliente y en la cual se aporten los recursos necesarios para lograrlo, pero también la estabilidad y motivación de toda la fuerza laboral.

Con la ejecución de este proyecto se obtendrán beneficios claves para la empresa en general, ya que el objetivo es implementar un programa de mantenimiento, puesto que este tiene una relación directa con las eficiencias de los módulos de confección, logrando bases sólidas en el proceso de producción y asegurando así una mayor rentabilidad del negocio.

Al finalizar la ejecución del proyecto se obtendrá fiabilidad en la maquinaria personal motivado, productos de calidad, cumplimiento en las entregas, empleados mejor remunerados y clientes satisfechos.

En la actualidad, las empresas manufactureras, hacen parte de una gran transformación en sus procesos productivos, han visto necesario la implementación de programas de mantenimiento que lleven hacer a las empresas altamente productivas normalizando los procesos. Pero esto no se

lograra mientras existan inconvenientes de tipo mecánico, mientras esto suceda se deberá realizar un estudio de análisis y observación en cada uno de los módulos de confección para identificar el problema causante de estas restricciones por parte de mantenimiento, y poder continuar con la búsqueda de posibles soluciones que eliminen o reduzcan las restricciones del proceso.

Es necesario dar inicio entonces a la ejecución de un programa de mantenimiento preventivo ya que se logrará mejorar la productividad de la empresa, las eficiencias grupales, las remuneraciones del personal, el grado de marcha, la calidad del producto, se reducirán los tiempos de entrega y disminuirán los costos por inventario.

Una vez se identifiquen los problemas de mantenimiento más representativos en el proceso de confección, se es necesario intervenir y dar solución de manera prioritaria a cada uno de ellos.

Ventajas:

- Reducción de horas extras por parte del equipo de mantenimiento.
- Personal mejor remunerado.
- Mayor margen de utilidad.
- cumplimiento con las fecha de entrega.
- calidad en el producto.
- Disminución de tiempos improductivos por paros en el proceso.
- Reducción en los costos.
- Mayor precisión, durabilidad y funcionalidad en la maquinaria.

Como estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo se presenta la posibilidad a través de este trabajo de grado de aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo de la función académica, aplicándolos en la industria, a la vez que enriquecer y fortalecer la formación como futuros profesionales, y dejar en alto el buen nombre de nuestra institución educativa.

La empresa confeccionarte S.A.S conoce las falencias que existen en el área de mantenimiento lo cual tiene relación directa con los resultados generales de la compañía. Por medio de un programa de mantenimiento que no solo mejore la funcionamiento de la maquinaria y equipo si no que ayude a que la interacción de los procesos se desarrolle de una manera más eficiente.

Para la institución es importante que cada uno de sus estudiantes migre el conocimiento y ayuden a través de investigación y análisis a la optimización de procesos industriales, optimización de recursos, disminución de costos y mostrar al sector empresarial que los alumnos están preparados para afrontar cualquier situación laboral, gracias a los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

5. MARCO CONTEXTUAL

CONFECIONARTE S.A.S. fue creada en el año 2005, está ubicada En la Diag. 52 #12-19 Municipio de Bello, y su número telefónico es 453-2624. En la actualidad está dedicada a la maquila de prendas de vestir para dama y le fabrica a DIDETEXCO S.A., TENNIS, AMERICANINO, DISEX

CONFECIONARTE S.A.S. se especializa en la confección de prendas superiores en tejido de punto y plano enfocada al ensamble de prendas de vestir requeridas por el cliente, previamente diseñadas y predeterminadas en sus características de fabricación.

Actualmente es una de las empresas más grandes del norte de la ciudad, es una de las generadoras de empleo más importantes en el sector de la confección. Esta empresa cuenta con 120 empleados de los cuales 109 cumplen funciones operativas que dan como resultado una capacidad instalada de 20928 horas mensuales y 11 administrativas. Está conformada internamente por el área administrativa, bodega de insumos, preparación de lotes, confección, terminación y despachos.

El proceso operativo inicia en el momento en que son asignados los lotes de producción por el cliente, estos son diligenciados en el plan maestro de producción donde se establecen a los módulos de trabajo de acuerdo a su especialidad, una vez son asignados y recibidos físicamente los lotes de producción estos pasan al proceso de preparación de referencia donde la se tiquetean y se verifican una a una las piezas.

Posteriormente los lotes de producción pasan a los módulos de confección, los cuales son conformados por 8 personas (esta cifra varía dependiendo de la prenda a confeccionar), donde previamente fue diseñado un balanceo de cargas, unas metas y unas fechas de entrega determinadas, luego de este proceso las prendas son llevadas al proceso de terminación donde son sometidas a una inspección de calidad para ser empacadas y despachadas al cliente final.

Los salarios del personal operativo de la compañía están directamente relacionados con las unidades confeccionadas durante la jornada laboral, la cual corresponde a 10 horas como se explica anteriormente.

Uno de los factores más determinantes en la productividad de la empresa está ligada a las eficiencias de los módulos de confección, estas se ven afectadas principalmente por el fallo constante de la maquinaria debido a la falta de mantenimiento preventivo que se le realiza a la maquinaria de la empresa.

La empresa cuenta con 130 máquinas, discriminadas de la siguiente manera:

- Máquina planas 60 unidades.
- Máquinas fileadoras 30 unidades.
- Máquinas recubridoras 30 unidades
- Ojaladora 1 unidad
- Botonadora 1 unidad
- Presilladora 1 unidad
- Cerradora de codo 1 unidad
- Troqueladoras 2 unidades

➤ Planchas 4 unidades.

Esta maquinaria solo se le hace mantenimiento correctivo, puesto que no existe un departamento de mantenimiento estructurado, con funciones claras que cubran este tipo de necesidades; el recurso actual está conformado por un mecánico que por la alta demanda en su turno laboral solo cubre los paros inesperados en el proceso productivo (mantenimiento correctivo). No se cuenta con ningún tipo de información de la maquinaria, como bitácoras, hojas de vida o documentos donde se evidencie la trazabilidad de cada una de ellas, el requerimiento de repuestos se realiza inmediatamente se genere la necesidad en el módulo de confección, causando esto paros excesivamente prolongados ya que la persona encargada conseguir el repuesto es el mismo mecánico, no se cuenta con un stock de repuestos ni un inventario que determine o que mida las fallas más frecuentes en la maquinaria, por las razones mencionadas se puede evidenciar que los paros de producción por la gestión de mantenimiento son elevados llegando a afectar la facturación de la empresa hasta un 30%.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM):

El RCM (Reability Centred Maintenance) es un método aplicado que ayuda a definir la estrategia de mantenimiento más apropiada para cada activo actuando en su contexto operativo real. Esta estrategia permite de evitar que sucedan modos de falla o reducir drásticamente sus consecuencias de manera eficaz. Esta técnica establece cuando una tarea es posible desde el punto de vista técnico y cuando es económicamente viable para un horizonte de validez definido. La eficiencia y la eficacia de los planes de mantenimiento de cualquier máquina, aumentan de manera significativa con esta herramienta de decisión (Pistarelli, 2000).

El RCM o Reliability Centered Maintenance es una metodología para el desarrollo de un plan de mantenimiento basada en el análisis de fallos de la instalación. De las tres metodologías propuestas en esta serie de artículos dedicados a la elaboración de planes de mantenimiento, basar este plan de mantenimiento en un exhaustivo análisis de fallos es sin duda la que mejores resultados puede dar, pues estará orientado a evitar los fallos que pueda tener la instalación. (García Garrido, 2015)

Sin embargo, el RCM no busca solamente resolver problemas de confiabilidad, va más allá de ello e introduce un cambio cultural respecto a los conceptos a tener en cuenta al momento de pensar en mantenimiento. Sobre todo introduce la idea, hoy entendida por la mayoría, que el Mantenimiento tiene como finalidad asegurar que las funciones de los equipos se sostengan en el tiempo, aumentar su disponibilidad, confiabilidad y fiabilidad. Este método no solo se concentra en el activo como objeto aislado, si no, en evaluar sus funciones (las razones por las que se instala) dentro del contexto operativo. Son las **Funciones** de las maquinas lo que interesa en RCM.

El Mantenimiento Centrado en la confiabilidad RCM, como herramienta estructurada de análisis a partir de la información específica de los equipos y la experiencia de los usuarios, trata de determinar qué tareas de mantenimiento son las más efectivas, así mejorando la fiabilidad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad y disponibilidad, previniendo sus fallos y minimizar el costo de mantenimiento. (Murillo Rocha, 2002)

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

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

- **Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema

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

- **Mantenimiento Cero Horas (Overhaul):** Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

- **Mantenimiento En Uso:** es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM” (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total). (Renove tecnología, 2012)

6.1.1. Reseña histórica. En la revista Industrial Tijuana, en el documento “Introducción al Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – RCM 2” (s/f) relata que la primera generación de

mantenimiento cubre el periodo que se extiende hasta la Segunda Guerra Mundial. En estos días la Industria no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de paro de maquina no era de mayor importancia. Esto significaba que la prevención de las fallas en los equipos no era una gran prioridad para la mayoría de los gerentes. A su vez, la mayoría de los equipos eran simples, y una gran cantidad estaban sobredimensionados. Esto los hacía confiables y fáciles de reparar. Como resultado no había necesidad de un mantenimiento sistematizado más allá de limpieza, servicio y lubricación.

Durante la Segunda Guerra Mundial todo cambio drásticamente. La presión de los tiempos de guerra aumento la demanda de todo tipo de bienes al mismo tiempo que decaía abruptamente el número de los trabajadores industriales. Esto llevo a un aumento a la mecanización. Ya en los años 50s había aumentado la cantidad y complejidad de todo tipo de máquinas y la industria estaba empezando a depender de ellas.

Al incrementarse esta dependencia, se centró la atención en el tiempo de paro (tiempo muerto) de las maquinas. Esto llevo a la idea de que las fallas en los equipos deberían ser prevenidas, llegando al concepto del Mantenimiento Preventivo. En la década de los setenta esto consistió principalmente en reparaciones mayores programados en intervalos regulares prefijados.

El costo de mantenimiento comenzó a elevarse rápidamente en relación a otro costo operacional. Esto llevo al crecimiento de sistema de plantación y control del mantenimiento. Estos ciertamente ayudaron a tener el mantenimiento bajo control y han sido establecidos como parte de la práctica de mantenimiento.

Por último, la cantidad de capital ligado a activos fijos juntos con un elevado incremento en el costo del capital, llevo a los directivos a buscar la manera de maximizar la vida útil de los activos/bienes (Industrial Tijuana Capacitación, s/f).

Desde mediados de la década de los setenta el proceso de cambio en la industria ha adquirido aún más impulso. Los cambios han sido clasificados en: nuevas expectativas, nuevas investigaciones y nuevas técnicas.

El tiempo muerto de máquinas siempre ha afectado la capacidad de producción de los activos físicos al reducir la producción, al aumentar los costos operacionales e interferir con el servicio al cliente. En la década de los sesenta y setenta esto ya era una preocupación en las áreas de minería, manufactura y transporte. En la manufactura los efectos del tiempo muerto de maquina fueron agravados por la tendencia mundial hacia sistemas “Just in Time”, donde los reducidos inventarios de material en proceso hacen que una pequeña falla en un equipo pueda parar toda la planta. Actualmente el crecimiento en la mecanización y automatización han tomado a la confiabilidad y a la disponibilidad como factores claves en sectores tan diversos como el cuidado de la salud, el procesamiento de datos, las telecomunicaciones, la administración de edificios y el manejo de las organizaciones.

Una mayor automatización también significa que más y más fallas afectan nuestra capacidad de mantener parámetros de calidad de satisfactorios. Esto se aplica tanto a parámetros de servicio como para la calidad del producto. Por ejemplo, hay fallas en equipos que pueden afectar el control del clima en los edificios y la puntualidad de las redes de transporte, así como transferir con el logro de las tolerancias deseadas por la producción.

John Moubray (2004) escribió en su libro RCM II, que los procesos por los cuales ocurren las fallas son de alta importancia y lo que debe hacerse para evitarlas. La primera industria, en tener esto en cuenta, fue la industria de la aviación civil internacional, que desarrolló un marco estratégico de manera que cada activo continúe haciendo aquello que sus usuarios quieren que haga. Esta metodología se conoce dentro de la industria de la aviación como MSG3, y fuera de esta como mantenimiento centrado en la confiabilidad, o RCM (Reliability centred Maintenance).

En el libro RCM II, Moubray (2004, p. 7.) define el RCM como: “Proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual”.

Glez Siguenza (2008) escribió que el proceso para llegar a la definición de RCM tuvo sus inicios en los años 60's gracias a que la aviación civil Norte Americana formó una serie de grupos de dirección de mantenimiento (Maintenance Steering Groups-MSG) formados por representantes de aerolíneas, fabricantes de aviones y la fuerza aérea Americana, que tenían como objetivo examinar todo lo que se estaba haciendo para mantener las aeronaves operando con seguridad. En el año 1968 los MSG's patrocinados por la Air Transport Association of America escribieron: MSG-1. Manual, evaluación del mantenimiento y desarrollo del programa, en el año 1970 escribieron MSG-2: Planeación de programas de mantenimiento para fabricantes de aerolíneas.

A mediados del año 1970 el gobierno de E.E.U.U solicitó un reporte sobre la filosofía moderna de mantenimiento de los aviones, este reporte fue escrito por Stanley Nowlan y Howard

Heap de United Airlines y lo titularon: “Reliability Centered Maintenance” y fue publicado en 1978.

En 1980, el reporte de Nowlan & Heap (1978), se tomó como base para desarrollar el MSG-3 “Manual para la planeación de programas de mantenimiento para fabricantes de aviones y aerolíneas” hasta el presente es usada para desarrollar programas de mantenimiento prioritarios al servicio para nuevos tipos de aeronaves. El reporte de Nowlan y Heap ha sido desde entonces usado como base para varios modelos de RCM de tipo militar, y para aquellas actividades no relacionadas con la aviación. Una vez que el Departamento de Defensa publicó el libro de Nowlan y Heap, el ejército Americano se propuso desarrollar procesos RCM para su propio uso: uno para el ejército, uno para la fuerza aérea, y otro para la armada.

Carlos Mario Pérez escribió que John Moubray y un grupo de asociados se interesaron en la aplicación del RCM en industrias diferentes a la aviación. Este grupo trabajó inicialmente con el RCM en industrias mineras y de manufactura en Sudáfrica bajo la asesoría de Stan Nowlan, y luego se ubicaron en el Reino Unido. Desde allí, sus actividades se han expandido para cubrir la aplicación del RCM en casi todos los campos del esfuerzo humano organizado, abarcando más de 42 países.

Moubray y sus asociados se han fundamentado en el trabajo de Nowlan mientras mantienen su enfoque original en la seguridad y confiabilidad del equipo. Por ejemplo, incorporaron temas ambientales al proceso de toma de decisiones en materia de RCM, clasificaron las formas en las cuales las funciones del equipo deberían ser definidas, desarrollaron reglas más precisas para seleccionar labores de mantenimiento e intervalos para las labores y

también incorporaron directamente criterios de riesgo cuantitativo a un grupo de intervalos para labores en busca de fallas. Su versión mejorada del RCM se conoce actualmente como el RCM2.

Alejandro Pistarelli, (2000) en su libro “Manual de Mantenimiento, Ingeniería gestión y organización” nos presenta un capítulo sobre el desarrollo del RCM y nos da la definición como un método estructurado, deductivo y participativo que define la estrategia de mantenimiento más apropiada para cada equipo actuando en su contexto operacional actual. También nos presenta los beneficios y alcances de un análisis RCM.

José Bernardo Duran (1998) en su artículo “Porque implementar RCM (+)”, dice que en Inglaterra en los años 90 surgen dos grandes corrientes del RCM, de las cuales el RCM (+) está más dedicada a la mejora del proceso productivo en general. Se dedica al sistema más crítico del negocio, incorpora otras herramientas como la optimización de frecuencias de mantenimiento e inspección, RCM en reversa y análisis de causa raíz (ACR) donde sea requerido.

En la implementación de RCM grandes montos de dinero son invertidos y los resultados muchas veces son decepcionantes o inexistentes. Entonces, ¿qué se debe hacer para mejorar el mantenimiento de las empresas? Una nueva forma del RCM, llamada RCM (+) que resulta de la experiencia de la implementación en varios países y durante años ha permitido salvar muchas barreras de las típicas implementaciones, debido su enfoque de al negocio único.

Para implementar un programa de RCM según Alejandro Pistarelli, en su libro “Manual de Mantenimiento, Ingeniería, Gestión y Organización”, se requiere inicialmente de la metodología de trabajo.

6.2. Beneficios y alcance de un análisis RCM:

El paradigma fundamental del método es la conservación de las funciones del sistema. Los beneficios adicionales que se pueden esperar de la aplicación es el siguiente.

6.2.1. Beneficios:

- Establecer las rutinas de mantenimiento más efectivas para el activo, buscando hacer efectivamente lo necesario (un exceso de mantenimiento puede causar más daño del que pretende evitar).
- Reducir el riesgo de accidentes a niveles de tolerancia y satisfacer normativas, leyes o reglamentaciones vigentes referidas al cuidado del medio ambiente.
- Aumentar la disponibilidad y confiabilidad de las maquinas.
- Mejorar la calidad de los productos elaborados o de los servicios prestados.
- Preservar las funciones del sistema productivo teniendo en cuenta su contexto operativo. Disminuir el lucro cesante y reducir los gastos totales de operación (incluyendo los gastos de mantenimiento).
- Satisfacer a los usuarios (explotadores) del equipo o a los clientes del servicio.
- Promover el trabajo en equipo y el espíritu participativo de los colaboradores.

- Crear un lenguaje común en el ámbito del mantenimiento y de la Planta

- Impulsar rediseños para evitar o predecir aquellos modos de falla que pueden amenazar la seguridad de las personas, el medio ambiente, la producción o los activos fijos (Pistarelli, 2000).

6.2.2. Alcance. Un proceso de decisión basado en RCM permite diseñar un programa de mantenimiento de un activo nuevo, o para mejor de uno existente. Este podrá aplicarse a cualquier activo independientemente de su complejidad y tamaño (Pistarelli, 2000).

Algunos despliegues de RCM se han usado para definir la política de mantenimiento de equipos prioritarios; otros en cambio, se han aplicado a casi todas las instalaciones. La frontera para implementar RCM la fija la propia organización, dependiendo de su capacidad de gestión y de los recursos disponibles. No obstante, es imposible negar que ciertas maquinas (principalmente las prioritarias) brindan mayores retornos de inversión que otras menos importantes. Una táctica valida es hacer RCM en instalaciones que representan una restricción para la organización. Conforme se identifican las restricciones operativas, se hace RCM en los equipos que provocan perdidas en los cuellos de botella (Pistarelli, 2000).

La profundidad en la aplicación del RCM y los resultados dependerá de la capacidad y actitud del personal que intervenga.

Un plan de mantenimiento surgido de RCM puede arrojar un conjunto de estrategias como: mantenimiento a condición (predictivo/proactivo), reacondicionamiento programado o

cíclico (preventivo), reemplazo programado o cíclico (preventivo), rutinas de limpieza, lubricación, calibración o ajuste (preventivo), búsqueda de fallos ocultos (detectivo), inspección operativa autónoma (IOA) e, incluso, ninguna acción proactiva de mantenimiento programado (NAP) o, lo que es lo mismo mantenimiento correctivo (Pistarelli, 2000).

6.3. Metodología de trabajo de un análisis RCM:

6.3.1. Grupo de trabajo y facilitador. Alejandro Pistarelli (2000), en su libro “Manual de Mantenimiento, Ingeniería, Gestión y Organización”, Para formar un grupo de análisis de RCM se recurre a las personas que más conocen las maquinas. Estos pueden ser operadores, técnicos, supervisores de producción y mantenimiento, lubricadores, proveedores, especialistas en seguridad e higiene, etc. La experiencia y/o conocimiento de los analistas (integrantes del grupo) es esencial para el éxito del proceso. Es imprescindible contar con especialistas que conozcan técnicamente el equipo y, además, que sepan de RCM. Así, las respuestas a las preguntas formuladas conducirán a decisiones acertadas.

Es importante que los integrantes del grupo tengan un criterio de pensamiento amplio y una conducta expeditiva, tal vez más importante que su antigüedad. La cantidad de participantes regulares nunca debe superar las 6 ó 7 personas, aunque ocasionalmente pueden asistir a las reuniones proveedores u otros especialistas para tratar temas puntuales.

El equipo se reúne regularmente y es liderado por un facilitador cuyo rol es clave. El facilitador debe estar altamente capacitado y experimentado en RCM, aunque también debe tener

conocimiento tecnológico. Su fin es asegurar el estricto cumplimiento de cada paso y lograr consenso entre los asistentes no es necesario que conozca a profundidad la maquina porque puede incluir las respuestas que en rigor deben responder las personas más cercanas al equipo. Muchas empresas prefieren, incluso, que el facilitador no conozca el sistema, consideran que solo debe aportar el factor metodológico. Desde su rol de conductor, buscara el aporte de todos los participantes. Podrá personas más introvertidas que otras, en cuyo caso deberá influir para que todos se sientan con posibilidad de emitir su posición libremente. Como moderador, debe evitar todo tipo de confrontación entre miembros del equipo.

No es recomendable que Gerentes o Jefes de mantenimiento sean los facilitadores, su contribución es importante fuera de las reuniones (Industrial Tijuana Capacitación, s/f).

Alejandro Pistarelli (2000), define realizar una valoración económica y de riesgo de cada perdida referida a cada equipo. Aplicando un análisis de criticidad se puede escoger un conjunto de activos sobre los cuales es más conveniente hacer RCM y, a cuyo término, se resolvería la mayor parte de las perdidas.

6.4. Análisis de criticidad:

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, activos en general, sistemas, equipos y componentes, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y

propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis (Pistarelli, 2000).

El análisis de criticidad genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: crítico, semicrítico y no crítico. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos ó elementos que formen parte de la zona de alta criticidad. Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados (generalmente) con: frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costo del mantenimiento, seguridad y medio ambiente (Pistarelli, 2000).

Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado. La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Consecuencia= (Impacto operacional x Flexibilidad operacional)+ (Costo de mantenimiento)+ (Impacto seguridad y Medio Ambiente)

La definición de cada criterio es:

Frecuencia de falla: Número de veces que se repite un evento considerado como falla dentro de un periodo de tiempo.

Impacto operacional: Efectos causados en la producción cuando ocurre la falla.

Flexibilidad operacional: Definida como la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.

Costos del mantenimiento: Tomando todos los costos que implica la labor de mantenimiento, dejando por fuera los costos inherentes a los costos de producción sufridos por la falla.

Impacto en seguridad y medio ambiente: posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños a personas o al medio ambiente.

La frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia se refiere a: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. Los aspectos fundamentales para realizar un análisis de criticidad son los siguientes:

- Seguridad
- Ambiente
- Producción
- Costos (operacionales y de mantenimiento)
- Tiempo promedio para reparar

- Frecuencia de falla

Empezar un análisis de criticidad tiene su máxima aplicabilidad cuando se han identificado al menos una de las siguientes necesidades:

- Fijar prioridades en sistemas complejos
- Administrar recursos escasos
- Crear valor
- Determinar impacto en el negocio
- Aplicar metodologías de confiabilidad operacional

El análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos:

- Mantenimiento
- Inspección
- Materiales
- Disponibilidad de planta
- Personal

La ponderación de los factores que intervienen en la ecuación es determinada por el grupo evaluador del análisis. La siguiente tabla muestra un ejemplo de esta calificación:

Tabla 3. Análisis de criticidad.

VALOR	FRECUENCIA DE FALLAS	
4	ALTA: mas de 5 fallas por año	<input type="radio"/>
3	PROMEDIO: 2 a 4 fallas por año	<input type="radio"/>
2	BAJA: 1 a 2 fallas por año	<input type="radio"/>
1	EXCELENTE: Menos de una falla por año	<input checked="" type="radio"/>
VALOR	IMPACTO OPERACIONAL	
10	Parada inmediata de toda la planta	<input type="radio"/>
6	Parada inmediata de un sector de la linea	<input type="radio"/>
4	Impacta los niveles de operación o calidad	<input checked="" type="radio"/>
2	Repercute en costos operacionales adicionales asociados a la disponibilidad del equipo	<input type="radio"/>
1	No genera ningun efecto significativo	<input type="radio"/>
VALOR	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
4	No existe opcion de produccion ni respaldo	<input type="radio"/>
2	Existe opcion de respaldo compartido	<input checked="" type="radio"/>
1	Existe opcion de respaldo disponible	<input type="radio"/>

Fuente: Pistarelli, A. (2000). *Manual de Mantenimiento. Ingeniería, Gestión y Organización*. Argentina: Editorial R y C.

Aspectos importantes:

Descripción técnica de los sistemas de planta o producción:

Detalles de la planta y descripción del sistema

Requerimientos para desarrollo del estudio

Descripciones de los equipos

Condiciones de operación

Diagramas de flujo o dibujos técnicos que contengan datos del proceso, variables, productos, etc.:

Diagramas de instrumentos de procesos

Diagramas de flujo

Información histórica confiable:

Ausentismo generado por equipo o activo

Accidentalidad causada por equipo

Tiempos de producción

Tiempos de paradas

Fallas por equipos

Registro contable acertado:

Costos mano de obra

Costos proveedores

Tiempos de producción

Tiempos de paradas

Fallas por equipos

En el ámbito de mantenimiento:

Al tener plenamente establecido cuales sistemas son más críticos, se podrá establecer de una manera más eficiente la priorización de los programas y planes de mantenimiento de tipo: predictivo, preventivo, correctivo, detectivo e inclusive posibles rediseños al nivel de procedimientos y modificaciones menores; inclusive permitirá establecer la prioridad para la programación y ejecución de órdenes de trabajo.

En el ámbito de inspección:

El estudio de criticidad facilita y centraliza la implantación de un programa de inspección, dado que la lista jerarquizada indica donde vale la pena realizar inspecciones y ayuda en los criterios de selección de los intervalos y tipo de inspección requerida para sistemas de protección y control (presión, temperatura, nivel, velocidad, espesores, flujo, etc.), así como para equipos dinámicos, estáticos y estructurales.

En el ámbito de materiales:

La criticidad de los sistemas ayuda a tomar decisiones más acertadas sobre el nivel de equipos y piezas de repuesto que deben existir en el almacén central, así como los requerimientos de partes, materiales y herramientas que deben estar disponibles en los almacenes de planta, es decir, podemos sincerar el stock de materiales y repuestos de cada sistema y/o equipo logrando un costo óptimo de inventario.

En el ámbito de disponibilidad de planta:

Los datos de criticidad permiten una orientación certera en la ejecución de proyectos, dado que es el mejor punto de partida para realizar estudios de inversión de capital y renovaciones en los procesos, sistemas o equipos de una instalación, basados en el área de mayor impacto total, que será aquella con el mayor nivel de criticidad.

A nivel del personal:

Un buen estudio de criticidad permite potenciar el adiestramiento y desarrollo de habilidades en el personal, dado que se puede diseñar un plan de formación técnica, artesanal y de crecimiento personal, basado en las necesidades reales de la instalación, tomando en cuenta primero las áreas más críticas, que es donde se concentra las mejores oportunidades iniciales de mejora y de agregar el máximo valor.

Información Requerida

La condición ideal sería disponer de datos estadísticos de los sistemas a evaluar que sean bien precisos, lo cual permitiría cálculos “exactos y absolutos”. Sin embargo desde el punto de vista práctico, dado que pocas veces se dispone de una data histórica de excelente calidad, el análisis de criticidad permite trabajar en rangos, es decir, establecer cuál sería la condición más favorable, así como la condición menos favorable de cada uno de los criterios a evaluar. La información requerida para el análisis siempre estará referida con la frecuencia de fallas y sus consecuencias.

6.5. Matriz de criticidad:

La siguiente figura muestra la matriz de criticidad correspondiente a los resultados que indica las tres zonas que caracterizan un análisis de criticidad.

- No critico
- Semi critico

➤ Crítico

Figura 1. Ejemplo Matriz de Criticidad.



ANÁLISIS DE CRITICIDAD			
Presentación de resultados			
Planta - Sistema o equipo	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de criticidad
			C
			SC
			NC

Fuente: Pistarelli, A. (2000). *Manual de Mantenimiento. Ingeniería, Gestión y Organización*. Argentina: Editorial R y C.

6.6. Pasos de un análisis RCM:

Según Alejandro Pistarelli (2000) Toda aproximación del RCM se basa en responder de una manera sistemática y estructurada las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las Funciones y estándares de operación en cada sistema, tomando en cuenta el contexto operacional actual?
2. ¿Respecto a sus funciones como falla cada equipo?
3. ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?

4. ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla?
5. ¿Cuál es el impacto real de cada falla?
6. ¿Cómo se puede prevenir cada falla?
7. ¿Qué debe hacerse si no se puede prevenir una falla funcional?

Una vez respondidas dichas preguntas tendremos plenamente establecidas unas estrategias de mantenimiento que permitirán tener mayor enfoque en cumplir las funciones de la empresa, son absolutamente genéricas y permiten ser usadas en cualquier tipo de industria o proceso.

La gran ventaja del RCM reside en que usando un método lógico, estructurado y sistemático con representantes de los diferentes departamentos de la empresa, el conocimiento se comparte y el plan de mantenimiento saldrá de un consenso de los responsables de la gestión de los equipos.

6.7. Contexto operacional:

Según Alejandro Pistarelli (2000), El contexto operativo debe ser documentado (redactado) claramente antes de enumerar las funciones, evitando la redacción exagerada pero asegurando que puede ser comprendido por cualquier persona del ámbito industrial. La descripción del contexto permite conocer todas las circunstancias reales bajo las cuales funciona el equipo. Para ello, el facilitador tendrá que reunir la mayor cantidad de información antes de la primera reunión.

Las fuentes comunes de la información son los manuales de mantenimiento, los diagramas de proceso, los instructivos de trabajo, los procedimientos operativos, las hojas técnicas de producto y de materia primas, los procedimientos de paradas y puesta en marcha, las normas vigentes para seguridad y cuidado del medio ambiente, los documentos de calidad, etc., y, por sobre todas las cosas el conocimiento de las personas. Sin ser indispensables, los datos históricos ayudan a recordar las reparaciones realizadas en el pasado y los problemas más frecuentes.

La descripción del contexto operativo debe incluir todos los dispositivos redundantes o de protección que posea la instalación.

La hipótesis del contexto dispara una definición importante: equipos tecnológicamente iguales actuando en distintos contextos operativos pueden demandar diferentes planes de mantenimiento. Es decir que, la política de mantenimiento no depende solo de lo que el activo es, sino también de lo que hace en el contexto actuante.

“Cualquiera que comience a aplicar RCM a cualquier proceso o activo fijos debe asegurarse de tener un claro entendimiento del contexto operacional antes de comenzar” (Moubray, 2004, p. 30).

6.8. Funciones:

Según Alejandro Pistarelli (2000), el siguiente paso (primera pregunta del RCM) consiste en especificar las funciones del equipo o sistema analizado. Las funciones son las expectativas

que los dueños, usuarios y mantenedores tienen con respecto al activo. Deben listarse en orden numérico en la primera columna de la Hoja de Análisis.

“La definición de una función consiste de un verbo, un objeto y el estándar de funcionamiento deseado por el usuario” (Moubray, 2004, p. 23).

6.9. Modos de falla:

Según Alejandro Pistarelli (2000), el análisis (descripción) de los modos de falla es la parte más importante del RCM, un modo de falla es un evento (causa Raíz) que puede ocurrir en el componente y provocar la falla funcional del equipo al que pertenece. La causa raíz puede ser de índole física, humana o administrativa. Es de esperar que suceda una falla funcional por más de un motivo, vale decir, por más de un modo de falla.

Una falla funcional puede ser originada por más de un modo de falla, y además, un mismo modo de falla puede ser el responsable de más de una falla funcional, estos últimos se denominan modos de falla comunes.

No deben identificarse solo las causas físicas (mecanismo de falla); un proceso de revisión RCM debe listar todas las probables causas raíz que provocarían la falla funcional, incluyendo los errores humanos, de diseño o los problemas administrativos.

Para sistemas sencillos es suficiente que el grupo genere un listado (brainstorming) con las que, a su juicio, pueden ser las causas de falla. Deben considerarse los modos de falla (fallos) que han ocurrido en el pasado y aquellos que, sin haber sucedido aun, tienen una razonable

probabilidad de hacerlo. También, aquellos que están siendo prevenidos por cualquier tarea de mantenimiento, aun exitosa.

El nivel de profundidad alcanzado cuando se enumeran modos de falla depende del nivel de conocimiento de los integrantes del grupo y del juicio del facilitador, quien debe asegurar que se llegue a la verdadera causa raíz, que no se omitan fallos con razonable probabilidad de ocurrencia y que no se listen aquellos cuyas posibilidades son remotas.

En sistemas complejos, la cantidad, diversidad y dependencia de los modos de falla obligan, en muchos casos, al uso de herramientas auxiliares como las enumeradas a continuación.

Técnica del por qué-por que

Diagrama causa-efecto

Árbol de fallas

Análisis causa

“Un modo de falla es cualquier evento que causa una falla funcional” (Moubray, 2004, p. 56).

6.10. Efecto de los fallos:

No debe confundirse el efecto, con la consecuencia del fallo; el primero tiene más que ver con la descripción secuencial de lo acontecido, mientras que la consecuencia cuantifica su impacto.

Algunas pautas que ayudan a describir los efectos de un modo de falla, con las siguientes:

Cuál es la evidencia de que ha ocurrido el fallo (si existe tal evidencia). Para el caso de fallos ocultos, redactar lo que sucedería si ocurre la falla simultánea.

Como y de qué forma impacta el fallo en la seguridad de las personas o en el medio ambiente (si impacta).

Como y de qué forma impacta el fallo en las ventas, producción, calidad o servicio al cliente (si impacta).

Como y de qué forma impacta el fallo en la integridad de los activos fijos (si impacta)

Cuál es el costo y el tiempo para revertir el daño. Que acciones deben tomarse. Cual es, si puede estimarse, el MTBF (tiempo medio entre fallas) para el modo de falla.

El efecto del fallo hay que describirlo como si nada se estuviese haciendo para impedirlo. La descripción debe dar la máxima claridad respecto a si se trata de un fallo oculto o evidente. En ningún caso debe intentarse evaluar las consecuencias; solo describir fríamente que ocurre y como se solucionaría.

Los riesgos más comunes que un modo de falla puede ocasionar en relación como la seguridad o el medio ambiente, se destacan a continuación.

Incendio o explosiones.

Choque eléctrico

Golpes o caída de objetos

Exposiciones a fuentes de calor, radiación, ruido, vibración, etc.

Escape de gases tóxicos

Derrame de líquidos peligrosos o contaminantes

Golpe con objetos (maquinas) en movimiento.

Contaminación de productos de consumo masivo

Violación a normativas o regulaciones medioambientales

6.11. Consecuencia de los fallos:

Según Alejandro Pistarelli (2000), en este punto analizamos qué importancia tiene cada modo de falla; es decir, cuanto impacta en el proceso productivo completo. Algunos autores denominan a este paso “definición de criticidad”, lo que es apropiado solo si se tienen en cuenta algunas consideraciones especiales.

Resulta que los análisis de criticidad generalmente se refieren a un activo (o sistema) completo, y son cualitativos. En pocas ocasiones se hace un análisis de criticidad para **cada** modo de falla. En rigor, sobre un mismo equipo pueden actuar decenas y a veces cientos de modos de falla, por lo que es imposible establecer un nivel de criticidad para el activo que sea representativo de todos sus modos de falla.

Siendo que normalmente las funciones primarias de un equipo son las más obvias, se cree que cuando “falla” lo hace **solo** a través de las funciones primarias (bombear agua, transportar bolsas, moler producto, calentar agua, etc.). No obstante, esos mismos equipos pueden tener

muchas otras funciones secundarias, no tan obvias, aunque sí muy importantes. La falla funcional de cualquier de estas (causada por otros modos de falla), podrán tener consecuencias distintas que las ocasionadas por las fallas funcionales de las funciones primarias. Por tal motivo, es preferirse a las consecuencias de cada modo de falla más que a la criticidad del activo.

Ya se ha dicho que una estrategia de mantenimiento adecuado es aquella que considera como interfiere cada fallo en el sistema productivo (consecuencia). Veamos entonces como el RCM define la estrategia más costo-eficaz para evitar los fallos o minimizar sus consecuencias.

Las consecuencias de los fallos se dividen en siete tipos o categorías.

Tabla 4. Categoría de la consecuencia de los fallos.

IMPACTO			
FALLA UNA FUNCION	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTAL	PRODUCCION Y ACTIVOS FIJOS	SOLO EL GASTO DE LA REPARACION
Evidente	1A	2 ^a	3 ^a
Ocultas	1B	2B	3B

Fuente: Pistarelli, A. (2000). *Manual de Mantenimiento. Ingeniería, Gestión y Organización*. Argentina: Editorial R y C.

El primer paso es establecer si el modo de falla es oculto o evidente. Los fallos ocultos son las causas que provocan la indisponibilidad de una función oculta. Algunos ejemplos de funciones ocultas se listan a continuación.

En segundo lugar se determina si la falla de la función afecta la seguridad o el medio ambiente, la producción o los activos fijos, o únicamente produce gastos vinculados a la reparación.

6.12. Ventajas del RCM:

Un análisis RCM, con adecuado rigor de análisis, es capaz de identificar más de 95% de los modos de falla de un sistema, y proponer con éxito más del 90% de las estrategias de mantenimiento (Pistarelli, 2000).

Permite determinar que eventos justifican su ingreso al historial de fallas. Con la revisión de las funciones, los modos de falla, y principalmente, los efectos de los fallos, es más sencillo saber cuáles son aquellos eventos que conviene dar de alta en el histórico de mantenimiento.

Los activos fijos analizados bajo RCM demuestran tener un menor riesgo en seguridad y un menor impacto en el medio ambiente.

El RCM permite evaluar la necesidad de efectuar mejoras o rediseños que disminuyen el riesgo de falla.

En muchos casos, se produce una rápida reducción de los gastos de mantenimiento y un aumento considerable de la confiabilidad y disponibilidad. Se reducen las intervenciones que provocan fallas por mortalidad infantil (Pistarelli, 2000).

Se reducen los tiempos medios de reparación (MTTR) si únicamente se escogen las tareas necesarias para sostener las funciones del equipo.

Aumenta el conocimiento técnico de los integrantes del grupo (*mas personas saben más cosas*). Esto mejora la gestión del conocimiento en la organización y la información es compartida por mayor cantidad de personas.

Desarrolla un lenguaje técnico común. Hablar de mantenimiento con una formación en RCM otorga ventajas competitivas; se trata de un incentivo de desarrollo personal.

Puede calcularse el beneficio que trae un análisis RCM

6.13. Fichas técnicas:

Son aquellos programas o fichas que contiene el plan de mantenimiento de la empresa y que son la herramienta de trabajo para la revisión de las máquinas o instalaciones. 60

El contenido y complejidad de estos programas y fichas depende del tipo de maquinaria a revisar, de los puntos a comprobar y de los datos que se quieran obtener.

El contenido básico de estas fichas es el siguiente:

Datos de identificación del equipo a revisar.

Autorización del responsable.

Puntos a comprobar y/o piezas a sustituir según la intervención que se tenga que hacer.

Lista de control (check list).

Referencias de recambios específicos.

Tiempo invertido por tareas.

Apartado de observaciones.

Identificación y firma personal del operario que ha intervenido.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Tipo de investigación:

Para el desarrollo de la propuesta del programa de mantenimiento basado en RCM se es necesario.

1. Clasificación del tipo de maquinaria que se utiliza, maquinas fileteadoras, planas, recubridoras, ojaladora, botonadora, etc, es importante realizar una Inspección del número de máquinas que se dispone. teniendo en cuenta la criticidad, es decir maquinas que me afecten el proceso productivo de la empresa. Este procedimiento será realizado tanto por el mecánico de la planta como por el coordinador de producción quienes serán los encargados de determinar los equipos más críticos pueden ocasionar paros en la producción.

Esto se realizara a través de la matriz de criticidad A.B.

2. Determinar principios de funcionamiento y estándar operacional del equipo; el mecánico de planta discriminara de forma detallada las partes de los activos primarios, se realizaran muestreos donde se tendrá en cuenta los rendimientos, las temperaturas, los voltajes, las velocidades y todo factor que se pueda medir en el equipo. Definiendo los parámetros operacionales del equipo (funciones, subsistemas, en conclusión la forma precisa en el que el equipo debe operar), con el fin de estandarizar los límites de control operacional. Se diligenciará el formato AMFE donde se tendrán en cuentas todas y cada uno de los componentes del activo crítico.

3. Creación de plan maestro de funcionamiento o cronograma de mantenimiento el cual indicara la secuencia de las actividades que se deben realizar para garantizar la vida útil de los activos esta será la ruta y camino a seguir para organizar las actividades en el tiempo, de forma dinámica y de utilización permanente.

4. Análisis de avería y detención de posibles tipos de fallas y modos de fallas.

5. Cada activo dispondrá de su respectiva hoja de vida, aquí se plasmaran las intervenciones realizadas, esto se hará teniendo en cuenta el cronograma de mantenimiento.

6. Formulación de la estrategia de mantenimiento.

8. RESULTADOS


8.1. Contexto operacional empresa Confeccionarte S.A.S:

Confeccionarte es una empresa dedicada a la confección de prendas casuales para la línea femenina, cuenta con 150 empleados, de los cuales el 70% está distribuido en el proceso producción, 15% terminación, empaque y distribución, 10% preparación producción y 5% personal administrativo, la empresa está basado en un sistema de producción modular donde estos se especializan para cada uno de los clientes y tipos de productos establecidos, buscando con esto mayor productividad en cada uno de ellos. Los clientes que actualmente maneja la compañía son: Tennis, didetexco; Americanino y Disex.

El área de confección está constituida por nueve módulos de ensamble, cada uno tiene una capacidad instalada promedio de 300 unidades diarias estos módulos se encuentran ubicados en el primer piso, y en el segundo piso se realiza el proceso de terminación de todas las prendas. Tanto las que se deben empacar inmediatamente después de confección como las que llegan del proceso de lavandería.

En la actualidad la empresa cuenta con 185 máquinas de confección de diferentes tipos y marcas como se muestra en la tabla.

Tabla 5. Inventario base maquinaria enero 2015.

		INVENTARIO BASE MAQUINARIA ENERO 2015						
Nº DE	MAQUINA	ELECTRONICA/AIRE	MARCA	MODELO	SERIAL CABEZOTE	MARCA MOTOR	SERIAL MOTOR	ZAPAT OS
1	PLANA	MECANICA	mitsubishi	DB-130GM	89124078	MOUSER		-2
2	PLANA	MECANICA	BROTHER	DB2-8755-SA	MLH53524	ZORE		SI
3	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DDV03589	CLUTCH		SI
4	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DDV02511	ENDURO		SI
5	87765	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DDH02513	HOHSING		SI
6	PLANA	MECANICA		DDL-8700	ADDD03643	CLUTCH		-2
7	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DDV03593	CLUTCH		NO
8	PLANA 2 AGUJAS	MECANICA	ZORE	EJ 845	30401013	CLUTCH		SI
9	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	2BDXF00703	ZORE		N/A
10	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DDV02497	CLUTH		-2
11	PLANA	MECANICA	DURCOP	271140342	271408995			
12	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DDV02527	CLUTH		SI
13	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DDV03607	CLUTH		SI
14	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DUV03674	CLUTH		-3
15	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	ADUVR02507	CLUTH		SI
16	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4ADVV02563	CLUTH		NO
17	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	13326271	CLUTH		NO
18	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DDV02485	CLUTH		SI
19	PLANA	MECANICA	SIRUBA	1818F	ADVV02575	ZORE		SI
20	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DDV03585	CLUTH		SI
21	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	ADVV02501	CLUTH		-2
22	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	ADVV03585	MMML		SI
23	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	ADVV02501	CLUTH		SI
24	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4ADVV02564	CLUTH		SI
25	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	A2282025			SI
26	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	A2281996			SI
27	PLANA	ELECTRONICA	JUKY	DDL8700-7	DDGB1227			-1
28	PLANA	ELECTRONICA	JUKY	DDL90008-54	8DDJ11544			SI
29	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL8700-7	4DDV02516	CLUTCH		SI
30	PLANA	ELECTRONICA	JUKY	DDL-90008-55	8DDGH21028			SI
31	PLANA 2 AGUJAS	MECANICA	JUKY	LH-35684	8L3E11349	MMML		SI
32	PLANA	ELECTRONICA	JUKY	DDL-8700	4DDV118719			SI
33	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DDV02515	CLUTH		SI
34	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	A2282014			-3
35	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL-8700	4DDV03612	CLUTH		SI
36	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	A2282007			SI
37	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	K262944			-1
38	PLANA	ELECTRONICA	JUKY	DDL90008-55	8DDGH21026			SI

39	PLANA	ELECTRONICA	JUKY	DDL-9000B-SH	8DUJDK31047			SI
40	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	A278200B			SI
41	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	A2Z82012		NO TIENE EL NUMER	SI
42	PLANA	ELECTRONICA	JUKY	DDL9000B-55	8D0GH21051			SI
43	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL8700	400VJ03642	CLUTCH	EN TALLER	SI
44	PLANA	ELECTRONICA	JUKY	DDL9000B-55	8D0GH21044			-1
45	PLANA	ELECTRONICA	JUKY	DDL9000B-55	8D0GH21065			SI
46	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL8700	4DUVH02562	CLUTCH		-2
47	PLANA	MECANICA	MITSUBISHI	DB130GM	90041128			
48	260	MECANICA	PEAFF	260-6-261	985882	ZORE		SI
49	PLANA	MECANICA	JUKY	DDL8700	4DIVH02572	CLUTCH		-2
50	FILET 3 HILOS	AIRE	PEGASUSS	M757-17	0472116	ENDURO		-3
51	FILET 3 HILOS	AIRE	PEGASUSS	M752-17	0472113	JACK		-1
52	FILET 5 HILOS	AIRE	JUKY	MD67165	8MDD11401	JACK		-2
53	FILET 5 HILOS	AIRE	YAMATO	C26500A4DF	TP44430	ENDURO	NO SUMERG	SI
54	FILET 3 HILOS	AIRE	JUKY	MD67045	8MDEK12408	ZORE		-1
55	FILET 4 HILOS	AIRE	JUKY	MD67145	8MDGH12319	VANY		SI
56	FILET 3 HILOS	AIRE	JUKY	MD67045	8MODA12234	ZORE		-1
57	FILET 3 HILOS	AIRE	JUKY	MD67045	8MDEK12370	JACK		-1
58	FILET 3 HILOS	AIRE	JUKY	MD67045	8MUED12019	ZORE		-1
59	FILET 3 HILOS	AIRE	JUKY	MD67045	8MODA12326	JACK		-1
60	FILET 3 HILOS	AIRE	JUKY	MD67045	8MDED12015	MAUSER		SI
61	FILET 5 HILOS	AIRE	JUKY	MD67165	8MDGH15110	ZORE		SI
62	FILET 3 HILOS	AIRE	PEGASUSS	M7F217	472018	VANY		-1
63	FILET 5 HILOS	AIRE	YAMATO	C26500-A4DF	TP44439	ENDURO	NO SUMERG	SI
64	FILET 3 HILOS	NO	SIRUBA	504M204	13029041HA	SINCAIA	SIN CAIA	SI
65	FILET 5 HILOS	AIRE	YAMATO	C26500-A4DF	TP44443	ENDURO	NO SUMERG	SI
66	FILET 3 HILOS	AIRE	JUKY	MD67045	8MDEF15947	JACK		SI
67	FILET 5 HILOS	NO	JUKY	MD67165	8MDGH15104	MAUSER		SI
68	FILET 4 HILOS	AIRE	YAMATO	C26120E	TN116932	ENDURO	NO SUMERG	SI
69	FILET 3 HILOS	AIRE	JUKY	MD67045	8MDEK12367	ZORE		SI
70	FILET 5 HILOS	AIRE	JUKY	MD67165	8MDGH15129	MML		SI
71	FILET 5 HILOS	NO	SIRUBA	51BM2-35	15021644HB		SIN CAIA	NO
72	FILET 3 HILOS	AIRE	PEGASUSS	M5217	472112	ENDURO		-1
73	FILET 5 HILOS	NO	PEGASUSS	M73238	416723	JACK		SI
74	FILET 5 HILOS	AIRE	JUKY	MD67165	8MDF114422	ZORE		SI
75	FILET 3 HILOS	AIRE	JUKY	MD67045	8MDCK12694	JACK		SI
76	FILET 5 HILOS	AIRE	JUKY	MD67165	0MDDE11015	MAUSER		-3
77	FILET 4 HILOS	AIRE	JUKY	MD67145	8MDGH12306	VANY	EN TALLER	SI
78	FILET 3 HILOS	AIRE	JUKY	MD67045	8MUED12056	JACK		-1
79	FILET 3 HILOS	AIRE	PEGASUSS	M752-17	475627	ENDURO		-2
80	FILET 5 HILOS	AIRE	JUKY	MD67165	8MDGH15112	MML		SI
81	FILET 3 HILOS	AIRE	JUKY	MD67045	8MODA12244	ENDURO		SI
82	FILET 3 HILOS	NO	PEGASUSS	M5201	959112		NO TIENE MOTU	NO
83	FILET 3 HILOS	AIRE	PEGASUSS	M752-7	472078	ENDURO		-3
84	FILET 4 HILOS	AIRE	YAMATO	C26120E	TN116909	ENDURO	NING NO SUME	SI
85	RECUB EN D	RECUB EN D	JUKY	MF7723	8M4111013	JACK		SI
86	RECUB EN D	RECUB EN D	SIRUBA	FO07J	1613079715	ZORE		SI

87	RECUBRIDORA	RECUBRIDORA	YAMATO	VG351115658F	6413812			SI
88	RECUBRIDORA	RECUBRIDORA	JUKY	VG3511156518F	9914701			-1
89	RECUB EN F	RECUB EN F	JUKY	MF7723	8M4EK11195	ZONE		-2
90	RECUB EN F	MECANICA	YAMATO	VG3511156518F	8M4EK11138	JACK		-1
91	RECUBRIDORA	CUCHI 129	JUKY	VG3511156518F	6613884			SI
92	RECUBRIDORA EN D	MECANICA	JUKY	MF7723	8M4EH11166	ZONE		-3
93	RECUB EN F	MECANICA	YAMATO	MF7723	8M4EK11143	ZONE		-2
94	RECUBRIDORA	CUCHI 129	YAMATO	VG3511156518F	6614686			SI
95	RECUBRIDORA	CUCHI 129	KANSAL	VG3511156518F	6614720			SI
96	RECUB EN F	MECANICA	SIRUBA	WX8803F	710139		SIN CAJA	SI
97	RECUB EN D	MECANICA	MECANICA	F007J	133150	ZONE		SI
98	RECUB EN D	SIRUBA	JUKY	F007J	4135239			
99	RECUB EN D	MECANICA	PEGASUSS	MF7723	8M4EF11026	ZONE		SI
100	RECUBRIDORA	CUCHI 129	PEGASUSS	WL600 PLUS5	505348			SI
101	RECUBRIDORA	CUCHI 129	SIRUBA	WL600 PLUS5	484345			-1
102	RECUB EN F	MECANICA	SIRUBA	F007J	16144144V	ZONE		-1
103	RECUB EN F	MECANICA	SIRUBA	F007J	16132697A	JACK		-2
104	RECUB EN F	MECANICA	YAMATO	CF2300M156M	HA44060	ZONE		SI
105	CERRADORA CODO	NO	SIRUBA	F4007-264	6924198	CLUTCH		SI
106	BOTONADORA	MECANICA	JUKY	MB1377	OM2BE11066			SI
107	PRESILLADORA	ELECTRONICA	JUKY	LK1900A-HS	2LIEH00103			SI
108	OJALADORA	ELECTRONICA	BROTHER	HE800A2	KZ61319			SI
109	PLANCHA							
110	PLANCHA							
111	PLANCHA							
112	PLANCHA							
113	DEVANADOR CONO PEQUEÑO 2 PIEZAS							
114	COMPRESOR							
115	FILET 5 HILOS	NO	JUKY	757F	60662	JACK	NO SUMERG	SI
116	2 AGUIAS	MECANICA	BROTHER	LH35685	3L3BF00292	MINI		SI
117	RECUB EN F	MECANICA	BROTHER	F007J	4124223	MAUSER		SI
118	TRAQUELADORA							
119	PLANA	ELECTRONICA	JUKY	DDL-8700-7	4D06K11608			SI
120	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	K3226200			SI
121	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	K3219157			SI
122	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	K3226172			SI
123	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	K3219184			SI
124	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	K3226216			SI
125	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	D4295279			SI
126	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	D4295274			SI
127	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C-403	D4295297			SI
128	PLANA	SEMI ELECTRONICA	DURKOPP		217885865			SI
129	PLANCHA	CALDERIN	DTONDI MINI					
130	DEVANADOR	CONO GRANDE						SI
131	RECUBRIDORA	CUCHILLA IZQUIERDA	YAMATO	11-15651/8F/UT-A	S/N:HG-23683	SERVO MOTOR	CAJA DE CONTR	SI
132	BOTONADORA	ELECTRONICA	JUKI	LK1903-SS	S/N:2L1HC00062	KI ELECTRONIC	CONTROL TMB	SI
133	PLANCHA	CALDERIN	DTONDI MINI					
134	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	57200C403022411	S/N:F3265407	INCORPORADO	L3SL82385	SI

135	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265411	INCORPORADO	K35L70237	SI
136	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265447	INCORPORADO	K35L70379	SI
137	PLANCHA	CALDERIN	ROTOMIX					
138	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265450	INCORPORADO	K35L70347	SI
139	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265446	INCORPORADO	K35L70375	SI
140	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:J2217329	INCORPORADO	K35L70249	SI
141	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265435	INCORPORADO	C45L17126	SI
142	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265438	INCORPORADO	K3FL70263	SI
143	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265415	INCORPORADO	L35L82384	SI
144	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265404	INCORPORADO	G25L24149	SI
145	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265427	INCORPORADO	L35L82378	SI
146	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265431	INCORPORADO	K35L70338	SI
147	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265424	INCORPORADO	K35L70353	SI
148	PLANA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:F3265422	INCORPORADO	K35L70359	SI
149	RECUBRIDORAS (D)	ELECTRONICA	YAMATO	CF2300M-156M	S/N:HA-49226	ENDURO	OU2013082949	SI
150	RECUBRIDORAS (D)	ELECTRONICA	YAMATO	CF2300M-156M	S/N:HA-49225	ENDURO	OU2013083068	SI
151	RECUBRIDORA EN (F)	ELECTRONICA	YAMATO	CF2300M-156M	S/N:HA-45649	ENDURO	U2013083214	SI
152	RECUBRIDORA EN (F)	ELECTRONICA	YAMATO	CF2303M-156M	S/N:HA-45740	ENDURO	U2013082228	SI
153	RECUBRIDORA EN(F)	ELECTRONICA	YAMATO	CF2303M-156M	S/N:HA-45647	ENDURO	U2013083134	SI
154	FILETEADORA 4 HILOS	ELECTRONICA	YAMATO	DEY-5DF/K2/AFL-4j	S/N:TN-142809	ENDURO	U2013083397	SI
155	FILETEADORA 4 HILOS	ELECTRONICA	YAMATO	DEY-5DF/K2/AFL-4j	S/N:TN142812	ENDURO	U2013083192	SI
156	FILETEADORA 4 HILOS	ELECTRONICA	YAMATO	DEY-5DF/K2/AFL-4j	S/N:TN-142804	ENDURO	U2013083285	SI
157	QJALADORA	ELECTRONICA	BROTHER	HE-800B-2	S/N:L222	INCORPORADO	H35R43636	SI
158	FILETEADORA 4 HILOS	ELECTRONICA	YAMATO	DE-Y5DF/K2/AFL-4j	S/N:TN-142805	ENDURO	U2013083234	SI
159	RECUBRIDORA CILINDRICA	MECANICA	YAMATO	CC2700-156M	S/N:HC23650	ENDURO	U2013080886	SI
160	PLANA COSER Y CRTAR	MECANICA	JUKI	DUM-5200	S/N:PD2HD00255	ENDURO	U2013083393	SI
161	PLANA COSER Y CRTAR	MECANICA	JUKI	DUM-5200	S/N:2DGL00330	ENDURO	U2013083201	SI
162	FILETEADORA 4 HILOS	ELECTRONICA	YAMATO	DE-Y5DF/K2/AFL-3/	S/N:TN-142823	ENDURO	U2013083213	SI
163	MAQUINA 2 AGUJAS BARRA F	SENCILLA	JUKI	LH3528AGF	8L36612083	ANCHORADOR	8L36612083	SI
164	PRESILLADORA	ELECTRONICA	JUKI	LK1900B-H5	S/N:2LJHG000856	INCORPORADO	TMBHH01057	SI
165	FILETEADORA 5 HILOS	ELECTRONICA	YAMATO	C26500-AADF	S/N:TP-50333	ENDURO	U2013082810	SI
166	FILETEADORA 5 HILOS	ELECTRONICA	YAMATO	C26500-AADF	S/N:TP-48997	ENDURO	U2013082920	SI
167	FILETEADORA 5 HILOS	ELECTRONICA	YAMATO	C26500-AADF	S/N:TP-50383	ENDURO	U2013083162	SI
168	FILETEADORA 5 HILOS	ELECTRONICA	YAMATO	C26500-AADF	S/N:TP-50368	ENDURO	U2013083273	SI
169	FILETEADORA 5 HILOS	ELECTRONICA	YAMATO	C26500-AADF	S/N:TP-50381	ENDURO	U2013083428	SI
170	FILETEADORA 5 HILOS	ELECTRONICA	YAMATO	C26500-AADF	S/N:TP-50313	ENDURO	U2023083204	SI
171	MAQUINADOR DE ELASTICO		RACING	MDK60-2	309700			
172	TIQUETEADORA METO	MECANICA	METO					
173	TIQUETEADORA METO	MECANICA	METO					
174	PLANA ELECTRONICA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:J446430	ENDURO	D45L22944	SI
175	PLANA ELECTRONICA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:K4255171	ENDURO	D45L22941	SI
176	PLANA ELECTRONICA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:J4246410	ENDURO	D45L22889	SI
177	PLANA ELECTRONICA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:J4246459	ENDURO	D45L23079	SI
178	PLANA ELECTRONICA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:K4255156	ENDURO	D45L22915	SI
179	PLANA ELECTRONICA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:K4255138	ENDURO	D45L23099	SI
180	PLANA ELECTRONICA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:J4246433	ENDURO	D45L22948	SI
181	PLANA ELECTRONICA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:J4246414	ENDURO	D45L22929	SI
182	PLANA ELECTRONICA	ELECTRONICA	BROTHER	S7200C403022411	S/N:K4255172	ENDURO	D45L22902	SI

En la empresa confeccionarte existen 5 tipos de máquinas de confección:

Máquina plana

Maquina Fileteadora

Maquina recubridora

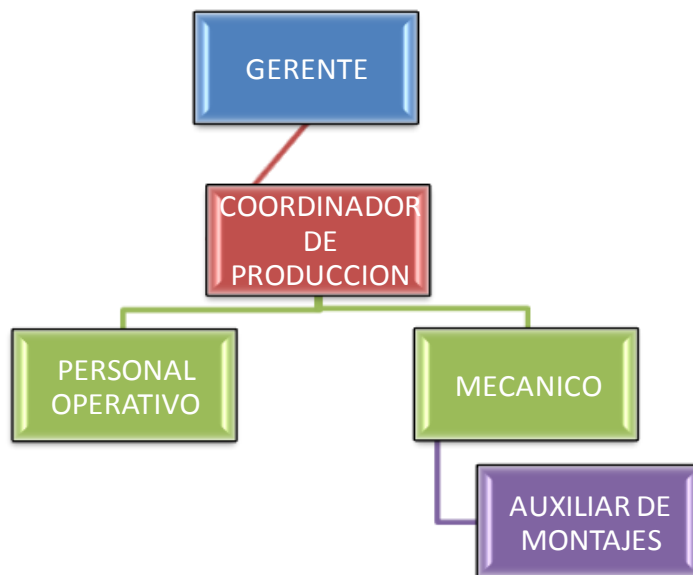
Maquina Botonadora

Maquina Ojaladora

Donde el porcentaje de utilización de las maquinas planas, fileteadoras y recubridoras está representado en un 100%, con turnos laborales de 10 horas, esto se debe al tipo de producto y el de las maquinas botonadora y recubridora en un 80%.

El personal encargado del mantenimiento de la maquinaria se divide de la siguiente manera:

Figura 2. Organigrama personal mantenimiento.



El personal operativo no realiza mantenimiento autónomo y no cuentan con la capacitación para hacerlo.

El personal técnico de mantenimiento y producción tiene la siguiente educación y experiencia dentro de la empresa confeccionarte S.A.S.

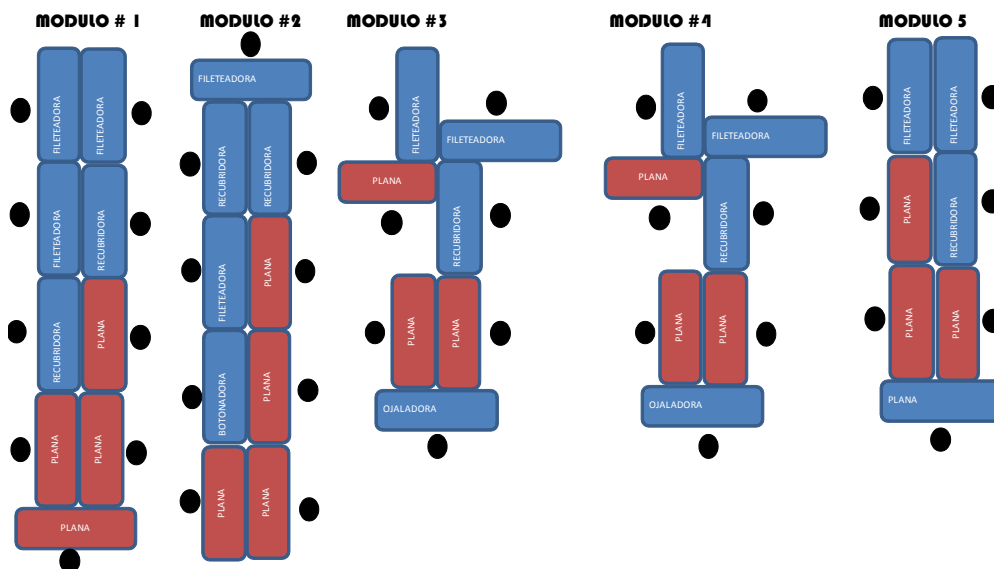
Tabla 6. Experiencia y nivel de estudios personal mantenimiento.

Persona	Cargo	Estudio	Ingreso a Confeccionarte
Walter Quintana	Coordinador de produccion	Ingeniero Industrial	may-14
Juan Daniel Cartagena	Auxiliar de montajes	Bachiller	jun-14
Carlos Adrian Correa	Mecanico	Tecnologo en mecanica Industrial	ene-15

Actualmente no se tiene stock de repuestos, en el momento de necesitar uno de estos se solicita al departamento encargado de compras, donde en muchos casos no se da una respuesta oportuna, provocando de esta manera más retrasos en el proceso.

El plan de mantenimiento actualmente desarrollado en la empresa confeccionarte es correctivo.

Los módulos de confección están conformados teniendo en cuenta el tipo de producto y la experticia de las operarias. A continuación se muestra un bosquejo de cómo están distribuidos algunos módulos en la planta de producción.

Figura 3. Diagrama de módulos de producción confeccionarte.

8.1.1. Análisis de criticidad. Permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, activos en general, sistemas, equipos y componentes. Los criterios para realizar el análisis de criticidad de la maquinaria están asociados con: frecuencia de fallas, utilización, flexibilidad operacional (Redundancia) y costos del mantenimiento.

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Consecuencia= (Demanda x Flexibilidad operacional)+ (Costo de mantenimiento)

Para realizar el análisis de criticidad se deben evaluar y valorar los siguientes aspectos:

8.1.1.1. Costos de mantenimiento. La siguiente tabla representa los costos de mantenimiento y de mano de obra en el año 2014

Tabla 7. Costos de mantenimiento año 2014.




COSTOS DE MANTENIMIENTO AÑO 2014														
Maquina	Cantidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
Plana	80	328500	321907	432098	263835	390345	278654	325764	333173	340583	347992	355402	362811	4081144
Fileteadora	47	432879	432908	390321	432987	432190	324098	287536	233091.5	178647	124202.5	69758	15313.5	3353979
Recubridora	28	123456	114321	200219	267893	188904	190900	185243	174548	163853	153159	142464	131770	2036757
Ojaladora	2	17289	92341	86341	201428	331054	217856	340213	392630	445047	497464	549881	602298	3773843
Botonadora	2	19032	17890	16342	98654	10653	99034	96190	112197	128205	144212	160220	176227	1078857
TOTAL	159	921156	979367	1125321	1264797	1353146	1110542	1234944.167	1245639.167	1256334.167	1267029.167	1277724.167	1288419.167	14324578

En esta tabla se puede evidenciar que la maquina plana es la máquina que durante el año 2014 tuvo más costos de mantenimiento y de mano de obra, seguido de la maquina fileteadora con un costo total anual de 3.353.979, esto obedece a la falta de un mantenimiento que garantice el funcionamiento efectivo de las mismas.

La empresa confeccionarte deberá adoptar un plan de mantenimiento con el cual se obtenga eficiencia en la maquinaria, disminución de paros inesperados en el proceso productivo a causa de fallas en las maquinas.

El aspecto evaluado para la criticidad: *costos de mantenimiento* nos da que:

Tabla 8. Valoración costos de mantenimiento.

VALOR	COSTO DE MANTENIMIENTO	
8	ALTA: Mas de 3 millones de pesos	
5	PROMEDIO: Mas de 2 millones de pesos	
3	BAJA: Mas de 1 millon de pesos	

La valoración correspondiente para los costos de mantenimiento del año 2014 es:

Tabla 9. Valoración correspondiente a los costos de mantenimiento y mano de obra año 2014.

MAQUINA	COSTO DE MANTENIMIENTO
PLANA	8
FILETEADORA	8
RECUBRIDORA	5
OJALADORA	8
BOTONADORA	3

Esta tabla da como resultado que los costos de mantenimiento más elevados son los de las maquinas planas y fileteadoras y ojaladoras con un promedio alto que da como resultados costos superiores a tres millones de pesos.

8.1.1.2. Frecuencia de fallas. Otro aspecto a evaluar en el análisis de criticidad es la frecuencia de fallas, y se tiene la siguiente información:

El numero o evento de fallas estaría resumido en la tabla siguiente:

Tabla 10. Fallas de maquinaria en el año 2014.

NUMERO DE SEMANAS EVALUADAS	52
NUMERO DE EVENTOS	6458

En la tabla siguiente se resumen el número de fallas que se presentaron en el año 2014:




Tabla 11. Número de Fallas Presentadas en el año 2014.

MAQUINA	ENE	FEBRE	MARZ	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL FALLAS
PLANA	153	165	176	154	187	159	171	190	203	207	199	120	2084
FILETEADORA	167	179	167	193	169	228	172	156	148	156	156	116	2007
RECUBRIDORA	123	133	120	131	137	142	121	119	103	109	117	99	1454
OJALADORA	45	63	45	43	54	62	34	48	67	54	35	20	570
BOTONADORA	63	48	33	25	28	27	34	16	11	28	20	10	343

La tabla número de fallas presentadas en el año 2014, refleja la cantidad de paros inesperados en el proceso productivo, afectando de esta manera la eficiencia de la planta, las entregas a clientes y la facturación modular, es decir la nómina de las operarias de la empresa confeccionarte S.A.S.

El aspecto evaluado para la criticidad: **FRECUENCIA DE FALLA** nos da que:

Tabla 12. Frecuencia de fallas.

VALOR	FRECUENCIA DE FALLAS	
3	ALTA: Mas de 2 mil fallas en un año.	
2	PROMEDIO: Mas mil fallas en un año.	
1	BAJA: Mas de 300 fallas en un año.	




8.1.1.3. Demanda. La demanda representa el número de horas anuales que son utilizadas las máquinas de confección, teniendo en cuenta el horario y días laborales, durante el año 2014.

Tabla 13. Número de horas trabajadas Vs Meta de utilización para el año 2014.

MAQUINA	REAL	META
PLANA	3120	2325
FILETEADORA	3120	2325
RECUBRIDORA	3120	2325
OJALADORA	3120	2325
BOTONADORA	3120	2325

Por lo cual tendríamos que el aspecto evaluado para la criticidad: **DEMANDA** nos daría que:

Tabla 14. Tipo de demanda.

VALOR	DEMANDA	
9	ALTA: Mas de 3 mil horas de utilizacion.	
6	PROMEDIO: Mas 2 mil horas de utilizacion.	
3	BAJA: Mas de mil horas de utilización.	

La valoración correspondiente para la demanda es:




Tabla 15. Valoración demanda de las Máquinas de confección.

MAQUINA	DEMANDA
PLANA	9
FILETEADORA	9
RECUBRIDORA	9
OJALADORA	9
BOTONADORA	9

Esta tabla muestra la valoración correspondiente a la utilización de cada una de las máquinas de confección de la empresa dando como resultado que todas estas sin excepción alguna tienen una demanda alta.

8.1.1.4. Flexibilidad operacional (redundancia). La redundancia o flexibilidad operacional significa que una maquina puede ser reemplazada en cualquier momento por otro maquina con características similares.

Tabla 16. Flexibilidad Operacional.

VALOR	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (REDUNDANCIA)
3	Sin redundancia (La maquina no puede ser reemplzada por otra) 
2	Redundancia perdida (La maquina puede ser reemplzada por otra me mejores características) 
1	Redundancia directa (Existencia de maquinas de las mismas características) 

La valoración correspondiente para la flexibilidad operacional es:

Tabla 17. Valoración Flexibilidad Operacional.

MAQUINA	VALOR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL
PLANA	2
FILETEADORA	2
RECUBRIDORA	1
OJALADORA	3
BOTONADORA	1

En resumen la ponderación de los factores que intervienen en la ecuación se determinó de la siguiente manera para las máquinas de confección de la empresa confeccionarte.

Tabla 18. Valoración aspectos asociados a la criticidad.

VALOR	COSTO DE MANTENIMIENTO	
8	ALTA: Mas de 3 millones de pesos	<input type="radio"/>
5	PROMEDIO: Mas de 2 millones de pesos	<input type="radio"/>
3	BAJA: Mas de 1 millon de pesos	<input type="radio"/>
VALOR	FRECUENCIA DE FALLAS	
3	ALTA: Mas de 2 mil fallas en un año.	<input type="radio"/>
2	PROMEDIO: Mas mil fallas en un año.	<input type="radio"/>
1	BAJA: Mas de 300 fallas en un año.	<input type="radio"/>
VALOR	DEMANDA	
9	ALTA: Mas de 3 mil horas de utilizacion.	<input type="radio"/>
6	PROMEDIO: Mas 2 mil horas de utilizacion.	<input type="radio"/>
3	BAJA: Mas de mil horas de utilización.	<input type="radio"/>
VALOR	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (REDUNDANCIA)	
3	Sin redundancia (La maquina no puede ser reemplzada por otra)	<input type="radio"/>
2	Redundancia perdida (La maquina puede ser reemplzada por otra me mejores características)	<input type="radio"/>
1	Redundancia directa (Existencia de maquinas de las mismas características)	<input type="radio"/>

Teniendo los datos necesarios y la valoración correspondiente de cada máquina, se procede a calcular la criticidad:

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia. Consecuencia= (Demanda x Flexibilidad operacional (Redundancia)+ (Costo de mantenimiento).

Tabla 19. Resumen análisis de criticidad.

EQUIPO	FRECUENCIA DE FALLAS	DEMANDA	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
PLANA	2084	9	2	8	26	54184
FILETEADORA	2007	9	2	8	26	52182
RECUBRIDORA	1454	9	1	5	14	20356
OJALADORA	570	9	3	8	35	19950
BOTONADORA	343	9	1	3	12	4116

8.1.1.5. Matiz de criticidad máquinas de confección empresa Confeccionarte S.A.S.

Ordenando la tabla por el valor de criticidad y asignándole una valoración de A, B ó C se presentan los resultados de la siguiente manera:

CRITICO=A

SEMI CRITICO= B

NO CRITICO: C

Tabla 20. Análisis de Criticidad Máquinas de confección empresa Confeccionarte S.A.S.

ANALISIS DE CRITICIDAD				
MAQUINA	CONSECUENCIA	FRECUENCIA	CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
PLANA	26	2084	54184	A
FILETEADORA	26	2007	52182	A
RECUBRIDORA	14	1454	20356	B
OJALADORA	35	570	19950	B
BOTONADORA	12	343	4116	C

Fuente: Pistarelli, A. (2000). *Manual de Mantenimiento. Ingeniería, Gestión y Organización.* Argentina: Editorial R y C.

Como se ha evidenciado en resultados anteriores la máquina que presenta mayor criticidad en el proceso productivo es la maquina plana, seguida por la maquina fileteadora. Teniendo en cuenta estos resultados se procede a realizar el estudio y el programa de mantenimiento basado en la máquina plana.

8.2. Hoja de análisis y resultados RCM:

Tabla 21. Análisis RCM 2.

ANALISIS RCM2				
CONFECCIONARTE S.A.S				
EQUIPO: MAQUINA PLANA		REALIZADO POR: WALTER QUINTANA - CRISTINA BARRIENTOS		
Funciones	Fallas funcionales	Modos de fallas	Efectos de la falla	
1	Coser entre 28 a 30 prendas de tejido plano por hora con 10 puntadas rectas por pulgada	A No cose prendas	1 Aguja despuntada	Si la aguja esta despuntada produce perforaciones en el tejidolo lo que conlleva a incumplimientos con los clientes ya que el producto no cumple con las especificaciones inicialmente pactadas; incurriendo de esta manera a multas, por incumplimiento a fechas de entrega. Una vez sea detectada la falla la operaria la operaria debe solicitar el cambio de la aguja, esto tarda aproximadamente 10 min.
			2 Falla motor	ver funcion xxx
			3 Falla suministro de energia	si el suministro de energia falla ocasiona un paro en la maquina. cuando se detecta se hace requerimiento de personal de mantenimiento de forma inmediata tardandose 15 minutos. Lo que genera una perdida de confeccion de unidades esta cifra dependera de la cifra asignada al cada modulo de confeccion.
			4 Hilo agotado	Si el hilo se agota se para la operación ocasionando que no se pueda desarrollar la operación normal de confeccion, al esto suceder el modulo se ve afectado en el resultado final, disminuyendo asi el numero de unidades día. Cuando esta falla se detecte la operaria debera solicitar el insumo requerido para dar continuidad a la operacion.
			5 Prensatela flojo	Si el prensatela esta flojo la aguja en cualquier momento podria quebrarse, la puntada no queda bien definida ya que el tejido al no tener estabilidad o la firmeza que da el presantelo empieza a generar ondas y fallas en la direccion correcta de la puntada.
			6 Prensatela fatigado	Si el prensatela esta flojo la aguja en cualquier momento podria quebrarse, la puntada no queda bien definida ya que el tejido al no tener estabilidad o la firmeza que da el presantelo empieza a generar ondas y fallas en la direccion correcta de la puntada.
			7 Barra prensatela gastado	Si la barra del presantela esta gastado genera una fuga de aceite causando manchas en el tejido y un paro inmediato en la operación realizada, adicionalmente si el desgaste se presenta en la parte inferior de la barra no permite que el prensatela quede bien fijada incurriendo en las fallas mencionadas.
			8 Barra de aguja gastado	Si la barra de la aguja esta gastada genera una fuga de aceite causando manchas en el tejido y un paro inmediato en la operación realizada, adicionalmente si el desgaste se presenta en la parte inferior de la barra no permite que la aguja tenga un acople preciso donde la altura de la aguja es determinante para generar la lazada de manera correcta.

			9	Barra de aguja flojo	Si la barra de la aguja esta floja no se genera una puntada debido a que la sincronizacion que debe haber entre la punta del gancho y el buncle que genera la aguja en el momento de ascender despues de estar en el punto muerto inferior no se da, una vez detectado se debe llamar al mecanico para que brinde asistencia a la maquina.
			10	Carretel no instalado	Si el carretel no esta instalado el hilo superior no tiene el elemento necesario para generar la lazada.
			11	Carretel flojo	Si el carretel esta flojo la caja bobina no entra en la canastilla por lo cual no es posible generar puntadas.
			12	palanca de pedal flojo	Si la palanca del pedal esta floja se pierde fuerza en el embrague generando disminucion en la velocidad de la maquina causando esto perdida de eficiencia debido a la intervencion realizada a la maquina puesto que genera un paro en la operacion, puesto que no se podria coser bajo estas condiciones.
			13	Resorte de la palanca de accionamiento fatigado	Si el resorte de la palanca de accionamiento esta fatigado la maquina no revoluciona de manera eficiente lo cual causa perdida de capacidad lo que a su vez disminuye la eficiencia en la operacion.
			14	Banda estirada	Si la banda esta estirada no genera suficiente friccion con la volante ocasionando que no haya una transmision de movimiento del motor al cabezote de la maquina ya que la banda estaria girando en falso. Provocando que la maquina no cosa.
			15	Viela gastada	Si la viela esta gastada se generan fallas en el mecanismo. Provocando que la maquina no cosa
			16	Aceite agotado	Si el aceite esta agotado no hay lubricacion entre los componentes mecanicos generando atascos en la maquinaria, provocando que la maquina no cosa.
			17	Viela sin lubricacion	Si la viela esta sin lubricacion genera atascos en la maquinaria provocando que la maquina no cosa.
			18	Palanca tira hilos reventada	Si la palanca tira hilos esta reventada es imposible que se genere la lazada puesto que este permite que el hilo tenga la ventaja suficiente para ser llevado hasta la punta del gancho y generar el bucle de lazada.
			19	Palanca tira hilos floja	Si la palanca tira hilos esta floja genera una mala puntada requiriendo asistencia para su adecuacion.
			20	Tensor desajustado	Si el tensor esta desajustado genera una mala puntada ya que la relacion de tension entre el hilo superior e inferior esta descompensada.
			21	Planchuela agotada	Si la planchuela esta agotada se traga la tela, produce atascamiento y no cose.
			22	Resorte prensatela fatigado	Si el resorte del prensatela esta fatigado no permite un buen funcionamiento del prensatela lo que conlleva a no transportar la tela generando nudos en la puntada teniendo que parar el proceso.
			23	falla devanador	Ver funcion 2

		B	Cose prendas con menos de 10 puntadas rectas por pulgadas	1	Aguja despuntada	Cuando la aguja se encuentra picada se producen las bastas cociendo menos de 10 puntadas x pugada. La operaria informa al mecanico de planta. Se debe parar inmediatamente la operación no se ensamblan la totalidad de las piezas afectando la eficiencia del modulo y las entregas a clientes.
				2	Tela fuera de especificacion	Cuando varia el espesor o gramaje de la tela se deben adecuar los sistemas de presion de prensatela y transporte de material el cual de cumplir con los tiempos de alimentacion del mecanismo para que la sincronizacion de la maquina este ajustada de lo contrario se generaran diferentes percances en la costura como bastas,puntadas largas fueras de medida, puntadas cortas fueras de medida de lo cual se deriba el paro inmediato de la maquina y requiere asistencia tecnica.
				3	Dientes desgastados	Cuando los dientes estan desgastados el transporte de material es deficiente lo cual genera problemas de puntada, adicional a esto para agustar el transporte debemos compensar la falta de arrastre de los dientes con presion en prensatela generando esto marcas de tallon en el material y posteriores rompimientos de la tela. cuando esto sucede lo recomendado es parar inmediatamente la maquina y hacer cambio de repuesto(dientes nuevos) que cumplan con las especificaciones para un buen arrastre.
				4	Prensatela gastado	Cuando el prensatela esta gastado el sistema de transporte es deficiente generando esto que las puntadas presenten variacion de largos y cantidad por pulgada generando esto mala calidad en el producto cuando esto pase se debe parar inmediatamente la maquina y hacer cambio de prensatela.
				5	Aguja fuera de especificación.	Cuando la aguja no cumple con las especificaciones de calibre o forma de la punta inmediatamente se genera perforacion o pica en el tejido lo cual conlleva a un producto con problemas graves de calidad ya que si estos son sometidos posteriormente a procesos de lavanderia o tintoreria presentaran desgarramiento de tejido y dara perdida total a la prenda generando altos costos.por esta razon la maquina debe parar inmediatamente y hacer cambio de aguja por parte del operador.
				6	Aguja girada	Cuando la aguja esta mal colocada ya sea que no llegue al tope superior o que esta este levemente girada el problema es que maquina no generara lazada o sera una lazada intermitente lo cual no se permite por ningun motivo y bajo ninguna circunstancia se debe parar la maquina de inmediato y llamar al tecnico para revision.

				7	Carretel mal tensionado	cuando el carretel presenta problemas de tension se generan puntadas poco uniformes y con mala apariencia en el peor de los casos la maquina no genera costura lo cual deriva en paro de la maquina y llamar inmediatamente a personal de mantenimiento.
				8	Tensor del hilo de aguja mal aj	cuando el tensor de hilo de aguja presenta problemas de tension se generan puntadas poco uniformes y con mala apariencia en el peor de los casos la maquina no genera costura lo cual deriva en paro de la maquina y llamar inmediatamente a personal de mantenimiento.
		C	Coser menos de 28 prendas de tejido plano por hora con 10 puntadas rectas por pulgada	1	Velocidad mal regulada	Si en el panel de control la velocidad es mal regulada por debajo de 3450 RPM por minuto cose menos de 28 prendas de tejido por hora.
				2	Banda destensionada	Cuando la banda esta destensionada se afecta inmediatamente la velocidad real de la maquina ya que hay una transmision deficiente de la banda a la volante generando esto que las poleas giren en falso y no permita la traccion necesaria para mever el mecanismo interno de la maquina lo cual genera paro inmediato de la maquina y el requerimiento del personal de mantenimiento.
				3	Regulador de velocidad desajustado	Si el regulador de velocidad se desajusta el motor trabaja con menos de 3450RPM, genrando menos de 28 prendas de tejido planp por hora con 10 puntadas rectas por pulgada
2	Enrollar el hilo en la bobina que se utiliza para el hilo inferior	A	No enrolla el hilo en la bobina que se utiliza para el hilo inferior	1	Polea desgastada	No se acciona el pin que hace girar el carretel haciendo que este gire en falso de esta manera no permite que se ejecute la funcion principal del debanador que es abastecer los carreteles de hilo la reemplazar los acabados.
				2	Base devanador flojo	Cuando la base del debanador esta floja la banda y la polea que accionan el mecanismo dejan de realizar esta funcion ya que se pierde la presion que ejerce este sobre la banda que va directamente a la polea de la maquina dejando asi de funcionar el mecanismo y esto conlleva a la falta de abastecimiento de carreteles parando asi la maquina y haciendo requeriminto de personal de mantenimiento.
3	Mover la tela bajo la aguja de coser formando el patron de la puntada	A	No mover la tela bajo la aguja de coser	1	Dientes gastados.	Cuando los dientes estan desgastados el transporte de material es deficiente lo cual genera problemas de puntada, adicional a esto para agustar el transporte debemos compensar la falta de arrastre de los dientes con presion en prensatela generando esto marcas de tallon en el material y posteriores rompimientos de la tela. cuando esto sucede lo recomendado es parar inmediatamente la maquina y hacer cambio de repuesto(dientes nuevos) que cumplan con las especificaciones para un buen arrastre.

			2	Prensatela mal ajustado	Cuando el prensatela esta mal ajustado debido a la bibracion de la maquina este sale de su posicion generando quiebre de aguja, anula completamente el sistema de transporte por ello se para la operación generando esto un paro inmediato de la maquina y requiriendo servicio de personal de mantenimiento.
			3	Prensatela desajustado	Cuando el prensatela esta desajustado debido a la bibracion de la maquina este sale de su posicion generando quiebre de aguja, anula completamente el sistema de transporte por ello se para la operación generando esto un paro inmediato de la maquina y requiriendo servicio de personal de mantenimiento.
4	Cortar el hilo	No cortar el hilo	1	Cuchilla gastada	Cuando la cuchilla inferior de corte de hilo esta gastada no cota la hebra de la aguja ni la de la caja bobina lo que conlleva a cortar estas con una herramienta adicional(pulidor) generando tiempos y costos adicionales de la operación la maquina sigue trabajando pero se hace requerimiento de personal de manteniiento para reparar o en su defecto cambiar lacuchilla.
			2	Cuchilla desajustada	Cuando la cuchilla inferior de corte de hilo esta desajustada no cota la hebra de la aguja ni la de la caja bobina lo que conlleva a cortar estas con una herramienta adicional(pulidor) generando tiempos y costos adicionales de la operación la maquina sigue trabajando pero se hace requerimiento de personal de manteniiento para ajustarla.
			3	Cuchilla mal ajustada	Cuando la cuchilla inferior de corte de hilo esta mal ajustada no cota la hebra de la aguja ni la de la caja bobina lo que conlleva a cortar estas con una herramienta adicional(pulidor) generando tiempos y costos adicionales de la operación la maquina sigue trabajando pero se hace requerimiento de personal de manteniiento para ajustarla der manera correcta.
			4	Barredor de hebra mal calibrado	Cuando el barredor de hebra esta mal calibrado no deja la hebra lo suficientemente larga para que la maquina se deshenebre de manera permanete en cada operación lo cua genera paro inmediato de la quina ya que no permite realizar la operación de manera continua y se debe llamar al personal de mantenimiento.
			5	Barredor de hebra desajustado	Cuando el barredor de hebra esta desajustado no deja la hebra lo suficientemente larga o quiebra la aguja la maquina se deshenebre de manera permanete en cada operación o puede presentarse un accidente con la punta de la aguja lo cua genera paro inmediato de la quina ya que no permite realizar la operación de manera continua y se debe llamar al personal de mantenimiento.

5	Permitir tensionar y guiar el hilo	A	No permite tensionar el hilo superior	1	Tensor principal desajustado	Cuando el tensor principal esta desajustado el hilo de la aguja no tendra la resistencia suficiente para halar el hilo de la bobina de manera correcta por esta razon la formacion de la puntada sera defectuosa causando esto que el operador pare la operacion y realice requerimiento de personal de mantenimiento.
				2	Tensor principal mal ajustado	Cuando el tensor principal esta mal ajustado el hilo de la aguja no tendra la resistencia suficiente para halar el hilo de la bobina de manera correcta por esta razon la formacion de la puntada sera defectuosa causando esto que el operador pare la operacion y realice requerimiento de personal de mantenimiento.
				3	Resorte principal desgastado	Cuando el resorte principal esta desgastado el hilo de la aguja no tendra la resistencia suficiente para halar el hilo de la bobina ya que la presion ejercida por el resorte a los discos es deficiente. por esta razon la formacion de la puntada sera defectuosa causando esto que el operador pare la operacion y realice requerimiento de personal de mantenimiento.
				4	Rosca de la perilla principal g	Cuando esta rosca esta desgastada el sistema de tensor principal pierde toda la firmeza y sostenibilidad para realizar bien su funcion terminando por safarce del anclaje y generando un paro inmediato de la maquina y requiriendo servicio de mantenimiento.
				5	Disco del tensor principal sucio	Cuando los discos del tensor principal tienen suciedad esta no permite que los discos del tensor se junten con precision y generando la tension suficiente al hilo para que se cumplan las condiciones ideales y se realice la lazada de manera correcta. Esto normalmente se presenta por falta de mantenimiento adecuado y periodico generando una accion correctiva por personal de mantenimiento.
				6	Tensor auxiliar desajustado	Cuando el tensor auxiliar esta desajustado el hilo de la aguja no tendra la resistencia suficiente para halar el hilo de la bobina de manera correcta ya que apoyaria todo el trabajo en el tensor principal aumentando el desgaste del mismo y por esta razon la formacion de la puntada sera defectuosa causando esto que el operador pare la operacion y realice requerimiento de personal de mantenimiento.
				7	Tensor auxiliar mal ajustado	Cuando el tensor auxiliar esta mal ajustado el hilo de la aguja no tendra la resistencia suficiente para halar el hilo de la bobina de manera correcta ya que apoyaria todo el trabajo en el tensor principal aumentando el desgaste del mismo y por esta razon la formacion de la puntada sera defectuosa causando esto que el operador pare la operacion y realice requerimiento de personal de mantenimiento.

6	Permitir tensionar el hilo inferior	A	No permite tensionar el hilo inferior	1	Muelle de bobina desgastado	Cuando el muelle de la bobina esta desgastado no permite que el hilo de la bobina tenga la tension necesaria para halar el hilo de la aguja de manera adecuada lo cual generaria problemas en las especificaciones de la puntada por apariencia de estamnera se debera hacer requerimiento de personal de mantenimiento para cambiar la pieza lo cual deriba paro de la maquina.
				2	Muelle de bobina sucio	Cuando el muelle de la bobina esta sucio no permite que el hilo de la bobina tenga la tension necesaria para halar el hilo de la aguja de manera adecuada lo cual generaria problemas en las especificaciones de la puntada por apariencia,de estamnera se debera hacer requerimiento de personal de mantenimiento para realizar limpieza lo cual deriba paro de la maquina.
				3	Muelle de bobina fatigado	Cuando el muelle de la bobina esta fatigado no permite que el hilo de la bobina tenga la tension necesaria para halar el hilo de la aguja de manera adecuada lo cual generaria problemas en las especificaciones de la puntada por apariencia,de estamnera se debera hacer requerimiento de personal de mantenimiento para realizar limpieza lo cual deriba paro de la maquina.
				4	Muelle de bobina mal tensionado	Cuando el muelle de la bobina esta mal tensionado no permite que el hilo de la bobina tenga la tension necesaria para halar el hilo de la aguja de manera adecuada lo cual generaria problemas en las especificaciones de la puntada por apariencia,de estamnera se debera hacer requerimiento de personal de mantenimiento para realizar el ajuste del tornillo tensor al punto adecuado, lo cual deriba paro de la maquina.
				5	Angulo del muelle de bobina mal	Cuando el angulo del muelle es modificado este pierde totalmente la forma estructural para encajar de manera correcta en la bobina por ello su funcion de dar tension al hilo no la realizara de manera optima dañando la formacion de puntada lo cual deriva en requerimiento de personal de mantenimiento y posteriormente paro de la maquina.
7	Permitir seleccionar el largo de A	A	No permite seleccionar el largo de la puntada	1	Perilla desgastada	Cuando la perilla de dial de puntada esta desgastada no permite regular el largo de puntada para determinar el numero de puntadas por pulgada especificada por el cliente por esta razon no se debe ejecutar la operaci3n y se debe llamar al personal de mantenimiento para cambio de repuesto.
				2	Seguro de dial de puntada atascado por suciedad	Cuando el seguro de la perilla del dial de puntada esta atascado por suciedad este no permite girar la perilla lo cual deriva en no poder seleccionar el numero de puntadas por pulgada requeridas por lo cual se debe llamar al personal de mantenimiento para que realice limpieza.

				3	Tornillo de la perilla del dial flojo	Cuando el tornillo de la perilla del dial de puntada esta flojo no permite hacer uso el adecuado de la perilla ya que no est fijo en le anclage y lo mas seguro es que este caiga lo cual genera paro inmediato de la maquina y requerimiento de personal de mantenimiento.
8	Sostener el cono del hilo	A	No sostiene el cono	1	Soporte de portaconos flojo	Cuando el soporte de portacono esta flojo no genera la estabilidad necesaria en los conos de hilo lo termina por generar nudos o enrredos en el hilo atascandoce estos en el ojo de la aguja y nparando la operación de manera recurrente afectando esto de manera directa el rendimineto de la operacion por lo cual se debe realizar el ajuste de esta pieza por parte del personal de mantenimiento.
				2	guia hilos de portaconos flojo	Cuando el guia hilos del porta cono esta flojo no genera la estabilidad ni direccionamiento necesaria en los hilos lo cual termina por generar nudos o enrredos en el hilo atascandoce estos en el ojo de la aguja y nparando la operación de manera recurrente afectando esto de manera directa el rendimineto de la operacion por lo cual se debe realizar el ajuste de esta pieza por parte del personal de mantenimiento.
				3	Guia de hilos portaconos mal a	Cuando el guia hilos del porta cono esta mal ajustado no genera la estabilidad ni direccionamiento necesaria en los hilos lo cual termina por generar nudos o enrredos en el hilo atascandoce estos en el ojo de la aguja y nparando la operación de manera recurrente afectando esto de manera directa el rendimineto de la operacion por lo cual se debe realizar el ajuste de esta pieza por parte del personal de mantenimiento.
				4	Soporte de portaconos desgastados	Si el soporte del portaconos se encuentra desgastado tarde que temprano se cael el cono generando esto reviente inmediato del hilo lo cual para la operación. Esto debe ser ajustado por personal de mantenimiento.
				5	Base de portaconos flojo	Con la operación y el movimiento la base se afloja lo cual deriva en inestabilidad en los conos del hilo y afectando directamente la puntada o en su defecto arrojando los conos al suelo y parando de forma traumatica la operación esta base debe ser ajustada por parte del personal de mantenimiento.
9	Permitir subir y bajar la aguja	A	No permite subir y bajar la aguja	1	Piñones desajustados	Si el piñon esta desajustado se genera fuego en el mecanismo principal, lo cual deriva en bastas en las costuras, quiebre de aguja, inhibiendo el subir y bajar de la aguja
				2	Ejes desajustados	Si el eje esta desajustado se genera fuego en el mecanismo principal, lo cual deriva en bastas en las costuras, quiebre de aguja, inhibiendo el subir y bajar de la aguja

			3	Bujes mal ajustados	Si los bujes estan desajustados se genera fuego en el mecanismo principal, lo cual deriva en bastas en las costuras, quiebre de aguja, inhibiendo el subir y bajar de la aguja
			4	Piñones mal ajustados	Si los piñones estan desajustados se genera fuego en el mecanismo principal, lo cual deriva en bastas en las costuras, quiebre de aguja, inhibiendo el subir y bajar de la aguja
			5	Ejes mal ajustados	Si los piñones estan desajustados se genera fuego en el mecanismo principal, lo cual deriva en bastas en las costuras, quiebre de aguja, inhibiendo el subir y bajar de la aguja
			6	bujes desgastados	Si los bujes estan desgastados se genera fuego en el mecanismo principal, lo cual deriva en bastas en las costuras, quiebre de aguja, inhibiendo el subir y bajar de la aguja
			7	piñones desgastados	Si los piñones estan desgastados se genera fuego en el mecanismo principal, lo cual deriva en bastas en las costuras, quiebre de aguja, inhibiendo el subir y bajar de la aguja
			8	ejes desgastados	Si los ejes estan desgastados se genera fuego en el mecanismo principal, lo cual deriva en bastas en las costuras, quiebre de aguja, inhibiendo el subir y bajar de la aguja
			9	bujes no lubricados	Si los bujes no estan lubricados se presentan friccion entre las piezas generando un recalentamiento de las mismas, posteriormente un paro general en el arbol principal mecanico de la maquina.
			10	piñones no lubricados	Si los piñones no estan lubricados se presentan friccion entre las piezas generando un recalentamiento de las mismas, posteriormente un paro general en el arbol principal mecanico de la maquina.
			11	ejes no lubricados	Si los ejes no estan lubricados se presentan friccion entre las piezas generando un recalentamiento de las mismas, posteriormente un paro general en el arbol principal mecanico de la maquina.
			12	Conducto de lubricacion obstruido por suciedad	Cuando el mecanismo de lubricacion se obstruye no permite que los componentes mecanicos y el engranaje trabagen de forma eficiente presentando friccion y desgaste entre ellos lo que conlleva a recalentamiento de la maquina y posterior paro de la misma.
			13	Barra de aguja golpeada	Cuando la barra de la aguja esta golpeada perdiendo su forma original desviara la aguja de la posicion correcta para realizar la lazada por lo cual se debe cambiar de forma inmediata para corregir el problema y continuar con la operaci3n.
10	Mantener la temperatura del motor entre 25 grados y 40 grados	A	1	Rodamiento gastado	Si el rodamiento esta gastado el esfuerzo que debe generar el motor es mayor generando un aumento en el consumo de la energia, un sobreesfuerzo en el rodamiento y un recalentamiento del mecanismo en general. Por tal motivo se debe cambiar la pieza en desgaste realizado por el personal de mantenimiento.

			2	Eje desgastado	Si el eje esta gastado el esfuerzo que debe generar el motor es mayor generando un aumento en el consumo de la energia, un sobreesfuerzo en el eje y un recalentamiento del mecanismo en general. Por tal motivo se debe cambiar la pieza en desgaste realizado por el personal de mantenimiento.
			3	Aspas gastadas	Si las aspas estan gastadas, no cumplen la funcion de refrigerar el motor con eficiencia, provocando un recalentamiento del mecanismo en general.
			4	Conectores flojos	Si los conectores estan flojos el contacto con los cables es deficiente provocando un corto circuito o un paro en la maquina.
			5	Conectores sucios	Si los conectores estan sucios el contacto con los cables es deficiente provocando un corto circuito o un paro en la maquina.
			6	Tarjetas falla	Si la tarjeta falla inmediatamente se para todo el circuito de la maquina.
11	Permitir encender y apagar la maquina		1	Interruptor falla abierto	Si el interruptor falla esta abierto la maquina cose de manera permanente y no para, es importante una reaccion inmediata la cual consta de interrumpir la fuente de energia desde la conexión principal
			2	Interruptor falla cerrado	Si e interruptor falla esta cerrado la maquina no prende.
			3	Conectores sucios	Si los conectores estan sucios no hay contacto con la energia
			4	Conectores flojos	Si los conectores estan flojos no hay contacto con la energia
		A	1	Conectores flojos	Paro de maquina debido a que aísla la energia
			2	Conectores sucios	Paro de maquina debido a que aísla la energia
			3	Poleas desgastadas	No se acciona el pin que hace girar el carretel haciendo que este gire en falso de esta manera no permite que se ejecute la funcion principal del debanador que es abastecer los carretes de hilo la reemplazar los acabados.
			4	Banda destensionada	Si la banda esta destensionada no genera suficiente friccion con la volante ocasionando que no haya una transmision de movimiento del motor al cabezote de la maquina ya que la banda estaria girando en falso. Provocando que la maquina no cosa.
13	Permitir posicionar los dientes de arrastre	A	1	Tornillo de desplazamiento Horizontal mal ajustado	Cuando el tornillo que permite graduar el movimiento del transporte horizontal para que sea mas largo o mas corto esta mal ajustado la tela puede sufrir diferentes tipos de maltratos o tallones ademas que no permite que el material se desplace de manera correcta y que las puntadas no esten uniformes lo cual causaria paro inmediato de la maquina y revision por parte del equipo de mantenimiento.

				2	Tornillo de desplazamiento vertical mal ajustado	Cuando el tornillo que permite graduar el movimiento del transporte vertical para que sea mas alto o mas bajo esta mal ajustado la tela puede sufrir diferentes tipos de maltratos o tallones que posteriormente se convierten en rotos o defectos intolerables en las prendas causando esto paro de la maquina y revision por parte del equipo de mantenimiento.
				3	Tornillo de desplazamiento Horizontal gastado	Cuando el tornillo que permite graduar el movimiento del transporte horizontal para que sea mas largo o mas corto esta gastado la tela puede sufrir diferentes tipos de maltratos o tallones ademas que no permite que el material se desplace de manera correcta y que las puntadas no esten uniformeslo cual causaria paro inmediato de la maquina y revision por parte del equipo de mantenimiento.
				4	Tornillo de desplazamiento vertical gastado	Cuando el tornillo que permite graduar el movimiento del transporte vertical para que sea mas alto o mas bajo esta gastado la tela puede sufrir diferentes tipos de maltratos o tallones que posteriormente se convierten en rotos o defectos intolerables en las prendas causando esto paro de la maquina y revision por parte del equipo de mantenimiento.
				5	Tornillo de desplazamiento Horizontal mal posicionado	Cuando el tornillo que permite graduar el movimiento del transporte horizontal para que sea mas largo o mas corto esta mal posicionado la tela puede sufrir diferentes tipos de maltratos o tallones ademas que no permite que el material se desplace de manera correcta y que las puntadas no esten uniformeslo cual causaria paro inmediato de la maquina y revision por parte del equipo de mantenimiento.
				6	Tornillo de desplazamiento vertical mal posicionado	Cuando el tornillo que permite graduar el movimiento del transporte vertical para que sea mas alto o mas bajo esta mal posicionado la tela puede sufrir diferentes tipos de maltratos o tallones que posteriormente se convierten en rotos o defectos intolerables en las prendas causando esto paro de la maquina y revision por parte del equipo de mantenimiento.
		A	No permite subir y bajar el pie prensatela	1	Barra prensatela desgastada	Dara pestañas por fuego en el prensatela
				2	Buje barra prensatela desgastada	Varie pestañas en la costura y reviente
15	Transmitir una potencia de 0.5 hp a la polea a 3450 rpm	A	No transmite una potencia de 0.5 hp a la polea a 3450 RPM	1	rodamientos gastados en el ca	La maquina se pega a tal punto que frena la maquina.
				2	Eje desgastado	si el eje se desgasta, se frena la maquina inmediateamente o puede ocasionar problema en todo la maquina debido a que es el mecanismo prncipal de la maquina
				3	Bobinado quemado	No trabaja la maquina, porque si se quema el enbobinado el motor no funciona
				4	Bobinado humedo	No trabaja la maquina ocasionando corto, quemando el embobinado.

			5	Tarjetas fallan	No trabaja la maquina	
			6	Circuito abierto	No para la maquina sigue dando puntada, quedaria directa ocasionando errores	
	Rematar costura	A	No remata costura	1	Falla control	Presenta problemas debido a que el remate seria manual.
16	Soportar y absorber 35 kg de la maquina	A	No soporta y absorbe 35 kg de la maquina	1	Bisagras flojas	Si las visagras del mueble estan rotas,flojas o en mal estado esto es un riesgo para el buen funcionamiento de la maquina ya que el mueble puede caer y no soportar el peso de la maquina esto debe ser monitoreado permanentemente por el personal de mantenimiento ya que esto puede parar la operacion de manera inmediata.
				2	Tornillos del herraje desgata	Los tornillos del herraje deben estar en perfecto estado no pueden estar desgastados ya que soportan el peso del cabezote de la maquina de no ser asi la maquina puede caer sobre el operador causando accidentes graves en el por esta razon se debe realizar monitoreo permanente del estado de la tornilleria de herraje.
				3	Tornillos de herraje mal ajusta	Los tornillos del herraje deben estar en perfecto estado y bien ajustados ya que soportan el peso del cabezote de la maquina de no ser asi la maquina puede caer sobre el operador causando accidentes graves en el por esta razon se debe realizar monitoreo permanente del estado de la tornilleria de herraje.
				4	Mesa golpeada	La mesa o tablosn de la maquina por ningun motivo debe estar requebrajada o con fisuras ya que es donde reposa el peso especifico del cabezote y pude quebrarce generando daños el la maquina y en el operador por esta razon debe ser monitoreado permanentemente por parte del personal de mantenimiento.
18	Permitir visualizar el nivel de aceite	A	No permite visualizar el nivel de aceite	1	Mirilla cristalizada	Cuando el visor de nivel de aceita esta cristalizado no permite verificar de manera constante y rapida el nivel del aceite el cual debe estar monitoreado constantemente en este caso se debe cambiar la miriila para evitar paros traumaticos de la maquina esto lo debe realizar personal de mantenimiento.
				2	Mirilla sucia	Cuando el visor de nivel de aceita esta sucio no permite verificar de manera constante y rapida el nivel del aceite el cual debe estar monitoreado constantemente en este caso se debe limpiar la miriila para evitar paros traumaticos de la maquina esto lo debe realizar personal de mantenimiento.
				3	Flotador atascado por sucieda	Si la aguja flotadora de nivel de aceite esta atascada no mostrara el nivel real del aceite dando paso a la posibilidad de dejar la maquina sin el nivael adecuado de aceite lo cual puede ocasionar daños considerables a la maquina esta aguja debe ser reparada por el personal de mantenimiento.

19	Indicar las características de las maquinas	A	No indica las características de las maquinas	1	Placa sucia	Cuando la placa del motor esta instalada pero no puedo obtener la informacion requerida por que no es visible
				2	Placa no instalada	Cuando la placa de motor no esta instalada no puedo obtener la informacion requerida por que no esta disponible en el motor

En esta tabla podemos identificar con claridad como cada función tiene y sus posibles fallas funcionales y a su vez como cada uno tiene el modo de falla y sus efectos, donde estos nos muestran con claridad el paso lógico a seguir y como debemos atacarlos de una manera más acertada y determinar una solución más rápida y segura.

8.3. Análisis AMFE y decisión:

Tabla 22. Análisis y decisión AMFE.

ANÁLISIS DE RCM2															
CONFECCIONARTE															
HOJA DE TRABAJO DE DECISIÓN RCM2		ELEMENTO: MAQUINA PLANA						Fecha inicial			Realizado por:				
								Fecha final							
Referencia de información		Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Tarea a realizar			Frecuencia inicial	A realizar p	Comentarios / Observaciones	
F	FF	FM	H	S	E	O									
1	A	1	S	N	N	S	S				Inspeccionar la punta de la aguja, si se evidencia despunte cambiar	Diario	Operararia		
1	A	2									Ver funcion 15				
1	A	3									Se analiza aparte				Analisis no incluido
1	A	4	S	N	N	S	S				Inspeccionar el carrete del hilo, si se evidencia agotamiento, programar cambio	Diario	Operararia		
1	A	5	S	N	N	S	S				Inspeccionar el ajuste del prensatela, si se encuentra flojo programar ajuste	Semanal	Mecanico		
1	A	6	S	N	N	S	N	N	N		Ningun mantenimiento programado				Mantener prensatela en el almacen
1	A	7	S	N	N	S	S				Inspeccionar visualmente la barra del prensatela, si se evidencia desgaste programar cambio	Mensual	Mecanico		
1	A	8	S	N	N	S	S				Inspeccionar visualmente la barra de la aguja, si se evidencia desgaste programar cambio	Mensual	Mecanico		
1	A	9	S	N	N	S	S				Inspeccionar visualmente el ajuste de la barra de la aguja, si se evidencia alojamiento programar ajuste	Mensual	Mecanico		
1	A	10	S	N	N	S	N	N	N		Ningun mantenimiento programado				
1	A	11	S	N	N	S	S				Inspeccionar visualmente el ajuste de carretel, si se evidencia alojamiento programar ajuste	Diario	Operararia		
1	A	12	S	N	N	S	S				Inspeccionar visualmente el ajuste de la palanca del pedal, si se evidencia alojamiento programar ajuste	Semanal	Operararia		
1	A	13	S	N	N	S	N	N	N		Ningun mantenimiento programado				Mantener resorte de la palanca en el almacen
1	A	14	S	N	N	S	N	S			Cambiar la banda	Semestral	Mecanico		
1	A	15	S	N	N	S	S				Inspeccionar visualmente la biela, si se evidencia desgaste programar cambio	Semestral	Mecanico		
1	A	16	S	N	N	S	N	S			Lubricar la maquina	Mensual	Mecanico		
1	A	17	S	N	N	S	S				Inspeccionar nivel de aceite en la maquina y que los componenetes tengan lubricación	Mensual	Mecanico		
1	A	18	S	N	N	S	N	N	N		Rediseño: Realizar entrenamiento en operaciones de la maquina				Entrenamiento
1	A	19	S	N	N	S	S				Inspeccionar visualmente el ajuste de la palanca tira hilos, si se evidencia alojamiento programar ajuste	Semanal	Operararia		
1	A	20	S	N	N	S	S				Inspeccionar visualmente el ajuste del tensor, si se evidencia alojamiento programar ajuste	Diario	Operararia		
1	A	21	S	N	N	S	S				Inspeccionar visualmente la planchuela, si se evidencia desgaste programar cambio	Mensual	Mecanico		
1	A	22	S	N	N	S	N	N	N		Ningun mantenimiento programado				Mantener resorte de prensatela en el almacen
1	A	23									Ver funcion 2				
1	B	1									Inspeccionar la punta de la aguja, si se evidencia despunte cambiar	Diario	Operararia		
1	B	2	S	N	N	S	N	N	N		Ningun mantenimiento programado				
1	B	3	S	N	N	S	S				Inspeccionar visualmente los dientes, si se evidencia desgaste programar cambio	Mensual	Mecanico		
1	B	4	S	N	N	S	S				Inspeccionar visualmente el prensatela, si se evidencia desgaste programar cambio	Mensual	Mecanico		
1	B	5	S	N	N	S	N	N	N		Rediseño: Realizar entrenamiento del tipo de agujas y telas				
1	B	6	S	N	N	S	N	N	N		Rediseño: Realizar procedimiento de instalacion de la aguja (CHECK-LIST)				
1	B	7	S	N	N	S	N	N	N		Rediseño: Realizar procedimiento de instalacion del carrete (CHECK-LIST)				
1	B	8	S	N	N	S	N	N	N		Rediseño: Realizar procedimiento de instalacion del tensor de hilo(CHECK-LIST)				
1	C	1	S	N	N	S	N	N	N		Rediseño: Realizar entrenamiento en ajuste de velocidad en el panel de control				

3	A	3	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste del prensatela, si se encuentra flojo programar ajuste	Semanal	Mecanico	
4	A	1	S	N	N	S	N	S		Cambiar la cuchilla	Trimestral	Mecanico	
4	A	2	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste de la cuchilla, si se encuentra flojo programar ajuste	Semanal	Operararia	
4	A	3	S	N	N	S	N	N	N	Rediseño: Realizar procedimiento de instalacion de la cuchilla			
4	A	4	S	N	N	S	N	N	N	Rediseño: Realizar entrenamiento de calibración del barredor de hebra			
4	A	5	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste del barredor de hebra, si se encuentra flojo programar ajuste	Mensual	Mecanico	
5	A	1	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste del tensor principal, si se encuentra flojo programar ajuste	Semanal	Mecanico	
5	A	2	S	N	N	S	N	N	N	Rediseño: Realizar procedimiento de ajuste del tensor principal			
5	A	3	S	N	N	S	N	N	N	Ningun mantenimiento programado			Mantener resorte principal en el almacen
5	A	4	S	N	N	S	S			Inspeccionar rosca principal, si se evidencia desgaste programar cambio	Semestral	Mecanico	
5	A	5	S	N	N	S	N	S		Limpiar disco del tensor principal	Mensual	Mecanico	
5	A	6	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste del tensor auxiliar, si se encuentra flojo programar ajuste	Semanal	Mecanico	
5	A	7	S	N	N	S	N	N	N	Rediseño: Realizar procedimiento de ajuste del tensor auxiliar			
5	A	8	S	N	N	S	N	N	N	Ningun mantenimiento programado			Mantener resorte auxiliar en el almacen
5	A	9	S	N	N	S	S			Inspeccionar rosca auxiliar, si se evidencia desgaste programar cambio	Semestral	Mecanico	
5	A	10	S	N	N	S	N	S		Limpiar disco del tensor auxiliar			
5	A	11	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste de la guia del hilo, si se encuentra flojo programar ajuste	Semanal	Operararia	
6	A	1	S	N	N	S	S			Inspeccionar visualmente el muelle de la bobina, si se evidencia desgaste programar cambio	Semestral	Mecanico	
6	A	2	S	N	N	S	N	S		Limpiar muelle de la bobina	Trimestral	Mecanico	
6	A	3	S	N	N	S	N	N	N	Ningun mantenimiento programado			Mantener muelle de la bobina en el almacen
6	A	4	S	N	N	S	N	N	N	Rediseño: Realizar procedimiento de instalacion del muelle de la bobina			
6	A	5	S	N	N	S	N	N	N	Rediseño: Realizar procedimiento de instalacion del muelle de la bobina			
7	A	1	S	N	N	S	S			Inspeccionar visualmente la perilla, si se evidencia desgaste programar cambio	Semestral	Mecanico	
7	A	2	S	N	N	S	N	S		Limpiar seguro del dial	Mensual	Mecanico	
7	A	3	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste del tornillo de la perilla del dial, si se encuentra flojo programar ajuste	Mensual	Mecanico	
8	A	1	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste del soporte del portaconos, si se encuentra flojo programar ajuste	Semanal	Operararia	
8	A	2	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste del guia hilos del portaconos, si se encuentra flojo programar ajuste	Semanal	Operararia	
8	A	3	S	N	N	S	N	N	N	Rediseño: Realizar entrenamiento ajuste del guia del portahilos			
8	A	4	S	N	N	S	S			Inspeccionar visualmente el soporte del portaconos, si se evidencia desgaste programar cambio	Mensual	Operararia	
8	A	5	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste de la base del portaconos, si se encuentra flojo programar ajuste	Semanal	Operararia	
9	A	1	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste de los piñones, si se encuentra flojo programar ajuste	Semestral	Mecanico	
9	A	2	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste de los ejes, si se encuentra flojo programar ajuste	Semestral	Mecanico	
9	A	3	S	N	N	S	N	N	N	Rediseño: Realizar procedimiento de instalación de bujes			
9	A	4	S	N	N	S	N	N	N	Rediseño: Realizar procedimiento de instalación de piñones			
9	A	5	S	N	N	S	N	N	N	Rediseño: Realizar procedimiento de instalación de ejes			
9	A	6	S	N	N	S	S			Inspeccionar visualmente los bujes, si se evidencia desgaste programar cambio	Semestral	Mecanico	
9	A	7	S	N	N	S	S			Inspeccionar visualmente los piñones, si se evidencia desgaste programar cambio	Semestral	Mecanico	
9	A	8	S	N	N	S	S			Inspeccionar visualmente los ejes, si se evidencia desgaste programar cambio	Semestral	Mecanico	
9	A	9	S	N	N	S	N	S		Lubricar los bujes	Mensual	Mecanico	
9	A	10	S	N	N	S	N	S		Lubricar los piñones	Mensual	Mecanico	
9	A	11	S	N	N	S	N	S		Lubricar los ejes	Mensual	Mecanico	
9	A	12	S	N	N	S	N	S		Limpiar conducto de lubricación	Mensual	Mecanico	
9	A	13	S	N	N	S	N	N	N	Ningun mantenimiento programado			Mantener barra de la aguja en el almacen
10	A	1	S	N	N	S	N	S		Cambiar rodamientos del ventilador del motor	Anual	Mecanico	

15	A	3	S	N	N	S	N	N	N	Ningun mantenimiento programado			Mantener motor en el almacen
15	A	4	S	N	N	S	N	N	N	Ningun mantenimiento programado			Mantener motor en el almacen
15	A	5	S	N	N	S	N	N	N	Ningun mantenimiento programado			Mnater tarjetas en el almacen
15	A	6	S	N	N	S	N	N	N	Ningun mantenimiento programado			
16	A	1	S	N	N	S	N	N	N	Ningun mantenimiento programado			
17	A	1	S	N	N	S	S			Inspeccionar el ajuste de las bisagras, si se encuentra flojas programar ajuste	Semestral	Mecanico	
17	A	2	S	N	N	S	S			Inspeccionar visualmente tornillos del herraje si se evidencia desgaste programar cambio	Semestral	Mecanico	
17	A	3	S	N	N	S	N	N	N	Ningun mantenimiento programado			
17	A	4	S	N	N	S	N	N	N	Ningun mantenimiento programado			
18	A	1	S	N	N	N	S			Inspeccionar visualmente la mirilla, si se evidencia cristalización programar cambio	Semestral	Mecanico	
18	A	2	S	N	N	N	S			Inspeccionar visualmente la mirilla, si se evidencia suciedad programar limpieza	Semestral	Mecanico	
18	A	3	S	N	N	N	S			Inspeccionar visualmente el flotador, si se evidencia suciedad programar limpieza	Semestral	Mecanico	
19	A	1	S	N	N	N	S			Inspeccionar visualmente la placa de características, si se evidencia suciedad programar limpieza	Anual	Mecanico	
19	A	2	N				S			Inspeccionar visualmente la placa de características, si no se encuentra instalada programar instalación	Anual	Mecanico	

Este diagrama de decisión permite registrar que mantenimiento de rutina (si lo hay) será realizado, con qué frecuencia y quien lo llevara a cabo.

Está dividido en diferentes columnas. Las columnas F (Función), FF (Falla Funcional) y FM (modo de Falla), son utilizadas para correlacionar las referencias de las hojas de información y las hojas de decisión, ya se mencionó cada letra y cada número de la hoja de decisión hace parte de la hoja de información (AMFE).

Las columnas H, S, E, O, son utilizadas para registrar las respuestas a las preguntas concernientes a las consecuencias de cada modo de falla así:

H. ¿será evidente a las operarias la pérdida de función causada por este modo de falla actuando por sí solo en circunstancias normales?

S. ¿produce el modo de falla una pérdida de función u otros daños que pudieran lesionar o matar a alguien?

E. ¿produce este modo de falla una pérdida de función u otros daños que pudieran infringir cualquier normativa o reglamento del medio ambiente?

O. ¿ejerce el modo de falla un efecto adverso o directo sobre la capacidad operacional (producción, calidad, servicio costos operacionales además de los de la reparación)?

Las Columnas H1/S1/O1 son utilizadas para determinar si se pudo encontrar una tarea que anticipara el modo de falla a tiempo para evitar las consecuencias.

Las Columnas H2/S2/O2 son utilizadas son utilizadas para determinar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento programado para prevenir la falla.

Las Columnas H3/S3/O3 son utilizadas son utilizadas para determinar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica para prevenir la falla.

Las tareas a realizar se determinan teniendo en cuenta los resultados de los ítems anteriores, esta debe ser clara, efectiva y veraz, la cual ayudara a la programación del mantenimiento a realizar.

Las frecuencias determinan el intervalo de tiempo en el cual se desarrollaran las actividades para cumplir con las tareas a realizar, estas podrán ser:

- Diarias.
- Semanales.
- Mensuales.
- Semestrales.

- Anuales.

La columna realizado por, se utiliza para anotar quien debe hacer cada tarea, la cual deberá ser competente y confiable para llevar a cabo la actividad.

8.4. Programa de mantenimiento:

A continuación se detalla el plan y el cronograma de mantenimiento preventivo de las maquinas planas de la empresa confeccionarte, tomando esta, ya que es la maquina critica dentro del proceso productivo de la empresa.

Tabla 23. Plan de mantenimiento.

CONFECCIONARTE MAQUINAS PLANAS PLAN DE MANTENIMIENTO
TAREAS MECANICO
ANUAL
Cambiar rodamientos del ventilador del motor
Cambiar rodamientos del cabezote
Inspeccionar visualmente la placa de características, si se evidencia suciedad programar limpieza
Inspeccionar visualmente la placa de características, si no se encuentra instalada programar instalación
SEMESTRAL
Cambiar la banda
Inspeccionar visualmente la biela, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar rosca principal, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar rosca auxiliar, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente el muelle de la bobina, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente la perilla, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar el ajuste de los piñones, si se encuentra flojo programar ajuste
Inspeccionar el ajuste de los ejes, si se encuentra flojo programar ajuste
Inspeccionar visualmente los bujes, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente los ejes del motor, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente las aspas del ventilador, si se evidencia desgaste programar cambio
Limpiar conectores del motor
Inspeccionar el ajuste de las bisagras, si se encuentra flojas programar ajuste
Inspeccionar visualmente tornillos del herraje si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente la mirilla, si se evidencia cristalización programar cambio
Inspeccionar visualmente la mirilla, si se evidencia suciedad programar limpieza
Inspeccionar visualmente el flotador, si se evidencia suciedad programar limpieza
TRIMESTRAL
Cambiar la cuchilla
Limpiar muelle de la bobina
MENSUAL
Inspeccionar visualmente la barra del prensatela, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente la barra de la aguja, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente el ajuste de la barra de la aguja, si se evidencia aflojamiento programar ajuste
Lubricar la maquina
Inspeccionar nivel de aceite en la maquina y que los componentes tengan lubricación
Inspeccionar visualmente la planchuela, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente los dientes, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente el prensatela, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente la polea, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente base del devanador, si se evidencia desajuste programar cambio
Inspeccionar visualmente los dientes, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar el ajuste del barredor de hebra, si se encuentra flojo programar ajuste
Limpiar disco del tensor principal
Limpiar seguro del dial

Inspeccionar el ajuste del tornillo de la perilla del dial, si se encuentra flojo programar ajuste
Lubricar los bujes
Lubricar los piñones
Lubricar los ejes
Limpiar conducto de lubricación
Inspeccionar el ajuste de los conectores del motor, si se encuentra flojo programar ajuste
Inspeccionar visualmente el tronillo de desplazamiento horizontal, si se evidencia desajuste programar ajuste
Inspeccionar visualmente el tronillo de desplazamiento vertical, si se evidencia programar ajuste
Inspeccionar visualmente la barra del prensatela, si se evidencia desgaste programar cambio
Inspeccionar visualmente buje de la barra del prensatela, si se evidencia desgaste programar reparacion
SEMANAL
Inspeccionar el ajuste del prensatela, si se encuentra flojo programar ajuste
Inspeccionar visualmente la tension de la banda, si se evidencia desajuste tensionar
Inspeccionar el ajuste del tensor principal, si se encuentra flojo programar ajuste
Inspeccionar el ajuste del tensor auxiliar, si se encuentra flojo programar ajuste
Inspeccionar visualmente la tension de la banda, si se evidencia desajuste tensionar
TAREAS OPERARIA
MENSUAL
Inspeccionar visualmente el soporte del portaconos, si se evidencia desgaste programar cambio
SEMANAL
Inspeccionar visualmente el ajuste de la palanca del pedal, si se evidencia aflojamiento programar ajuste
Inspeccionar visualmente el ajuste de la palanca tira hilos, si se evidencia aflojamiento programar ajuste
Inspeccionar el ajuste de la cuchilla, si se encuentra flojo programar ajuste
Inspeccionar el ajuste de la guia del hilo, si se encuentra flojo programar ajuste
Inspeccionar el ajuste del soporte del portaconos, si se encuentra flojo programar ajuste
Inspeccionar el ajuste del guia hilos del portaconos, si se encuentra flojo programar ajuste
Inspeccionar el ajuste de la base del portaconos, si se encuentra flojo programar ajuste
DIARIO
Inspeccionar la punta de la aguja, si se evidencia despunte cambiar
Inspeccionar el carrete del hilo, si se evidencia agotamiento, programar cambio
Inspeccionar visualmente el ajuste de carretel, si se evidencia aflojamiento programar ajuste
Inspeccionar visualmente el ajuste del tensor, si se evidencia aflojamiento programar ajuste

En este cronograma de mantenimiento se puede evidenciar la selección de los tres procedimientos básicos del mantenimiento basado en (RCM)

Que son inspección (color Azul), limpieza (color verde) y lubricación (color rojo) donde se le asignó a cada mecanismo, componente o función de la maquina una fecha determinada para realizar el mantenimiento establecido para cada uno de ellos, donde de la misma manera se evalúa el cumplimiento de los mismos para garantizar el buen funcionamiento y correcto desempeño de cada componente de la máquina.

Para la realización del cronograma de mantenimiento es importante diligenciar las hojas de vida de las maquinas a intervenir y así garantizar la trazabilidad de cada activo.

Tabla 25. Hoja de vida maquinaria Confeccionarte.

HOJA DE VIDA MAQUINARIA CONFECCIONARTE										
TIPO DE MAQUINA						# DE CABEZOTE		# DE MAQUINA		
MARCA	CAMBIOS									
CHEQUEO POR DESCARTE	B	R	M	SI	NO	COSTO	CAMBIO DE REPUESTOS EN CORRECTIVO		FECHA DE REALIZACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
							FECHAS	REPUESTO	FECHAS	REPUESTOS
BARRA DE AGUJA										
SOPORTE DE AGUJA										
DESGASTE DE LOOPERS										
DESGASTE DE GUARDA AGUJAS										
DESGASTE DE ALIMENTACION										
DESGASTE DE TORNILLERIA										
DESGASTE DE CARRETELES										
DESGASTE DE BOBINAS										
DESGASTE DE GANCHO										
AJUSTE MECANICO										
BARRA DE AGUJA										
TRANSPORTE										
PRENSATELAS										
CORTE										
DIENTES										
GANCHO										
NIVELES										
NIVEL DE ACEITE										
MANGUERA DE CONDUCCION										
FILTRO										
PARTES MANUALES DE LUBRICACION										
MOTOR										
EMPAQUETADURA										
FRENO										
RODAMIENTO										
CORREA										
VOLANTE										
PARTE ELECTRICA										
SWICHE										
CLAVIJAS										
CONDENSADOR										
OBSERVACIONES										

8.5. Listado de recomendaciones:

Tabla 26. Listado de recomendaciones.

CONFECCIONARTE MAQUINAS PLANAS LISTADOS RECOMENDACIONES
ESTRATEGIAS DE INVENTARIOS
Prensatela
Resorte de la palanca
Resorte de prensatela
Resorte principal
Resorte auxiliar
Muelle de la bobina
Barra de la aguja
Tarjetas del motor
Interruptor de encendido/apagado
Motor
PROCEDIMIENTOS
Realizar procedimiento de instalacion de la aguja (CHECK-LIST)
Realizar procedimiento de instalacion del carrete (CHECK-LIST)
Realizar procedimiento de instalacion del tensor de hilo(CHECK-LIST)
Realizar procedimiento de instalación del prensatela (CHECK-LIST)
Realizar procedimiento de instalacion de la cuchilla
Realizar procedimiento de ajuste del tensor principal
Realizar procedimiento de ajuste del tensor auxiliar
Realizar procedimiento de instalacion del muelle de la bobina
Realizar procedimiento de instalacion del muelle de la bobina
Realizar procedimiento de instalación de bujes
Realizar procedimiento de instalación de piñones
Realizar procedimiento de instalación de ejes
Realizar procedimiento de posicion de los tornillos de desplazamiento
Realizar procedimiento de posicion de los tornillos de desplazamiento
ENTRENAMIENTOS
Realizar entrenamiento en operaciones de la maquina
Realizar entrenamiento del tipo de agujas y telas
Realizar entrenamiento ajuste del guia del portahilos
Realizar entrenamiento de ajuste de los dientes de arrastre
Realizar entrenamiento en ajuste de velocidad en el panel de control
Realizar entrenamiento de ajuste del regulador de velocidad
Realizar entrenamiento de calibración del barredor de hebra

En el listado de recomendaciones se detalla en su primer ítem la necesidad de tener un stock de herramientas con el fin de garantizar la disponibilidad de los mismos y atender de una manera eficaz las necesidades presentadas optimizando el tiempo de reparación de las maquinas, dando como resultado disminución de tiempo en el mantenimiento.

Como segundo ítem se recomienda que la empresa inicie con el proceso de implementación de procedimientos y check list, lo cual ayudara a la estandarización de puestos de trabajo.

Como tercer y último ítem se tiene un programa de entrenamiento y capacitación no solo al personal de mantenimiento si no a las operarias, las cual estarán en la capacidad de brindar los primeros auxilios a la maquinaria.

9. CONCLUSIONES

La empresa confeccionarte actualmente no cuenta con un programa de mantenimiento que permita aumentar la disponibilidad, confiabilidad y fiabilidad de la maquinaria, esto trajo consigo paros inesperados en el proceso de confección, retrasos en las entregas e insatisfacción en los clientes, por tal motivo se quiso implementar un programa de mantenimiento que atacara todos esos problemas que afectaban de manera directa la productividad de la compañía. Evidenciando que:

La máquina que presenta mayor grado de criticidad en el desarrollo efectivo de la labor diaria es la máquina plana, de esta se analizaron sus fallas funcionales, modos de fallas y efectos de las fallas, dando esto como resultado una estrategia que permitiera la disminución sustancial de las mismas, esta estrategia está enfocada en:

- Cronograma de mantenimiento, donde se especifican cada uno de los componentes de la máquina y la actividad a desarrollar.
- Implementación de procedimientos y check list que ayuden a la estandarización del proceso de mantenimiento.
- Programas de capacitación y entrenamientos para todo el personal operativo.
- Stock de repuestos que permita la disponibilidad de los mismos en el momento y horas indicadas, disminuyendo paros prolongados.

Con este programa de mantenimiento se busca la disminución de los paros inesperados en el proceso de producción, lo cual actualmente es el principal causante de la ineficiencia en la planta y la deserción del personal debido a que los salarios están directamente relacionados con las unidades confeccionadas día.

Distribución adecuada del tiempo del personal de mantenimiento, donde su enfoque principal se basa en un plan de mantenimiento preventivo y no correctivo que es el que actualmente se sigue en Confeccionarte S:A:S

El mantenimiento basado en RCM, es una herramienta que permite determinar las posibles fallas que pueden aparecer en activos y sistemas, aumentar su confiabilidad y disponibilidad.

Un plan de mantenimiento sustentado mediante la metodología RCM un trabajo de equipo extenso y riguroso, que involucre al personal operativo, técnico, directivo y gerencial.

En las hojas de análisis tanto de información como de decisión, se observa cómo se puede detallar hasta donde se quiera el nivel de la fallas funcionales a estudiar,. A cada falla se determinan sus efectos, consecuencias y se valora el riesgo de cada falla en gravedad, frecuencia de aparición. Esta información es la idónea para asignar recursos y programas de mantenimiento.

Una estrategia de mantenimiento basada en la metodología RCM nos permite disminuir los costos de mantenimiento de los equipos aportando a las metas financieras de la compañía, a la satisfacción del cliente y al bienestar económico laboral.

La empresa confeccionarte debe implementar programas de planeación, verificación y control que aseguren que las actividades recomendadas y los estudios realizados se lleven a cabo.

10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

Tabla 27. Cronograma propuesta de mantenimiento basado en RCM.

ITEM	TAREA	MES 1				MES 2				MES 3		
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11
1	Diagnostico inicial del estado de la maquinaria con respecto al funcionamiento											
2	Verificar registros, trazabilidad e informacion de la maquinaria.											
3	Verificar como se realiza el mantenimiento actual de la empresa.											
4	Analisis de la informacion mencionada anteriormente											
5	Clasificacion de la maquinaria de acuerdo al porcentaje de utilizacion e inventario de maquinaria.											
6	Clasificacion y analisis de criticidad de las maquinas.											
7	Realizar hojas de vida de la maquinaria y descripcion del funcionamiento de cada una de ellas											
8	Definicion de tipos y modos de fallas de la maquinaria											
9	Formulacion de la estrategia de mantenimiento, recoleccion de datos y desarrollo de indicadores de gestion											

REFERENCIAS

Barrera, J. C. (s/f). *Indicadores claves de desempeño*. Recuperado de:
<http://es.slideshare.net/mantonline/kpi-key-performance-indicators-presentation>

Duran, J. B. (1998). *Porque implementar RCM (+)*.

García Garrido, S. (2015) *Plan de mantenimiento basado en RCM*. Recuperado de:
<http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/Plan+de+mantenimiento+basado+en+RCM+++Inicio>

Industria Tijuana Capacitación. (s/f). *Introducción al mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM2, parte2*. Recuperado de: <http://www.industrialtijuana.com/pdf/B-5.pdf>

Intel. (2013). *Intel® Retail Client Manager*. Recuperado de:
<http://www.intel.com/content/www/us/en/retail/training-intro-rcm.html>

Moubray, J. (2004). *El camino hacia el RCM*. Recuperado de:
<http://www.soporteycia.com/images/Articulos/El-camino-hacia-el-RCM.pdf>

Murillo Rocha, G. (2002) *Implementación centrado en confiabilidad RCM*. Recuperado de:
<http://www.gestiopolis.com/implementacion-de-mantenimiento-centrado-en-la-confiabilidad-rcm/>

Nowlan & Heap. (1978). *History of RCM & RCM2™/RCMII™*. Recuperado de:
<http://www.thealadonnetwork.com/about-rcm/history-of-rcm/>

Olives Masip, R. (2010 - 2011). *Soluciones para un mantenimiento seguro y preventivo*.
Recuperado de:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NOVEDADES%20EDITORIALES/Mantenimiento%20seguro/talleres%20mantenimiento.pdf>

Pistarelli, A. (2000). *Manual de Mantenimiento. Ingeniería, Gestión y Organización*. Argentina:
Editorial R y C.

Renove tecnología. (2012). *Tipos de mantenimiento*. Recuperado de:
<http://www.mantenimientopetroquimica.com/index.php/2-tipos-de-mantenimiento>

Rosendo, H. M. (s/f). *El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional*. Recuperado de:
http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/de%20confiabilidad/ANALISIS%20DE%20CRITICIDAD.pdf

Serie de Pasaportes de los Elementos Uptime del Líder Certificado en Confiabilidad: Ingeniería de Confiabilidad. (s/f). Recuperado de: <http://www.confabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>

Siguenza, G. (2008). *Por qué implementar el RCM mantenimiento centrado en la confiabilidad*.
Recuperado de: <http://www.industrialtijuana.com/pdf/cc08.pdf>

Stanley, N. (1978). *Reliability-centered maintenance office of assistant secretary of defence.*

Recuperado de: http://reliabilityweb.com/ee-assets/my-uploads/docs/2010/Reliability_Centered_Maintenance_by_Nowlan_and_Heap.pdf

Universidad Politécnica Salesiana. (2004). *Capítulo 1: introducción al mantenimiento RCM.*

Recuperado de: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/931/5/Capitulo_1.pdf