



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

MEJORA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO EN EL ÁREA DE ACABADO,

GILDAN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21411068 ERICK DAVID ZELAYA

ASESOR: ING. HEGEL LÓPEZ

CAMPUS: SAN PEDRO SULA

Octubre de 2018

AGRADECIMIENTO

Le agradezco **a Dios** por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en todo momento por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias **a mis padres** Servio y Odili Zelaya por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, darle gracias por ser los mejores padres del mundo ser un ejemplo de mi vida a seguir.

De todo corazón a la mujer más especial, a quien amo mucho, **a mi novia**, Andrea Carolina Midence que ha sido una persona incondicional en mi vida, ha sido mi soporte, mi mejor amiga, mi consejera, mi apoyo, mi luz, mi guía, mi todo para seguir adelante y no bajar los brazos en los momentos difíciles, poderte decir que lo logramos juntos, un sueño más cumplido. Gracias por ser la mujer que Dios me presentó en la vida para ser muy feliz, Gracias por enseñar lo que es el amor, decirte que te amo exagerado.

Agradezco de manera muy especial por su esfuerzo, dedicación, colaboración y sabiduría a todos los catedráticos por transmitir todos sus conocimientos para mi formación profesional.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto lleva el título Programa de Mantenimiento centrado en la confiabilidad evitando largo periodo muerto

El proyecto se realizó en la empresa GILDAN SULATEX RIO NANCE donde se aplicó el programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) a todas las maquinarias nuevas de acabado, haciendo levantamiento de información para cada máquina dividiendo por área de sistema eléctrico, sistema mecánico y lubricación. Se realizaron cálculo de lubricación para saber cuánto gramo de grasa se tendría que aplicar a cada componente de rodamiento. Se creó una hoja en Excel de chequeo y verificación (check list) para cada frecuencia que establecimos por componente de las maquinas realizando la frecuencia cada quincenal, mensual, trimestral, semestral y al año.

Se creó un cronograma mensual para el mantenimiento de las máquinas y que check list le toca en día previsto, este cronograma también lo tiene área de producción para que tenga en cuenta que día la maquina tal iba estar parada, así no afectar la producción.

ABSTRACT

The present project is titled Maintenance program focused on reliability avoiding long dead period

The project was carried out in the company GILDAN SULATEX RIO NANCE where the maintenance program focused on reliability (RCM) was applied to all the new finishing machines, making an information survey for each machine divided by electric system area, system mechanical and lubrication. A lubrication calculation was performed to know how much was applied to each bearing component. An Excel sheet for checking and verification (checklist) was created for each frequency that establishes the components of the machines that perform the biweekly, monthly, quarterly, biannual and yearly frequency.

A monthly schedule was created for the maintenance of the machines and that the checklist will touch on the scheduled day, this schedule also has the production area to take into account that the machine will not have to affect the production.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
	2.1 Antecedentes.....	2
	2.2 Definición del Problema.....	2
	2.3 Preguntas de Investigación	2
	2.4 Objetivos.....	2
	2.4.1 Objetivo general.....	2
	2.4.2 Objetivos específicos	2
	2.5 Justificación	3
III.	MARCO TEORICO	4
	3.1 ORIGEN RCM	4
	3.2 PREGUNTAS BASICAS DEL PROCESO RCM.....	4
	3.3 Metodología Proceso RCM	6
	3.3.1 Fase 0: listado y codificación de equipos	7
	3.3.2 Fase 1: listado de funciones y sus especificaciones.....	8
	3.3.3 Fase 2: determinación de fallos funcionales y fallos técnicos	8
	3.3.4 Fase 3: determinación de los modos de fallos	8
	3.3.5 Fase 4: estudio de las consecuencias de los fallos. Criticidad	9
	3.3.6 Fase 5: determinación de las medidas preventivas	11
	3.3.6.1 Tipo 1: Inspecciones visuales.....	11
	3.3.6.2 Tipo 2: Lubricación.....	11
	3.3.6.3 Tipo 3: Verificaciones del correcto funcionamiento realizados con instrumentos propios del equipo (verificaciones on-line).....	11
	3.3.6.4 Tipo 4: Tareas condicionales.....	12
	3.3.6.5 Tipo 5: Tareas sistemáticas,	12
	3.3.7 Tipo 7: Grandes revisiones	12
	3.4 Diferencias entre un plan de mantenimiento inicial y uno obtenido mediante RCM .	13

3.5 MANTENIMIENTO	14
3.5.1 Objetivos del Mantenimiento	14
3.5.2 Tipos de Mantenimiento	14
3.5.2.1 Mantenimiento Correctivo	15
3.5.2.2 Mantenimiento preventivo	16
3.5.2.3 Mantenimiento predictivo	16
3.5.2.4 Mantenimiento cero horas	17
3.5.2.5 Mantenimiento en uso	17
3.6 Lubricación	18
3.6.1 Tipo de Lubricación	18
3.6.1.1 Lubricación limítrofe o límite	18
3.6.1.2 Lubricación hidrodinámica	18
3.6.1.3 Lubricación mezclada	18
3.6.2 Funciones de los lubricantes	19
3.6.3.1 Viscosidad del aceite base	19
3.6.3.2 Factor de Velocidad	20
3.7 Proceso de Acabado	22
3.7.1 Proceso Exprimido	22
3.7.2 Proceso de Secado	22
3.7.2.1 Tenter (Unitech)	22
3.7.3 Proceso de Compactado	23
3.7.3.1 Compactadora Lafer	24
3.7.3.2 Brushing	25
IV. METODOLOGIA	27
4.1 Variables de investigación	27
4.1.1 Variables independientes	27
4.1.2 Variables dependientes	27
4.2 Enfoque y métodos	27
4.3 Técnicas e instrumentos aplicados	28
4.4 Cronograma de Actividades	29

V.	ANÁLISIS Y RESULTADO	30
5.1	Sistema Eléctrico	31
5.2	Sistema Mecánico	32
5.3	Sistema de Lubricación	33
5.3.1	Calculo de cantidad para re-lubricación de rodamientos	33
5.3.2	Calculo para tiempo de re-lubricación de rodamientos	34
5.4	Check list	35
5.5	Creación de Repuesto	36
VI.	CONCLUSIONES	37
VII.	RECOMENDACIONES	38
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	39
IX.	ANEXOS	41

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Metodología proceso RCM	5
Ilustración 2. Estructura arbórea en una planta industrial	7
Ilustración 3. Análisis criticidad de fallo. Fallo Crítico	10
Ilustración 4. Análisis de criticidad de fallo. Fallo Importante	10
Ilustración 5. Diagrama de flujo basado en la recomendación del fabricante.	13
Ilustración 6. Diagrama de flujo basado en análisis de fallo	14
Ilustración 7. Maquina Secadora (Tenter)	22
Ilustración 8. Máquina de secada (DOYOU)	23
Ilustración 9. Maquina Brushing (Mario Crosta)	26
Ilustración 10. Rodos Contrapelos Mario Crosta.	42
Ilustración 11. Montaje de Secadora Tenter.	42
Ilustración 12. Máquina Brushing LAFER.....	43
Ilustración 13. Secadora Doyou	43
Ilustración 14. Check list Termofijadora	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de tareas de mantenimiento	12
Tabla 2. Grado de viscosidad de aceite	19
Tabla 3. Factor de velocidad	20
Tabla 4. Tabla para parámetros de funcionamiento de rodamiento	20
Tabla 5. Selección básica de grasas	21
Tabla 6. Descripción de grasa por temperatura	21
Tabla 7. Especificaciones técnicas compactadora lafer	24
Tabla 8. Especificaciones técnicas	25
Tabla 9. Lista de actividades	29
Tabla 10. RCM Sistema Eléctrico (DOYOU)	30
Tabla 11. RCM Sistema Mecánico	31
Tabla 12. RCM Sistema de Lubricación	33
Tabla 13. Check list Mensual	35
Tabla 14. Creación de Repuesto	36
Tabla 15. Rango de operación con condiciones.	41

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para re-lubricación de rodamientos	33
Ecuación 2. Fórmula para factor de condición	34
Ecuación 3. Fórmula para tiempo re-lubricación	34

GLOSARIO

Acabado textil: Es cualquier proceso realizado sobre una fibra, un hilo, una tela o una prenda con el fin de modificar algunas de sus características.

Check list: Hoja de verificación, lista de chequeo, lista de requisitos o, simplemente, lista se presentan como alternativas válidas.

Fallo: Decisión que toma un tribunal, un jurado u otra autoridad.

Lubricación: Sustancia que tiene como misión minorar el rozamiento entre dos superficies.

Inspección: Es la acción y efecto de inspeccionar (examinar, investigar, revisar). Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista.

Mantenimiento: Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.

Plan: Idea del modo de llevar a cabo una acción.

Secado: Acción que consiste en eliminar totalmente el líquido o humedad contenido en una cosa.

Textil: La palabra "textil" remite a todo aquello que esté relacionado con hilados, tejidos, telas, y la industria de la indumentaria.

Viscosidad: Consistencia espesa y pegajosa de una cosa.

I. INTRODUCCIÓN

Gildan es una empresa de alto prestigio con distintas plantas alrededor del mundo y su central se encuentra en Canadá. Gildan Rio Nance es un parque adelante de Choloma conformado de textilera y calcetinera específicamente. Actualmente la conforman 6 plantas y RN6, Sulatex Textiles la nueva planta, con nueva tecnología es donde el proyecto se llevará a cabo en el área de mantenimiento de acabado. Según (García, 2009), "Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento". En el área de acabado hay ciertas maquinas empezando por las teñidoras, la slitting, tenter, compactado y por el ultimo brushing.

En la actualidad tener un buen plan de mantenimiento es de mayor importancia para las empresas ya que con esta actividad se garantiza que los equipos funcionen de manera correcta, evitando pérdidas de producción y paros largos de las máquinas. Tener un programa de mantenimientos es una ganancia para las compañías, esta tarea de manteamientos ayuda a las compañías a tener una eficiencia de producción alta y mejorar la calidad de las máquinas.

El mantenimiento da mejora de las condiciones funcionales de los equipos alcanzar una seguridad más segura de las maquinarias y por lo tanto en la disminución de los riesgos laborales, también un funcionamiento óptimo de la maquinaria en una disminución de los niveles de ruido que lo contribuye a un mejor ambiente de trabajo.

Por lo tanto, el equipo de planing de mantenimiento de la planta GILDAN SULATEX RIO NANCE utiliza el plan de Manteamiento para todos los equipos nuevo instalado en la planta tener un plan para tener la más alta confiabilidad de las máquinas y evitando paros largos de producción

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Antecedentes

En la planta de GILDAN SULATEX RIO NANCE se cuenta con un plan mantenimiento por cada máquina de cada área de proceso, este plan no inspecciona muy bien todos los componentes que requiere inspección y calibración por cada máquinas causando falla más frecuente que generar deficiencia de producción.

2.2 Definición del Problema

GILDAN Sulatex es una nueva empresa con máquinas de última tecnología en el proceso textil. En el área de acabado que es la penúltima fase del proceso textil se están generando paros de maquina por falta mantenimiento y costos altos de reparación. Estos factores de tiempo muerto generan gran deficiencia en el área de producción y pérdidas de dinero para la empresa. Este problema se da porque no hay manual de la máquina que ayude a prevenir problemas, y un seguimiento de las fallas más comunes que se dan en la máquina.

2.3 Preguntas de Investigación

¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando? ¿Qué se puede hacerse para predecir o prevenir la falla? ¿Qué otros partes se pueden considerar críticos y con posibilidad de fallo?

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Implementar puntos de revisión al plan de mantenimiento de la planta GILDAN SULATEX, para prevenir paros extensos y tener una mayor disponibilidad de la máquina.

2.4.2 Objetivos específicos

- Crear un plan de mantenimiento para las nuevas maquinarias modernas en el área de acabado.

- Determinar una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de las máquinas.
- Analizar todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrollar mecanismos para evitarlos, encontrar mecanismos que se podrían dañar más seguidos.

2.5 Justificación

Crear plan de mantenimiento de las nuevas máquinas aplicando el programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en el área acabado inspeccionando las áreas de la maquinas en la que se divide en: Sistema Eléctrico, Sistema Mecánico, Lubricación.

Un plan de mantenimiento se realiza con la finalidad de encontrar y corregir los problemas menores, antes de que estos provoquen fallas. Este tipo de mantenimiento se define como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por los usuarios y operadores para así poder asegurar el correcto funcionamiento de los equipos. (Milan, 2012)

Con este análisis se pretende evitar que se presenten problemas de paros extensos de las máquinas, costosas reparaciones y seguridad para el empleado que la opera la máquina, que es el enfoque de la empresa.

III. MARCO TEORICO

Definición del RCM

“Es un 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” (Moubray J. , 2004)

3.1 ORIGEN RCM

Esta técnica, fue desarrollada en la industria de la aviación durante los años 60's y 70's, documentada detalladamente en 1978 por los Ing. Howard Heap y Stanley Nowlan de United Airlines para el departamento de defensa de EUA.

- La primera versión del RCM conocida fue: MSG-1, se le atribuye haber reducido la cantidad de horas hombre de mantenimiento a los aviones Boeing 747 en un 85% en comparación con el modelo 707, a pesar de ser un avión mucho más espacioso que su antecesor.
- Al mismo tiempo la cantidad de accidentes aéreos se redujeron dramática mente (60 vs <2 por 1,000,000 de despegues) luego de la implantación del RCM.

3.2 PREGUNTAS BASICAS DEL PROCESO RCM

Según la norma SAE JA 1011 las 7 preguntas básicas del proceso RCM son:

1. ¿Cuál es la función?, Lo que el usuario desea que la máquina haga.
2. ¿Cuál es la falla funcional?, Razones por las que deja de hacer lo que el usuario desea que haga.
3. ¿Cuál es el modo de falla?, Que pudo causar la falla funcional.

4. ¿Cuál es el efecto de la falla?, ¿Que ocurre cuando la falla se produce?
5. ¿Cuál es la consecuencia de la falla?, Razones por las que importa que falle.
6. ¿Qué se puede hacer para evitar o minimizar la consecuencia de la falla?
7. ¿Qué se hace si no se encuentra ninguna tarea para evitar o minimizar la consecuencia de la falla?

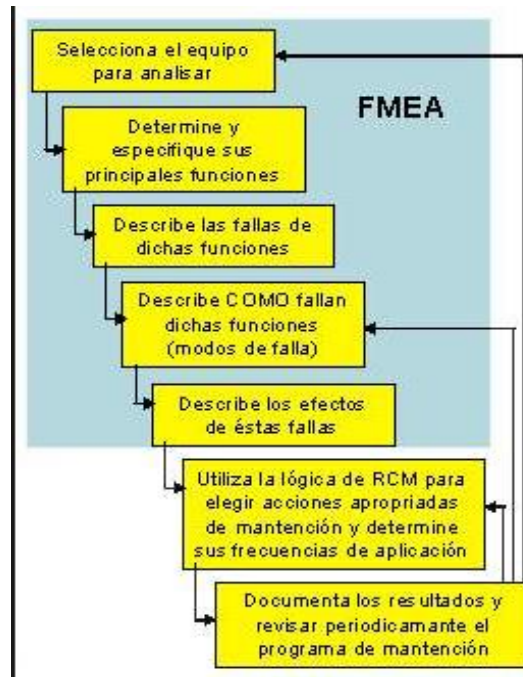


Ilustración 1. Metodología proceso RCM

Fuente: (Maita, 2010)

Contexto Operacional del MCC (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)

Se debe tomar en cuenta los factores que influyen sobre el mantenimiento de ello, tales como:

- 1.- Factores climáticos (cambios excesivos o constantes)
- 2.- Normas y Reglamentaciones especiales (específicas y legales)
- 3.- Tipo de proceso (continuo 24hs / por lotes, etc.)

- 4.- Redundancia (o formas alternativas de producción)
- 5.- Estándares de Calidad. - (dan específicas condiciones a la operación.)
- 6.- Estándares Medio Ambientales (impacto en el medio ambiente)
- 7.- Riesgos a la Seguridad (razones de cuidados)
- 8.- Límites de uso (elementos mecánicos, eléctricos, hidráulicos, neumáticos, electrónicos, etc.) (Barrientos, 2011).

3.3 Metodología Proceso RCM

La metodología en la que se basa RCM supone ir completando una serie de fases para cada uno de los sistemas que componen la máquina.

Fase 0: Codificación y listado de todos los subsistemas. Equipos y elementos que componen el sistema que se está estudiando. Recopilación de esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.

Fase 1: Estudio detallado del funcionamiento del sistema. Listado de funciones del sistema en su conjunto. Listado de funciones de cada subsistema y de cada equipo significativo integrado en cada subsistema.

Fase 2: Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos

Fase 3: Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.

Fase 4: Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos críticos, importantes o tolerables en función de esas consecuencias.

Fase 5: Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos.

Fase 6: Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías. Elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación y procedimientos de operación y de mantenimiento.

Fase 7: Puesta en marcha de las medidas preventivas

3.3.1 Fase 0: listado y codificación de equipos

El primer problema que se plantea al intentar realizar un análisis de fallos según la metodología del RCM es elaborar una lista ordenada de los equipos que hay en ella. Realizar un inventario de los activos de la planta es algo más complejo de lo que pueda parecer en un primer momento.

Una simple lista de todos los motores, bombas, sensores, etc. En una planta industrial podemos distinguir los siguientes niveles, a la hora de elaborar esta estructura arbórea:

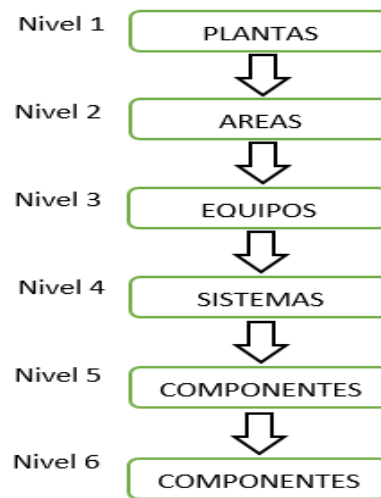


Ilustración 2. Estructura arbórea en una planta industrial

Fuente: (Garrido, Organización y gestión del mantenimiento de instalaciones, 2003)

Una empresa puede tener una o varias plantas de producción, cada una de las cuales puede estar dividida en diferentes zonas o áreas funcionales. Estas áreas pueden tener en común la similitud de sus equipos, una línea de producto determinada o una función. Cada una de estas áreas estará formada por un conjunto de equipos, iguales o diferentes, que tienen una entidad propia. Cada equipo, a su vez, está dividido en una serie de sistemas funcionales, que se ocupan de una misión dentro de él. Los sistemas a su vez se descomponen en elementos (el motor de una bomba de lubricación será un elemento). Los componentes son partes más pequeñas de los elementos, y son las partes que habitualmente se sustituyen en una reparación.

3.3.2 Fase 1: listado de funciones y sus especificaciones

Completar esta fase significa detallar todas las funciones que tiene el sistema que se está estudiando, cuantificando cuando sea posible como se lleva a cabo esa función (especificación a alcanzar por el sistema).

Por ejemplo, si analizamos una caldera, su función es producir vapor en unas condiciones de presión, temperatura y composición determinadas, y con un caudal dentro de un rango concreto. Si no se alcanzan los valores correctos, entenderemos que el sistema no está cumpliendo su función, no está funcionando correctamente, y diremos que tiene un "fallo"

Tendremos, pues, tres listados de funciones:

- Las funciones del sistema en su conjunto
 - Las funciones de cada uno de los subsistemas que lo componen
 - Las funciones de cada uno de los equipos significativos de cada subsistema
- accidentes.

3.3.3 Fase 2: determinación de fallos funcionales y fallos técnicos

Un fallo es la incapacidad de un ítem para cumplir alguna de sus funciones. Por ello decíamos en el apartado anterior que si realizamos correctamente el listado de funciones, es muy fácil determinar los fallos: tendremos un posible fallo por cada función que tenga el ítem (sistema, subsistema o equipo) y no se cumpla. Puede ser conveniente hacer una distinción entre fallos funcionales y fallos técnicos. Definiremos como fallo funcional aquel fallo que impide al sistema en su conjunto cumplir su función principal.

3.3.4 Fase 3: determinación de los modos de fallos

Una vez determinados todos los fallos que pueden presentar un sistema, un subsistema o uno de los equipos significativos que lo componen, deben estudiarse los modos de fallo. Podríamos definir "modo de fallo" como la causa primaria de un fallo, o como las circunstancias que acompañan un fallo concreto.

Cada fallo, funcional o técnico, puede presentar, como vemos, múltiples modos de fallo. Cada modo de fallo puede tener a su vez múltiples causas, y estas a su vez otras causas, hasta llegar a lo que se denomina "causas raíces".

Fallo A: El motor no gira

Modos de fallo:

- Bobinado roto o quemado
- Terminal de conexión del cable eléctrico de alimentación defectuoso
- Fallo de alimentación del motor (no recibe corriente eléctrica)
- Eje bloqueado por rodamientos dañados

3.3.5 Fase 4: estudio de las consecuencias de los fallos. Criticidad

El siguiente paso es determinar los efectos de cada modo de fallo y, una vez determinados, clasificarlos según la gravedad de las consecuencias.

La primera pregunta a responder en cada modo de fallo es, pues: ¿qué pasa si ocurre? Una sencilla explicación lo que sucederá será suficiente. A partir de esta explicación, estaremos en condiciones de valorar sus consecuencias para la seguridad y el medio ambiente, para la producción y para el mantenimiento.

Consideraremos tres posibles casos: que el fallo sea crítico, que el fallo sea importante o que sea tolerable.

En resumen, para que un fallo sea crítico, debe cumplir alguna de estas condiciones:

- Que pueda ocasionar un accidente que afecte a la seguridad o al medioambiente, y que existan ciertas posibilidades de que ocurra
- Que suponga una parada de planta o afecte al rendimiento o a la capacidad de producción
- Que la reparación del fallo más los fallos que provoque este (fallos secundarios) sea superior a cierta cantidad.

CRÍTICO

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE FALLOS			
SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE	PRODUCCIÓN	MANTENIMIENTO	
Accidente grave probable	Supone parada o afecta a potencia o rendimiento	Alto coste de reparación (>10.000 Eur)	
Accidente grave, pero muy poco probable	Afecta a potencia y/o rendimiento, pero el fallo es poco probable	Coste medio de reparación (1.000-10.000 Eur)	
Poca influencia en seguridad y medioambiente	No afecta a la producción	Bajo coste de reparación (<1.000 Eur)	

Ilustración 3. Análisis criticidad de fallo. Fallo Crítico

Fuente: (Garrido, Organización y gestión del mantenimiento de instalaciones, 2003)

Para que un fallo sea *importante*:

- No debe cumplir ninguna de las condiciones que lo hagan crítico
- Debe cumplir alguna de estas condiciones:
- Que pueda ocasionar un accidente grave, aunque la probabilidad sea baja
- Que pueda suponer una parada de planta, o afecte a la capacidad de producción y/o Rendimiento, pero que probabilidad de que ocurra sea baja
- Que el coste de reparación sea medio

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE FALLOS			
SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE	PRODUCCIÓN	MANTENIMIENTO	
Accidente grave probable	Supone parada o afecta a potencia o rendimiento	Alto coste de reparación (>10.000 Eur)	
Accidente grave, pero muy poco probable	Afecta a potencia y/o rendimiento, pero el fallo es poco probable	Coste medio de reparación (1.000-10.000 Eur)	
Poca influencia en seguridad y medioambiente	No afecta a la producción	Bajo coste de reparación (<1.000 Eur)	

IMPORTANTE

Ilustración 4. Análisis de criticidad de fallo. Fallo Importante

Fuente: (Garrido, Organización y gestión del mantenimiento de instalaciones, 2003)

3.3.6 Fase 5: determinación de las medidas preventivas

Determinados los modos de fallo del sistema que se analiza y clasificados estos modos de fallo según su criticidad, el siguiente paso es determinar las medidas preventivas que permiten bien evitar el fallo bien minimizar sus efectos. Desde luego, este es el punto fundamental de un estudio RCM.

Las medidas preventivas que se pueden tomar son de cinco tipos: tareas de mantenimiento, mejoras, formación del personal, modificación de instrucciones de operación y modificación de instrucciones de mantenimiento. Es aquí donde se ve la enorme potencia del análisis de fallos: no sólo se obtiene un conjunto de tareas de mantenimiento que evitarán estos fallos, sino que además se obtendrán todo un conjunto de otras medidas, como un listado de modificaciones, un plan de formación, una lista de procedimientos de operación necesarios.

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Son los trabajos que podemos realizar para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos. Las tareas de mantenimiento pueden, a su vez, ser de los siguientes tipos:

3.3.6.1 Tipo 1: Inspecciones visuales. Veíamos que las inspecciones visuales siempre son rentables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales suponen un coste muy bajo, por lo que parece interesante echar un vistazo a todos los equipos de la planta en alguna ocasión.

3.3.6.2 Tipo 2: Lubricación. Igual que en el caso anterior, las tareas de lubricación, por su bajo coste, siempre son rentables.

3.3.6.3 Tipo 3: Verificaciones del correcto funcionamiento realizados con instrumentos propios del equipo (verificaciones on-line). Este tipo de tareas consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo.

3.3.6.4 Tipo 4: Tareas condicionales. Se realizan dependiendo del estado en que se encuentre el equipo. No es necesario realizarlas si el equipo no da síntomas de encontrarse en mal estado.

3.3.6.5 Tipo 5: Tareas sistemáticas, realizadas cada cierta hora de funcionamiento, o cada cierto tiempo, sin importar como se encuentre el equipo. Estas tareas pueden ser:

- Limpiezas
- Ajustes
- Sustitución de piezas

3.3.7 Tipo 7: Grandes revisiones

También llamados Mantenimiento Cero Horas, Overhaul o Hard Time, que tienen como objetivo dejar el equipo como si tuviera cero horas de funcionamiento. La siguiente tabla trata de aclarar qué tipos de tareas de mantenimiento podemos aplicar dependiendo de la criticidad del fallo determinado en el punto anterior.

Tabla 1. Tipos de tareas de mantenimiento

<i>TIPOS DE TAREAS DE MANTENIMIENTO</i>	<i>Tipos de fallo a los que puede aplicarse</i>
1. Inspecciones visuales	Todos los fallos
2. Tareas de lubricación	Todos los fallos
3. Verificaciones ON-LINE	Todos los fallos
4. Verificaciones OFF-LINE: ⇒ Verificaciones sencillas - Mediciones de temperatura - Mediciones de vibración (con vibrómetro) - Mediciones de consumo de corriente - Etc... ⇒ Verificaciones con instrumentos complejos - Análisis de vibraciones (con analizador) - Termografías - Detección de fugas por ultrasonidos - Análisis de la curva de arranque de motores - Comprobaciones de alineación por láser - Etc...	Fallos importantes y críticos
5. Tareas Condicionales (según los resultados de las verificaciones anteriores): ⇒ Limpiezas según condición ⇒ Ajustes según condición ⇒ Sustitución de piezas según su estado	Fallos importantes y críticos
6. Tareas sistemáticas (haya o no haya síntomas de fallo): ⇒ Limpiezas sistemáticas ⇒ Ajustes sistemáticos ⇒ Sustitución sistemática de piezas de desgaste	Sólo fallos críticos
7. Mantenimiento Cero Horas (sustitución de todos los elementos sometidos a desgaste)	Sólo fallos críticos

Fuente: (Garrido, Organización y gestión del mantenimiento de instalaciones, 2003)

3.4 Diferencias entre un plan de mantenimiento inicial y uno obtenido mediante RCM

Segun (Garrido, Organizacion y gestion del mantenimiento de instalaciones, 2003) el plan de mantenimiento inicial está basado en las recomendaciones de los fabricantes, más aportaciones puntuales de tareas propuestas por los responsables de mantenimiento en base a su experiencia, completadas con las exigencias legales de mantenimiento de determinados equipos:



Ilustración 5. Diagrama de flujo basado en la recomendación del fabricante.

Fuente: (Garrido, Organizacion y gestion del mantenimiento de instalaciones, 2003)

El Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM va más allá. Tras el estudio de fallos, no sólo obtenemos un plan de mantenimiento que trata de evitar los fallos potenciales y previsibles, sino que además aporta información valiosa para elaborar o modificar el plan de formación, el manual de operación y el manual de mantenimiento:



Ilustración 6. Diagrama de flujo basado en análisis de fallo

Fuente: (Garrido, Organización y gestión del mantenimiento de instalaciones, 2003)

3.5 MANTENIMIENTO

Según (Garrido) Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

El operario realiza pequeñas tareas de mantenimiento de su puesto (reglaje, inspección, situación pequeñas cosas). Las tareas de mantenimiento se realizan por todo el personal en pequeños grupos, con una dirección motivadora" (Belen, 2003)

3.5.1 Objetivos del Mantenimiento

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- Cumplir un valor determinado de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.

3.5.2 Tipos de Mantenimiento

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento haré time o cero horas.

- Mantenimiento en uso.

3.5.2.1 Mantenimiento Correctivo

Según (Iribarren, 2010) el 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.

Ventajas

- No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis.
- Máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos.

Inconvenientes

- Las averías se presentan de forma imprevista lo que origina trastornos a la producción.
- Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir, lo que implica la necesidad de un "stock" de repuestos importante.
- Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar.

Aplicaciones

- Cuando el coste total de las paradas ocasionadas sea menor que el coste total de las acciones preventivas.
- Esto sólo se da en sistemas secundarios cuya avería no afectan de forma importante a la producción.
- Estadísticamente resulta ser el aplicado en mayor proporción en la mayoría de las industrias.

3.5.2.2 Mantenimiento preventivo.

Según (fomento) el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.

Ventajas

- Importante reducción de paradas imprevistas en equipos.
- Solo es adecuado cuando, por la naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida.

Inconvenientes

- No se aprovecha la vida útil completa del equipo.
- Aumenta el gasto y disminuye la disponibilidad si no se elige convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas.

Aplicaciones

- Equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro
- Equipos cuya relación fallo-duración de vida es bien conocida.

3.5.2.3 Mantenimiento predictivo

Según (Rosaler, 2002) el mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Ventajas

- Determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo.
- Ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones.
- Mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos.

Inconvenientes

- Requiere personal mejor formado e instrumentación de análisis costosa.
- No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia.
- Se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.

Aplicaciones

- Maquinaria rotativa
- Motores eléctricos
- Equipos estáticos
- Aparamenta eléctrica
- Instrumentación

3.5.2.4 Mantenimiento cero horas

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. (Nieves, 2011)

3.5.2.5 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 tan solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).

3.6 Lubricación

La lubricación consiste en la introducción de una capa intermedia de un material ajeno entre las superficies en movimiento. Estos materiales intermedios se denominan lubricantes y su función es disminuir la fricción y el desgaste. (Granizo, 2010)

Los lubricantes son materiales puestos en medio de partes en movimiento con el propósito de brindar enfriamiento (transferencia de calor), reducir la fricción, limpiar los componentes, sellar el espacio entre los componentes, aislar contaminantes y mejorar la eficiencia de operación.

3.6.1 Tipo de Lubricación

El tipo de lubricación que cada sistema necesita se basa en la relación de los componentes en movimiento. Hay tres tipos básicos de lubricación:

3.6.1.1 Lubricación limítrofe o límite

Ocurre a baja velocidad relativa entre los componentes y cuando no hay una capa completa de lubricante cubriendo las piezas, hay contacto físico entre las superficies y hay desgaste.

3.6.1.2 Lubricación hidrodinámica

En algún momento de velocidad crítica la lubricación limítrofe desaparece y da lugar a la lubricación hidrodinámica esto sucede cuando las superficies están completamente cubiertas con una película de lubricante.

La propiedad que más afecta lubricación hidrodinámicas es la viscosidad, la viscosidad debe ser lo suficientemente alta para brindar lubricación (limítrofe) durante el arranque del motor con el mínimo de desgaste.

3.6.1.3 Lubricación mezclada

Es exactamente eso una mezcla inestable de lubricación limítrofe e hidrodinámica.

En otras situaciones cuando el esfuerzo y la velocidad de los componentes varían ampliamente durante el uso (durante manejo en montaña o en tráfico, por ejemplo) la temperatura puede hacer que el lubricante se quemara más rápido y que así la

lubricación hidrodinámica sea difícil de adquirir (ya que el lubricante ha perdido el beneficio de ciertos aditivos que se quemaron) provocando más desgaste.

3.6.2 Funciones de los lubricantes

Los lubricantes no solamente disminuyen el rozamiento entre los materiales, sino que también desempeñan otras importantes misiones para asegurar un correcto funcionamiento de la maquinaria.

3.6.2.1 Lubricar:

Minimiza el desgaste de los componentes se reduce el ruido se aprovecha mejor la transmisión de fuerza ahorrando energía y combustible.

3.6.2.2 Ahorrar energía:

Evitando que se pierda en rozamientos inútiles que se oponen al movimiento y generan calor.

3.6.2.3 Refrigeración:

El aceite contribuye a mantener el equilibrio térmico de la máquina, disipando calor que se produce en la misma como consecuencia de frotamientos.

3.6.2.4 Anticorrosivo y anti desgaste:

El lubricante tiene propiedades anticorrosivas y reductoras de fricción y el desgaste natural.

3.6.3 Selección de lubricantes

Antes de elegir un lubricante tenemos que determinar los siguientes parámetros

3.6.3.1 Viscosidad del aceite base

Tabla 2. Grado de viscosidad de aceite

Grado de viscosidad	Viscosidad cinemática a 40 °C		
	media	mín	máx
-	mm ² /s		
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48
ISO VG 10	10	9,00	11,0
ISO VG 15	15	13,5	16,5
ISO VG 22	22	19,8	24,2
ISO VG 32	32	28,8	35,2
ISO VG 46	46	41,4	50,6
ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 100	100	90,0	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1.000	1 000	900	1 100
ISO VG 1.500	1 500	1 350	1 650

Fuente: (C.B.M GILDAN)

3.6.3.2 Factor de Velocidad

Tabla 3. Factor de velocidad

Tipos de grasas	Viscosidad de aceite base a aprox. 40 °C/104 °F (mm ² /s)	Factor de velocidad $n \cdot d_m$
Mineral/litio/MoS ₂	1 000 hasta 1 500	50 000
Mineral/complejo de litio	400 hasta 500	300 000
Mineral/complejo de litio	150 hasta 200	400 000
Ester/políurea	70 hasta 100	700 000
Ester/complejo de litio	15 hasta 30	1 600 000
Ester/políurea	15 hasta 30	2 000 000

Fuente: (C.B.M GILDAN)

Tabla 4. Tabla para parámetros de funcionamiento de rodamiento

Parámetros de funcionamiento del rodamiento			Carga		
Temperatura			Carga		
B	= baja	<50 °C (120 °F)	MA	= muy alta	C/P <2
M	= media	50 a 100 °C (120 a 230 °F)	A	= alta	C/P -4
A	= alta	>100 °C (210 °F)	M	= media	C/P -8
EA	= extremadamente alta	>150 °C (300 °F)	B	= baja	C/P ≥15
			C/P = relación de carga C = carga dinámica básica, kN P = carga dinámica equivalente, kN		
Velocidad		para rodamientos de bolas	para rodamientos de rodillos		
			SRB/TRB/CARB	CRB	
EA	= extremadamente alta	$n d_m$ por encima de 700 000	A	= alta	$n d_m$ por encima de 210 000 $n d_m$ por encima de 270 000
MA	= muy alta	$n d_m$ hasta 700 000	M	= media	$n d_m$ hasta 210 000 $n d_m$ hasta 270 000
A	= alta	$n d_m$ hasta 500 000	B	= baja	$n d_m$ hasta 75 000 $n d_m$ hasta 75 000
M	= media	$n d_m$ hasta 300 000	MB	= muy baja	$n d_m$ por debajo de 30 000 $n d_m$ por debajo de 30 000
B	= baja	$n d_m$ por debajo de 100 000	$n d_m$ = velocidad de giro, r. p. m. x 0,5 (D+d), mm		

Fuente: (SKF, 2018)

Tabla 5. Selección básica de grasas

Selección básica de grasas		
Utilizar generalmente sí:		
Velocidad = M, Temperatura = M y Carga = M	LGMT 2	Uso general
A menos que:		
Rodamientos con temperatura prevista constante >100 °C	LGHP 2	Temperatura alta
Rodamientos con temperatura prevista constante >150 °C, exige resistencia a la radiación	LGET 2	Temperatura extremadamente alta
Baja temperatura ambiente -50 °C, temperatura prevista del rodamiento <50 °C	LGLT 2	Temperatura baja
Cargas de choque, grandes cargas, encendido/apagado frecuente	LGEP 2	Grandes cargas
Industria de alimentación	LGFP 2	Compatible con alimentos
Biodegradable, para aplicaciones que exigen baja toxicidad	LGGB 2	Biodegradable

Fuente: (SKF, 2018)

Tabla 6. Descripción de grasa por temperatura

Grasa	Descripción	Ejemplos de aplicaciones	Rango de temperatura ¹⁾		Temp.	Velocidad
			LTL	HTPL		
LGMT 2	Uso general industrial y automoción	Rodamientos de ruedas de automóviles Cintas transportadoras y ventiladores Motores eléctricos pequeños	-30 °C (-20 °F)	120 °C (250 °F)	M	M
LGMT 3	Uso general industrial y automoción	Rodamientos con d>100 mm Aplicaciones con eje vertical o giro del aro exterior Rodamientos de ruedas de automóviles, camiones y remolques	-30 °C (-20 °F)	120 °C (250 °F)	M	M
LGEP 2	Presión extrema	Sección de conformado y prensado en máquinas papeleras Rodamientos de cilindros de trabajo en industria siderúrgica Maquinaria pesada, cribas vibratorias	-20 °C (-5 °F)	110 °C (230 °F)	M	B a M
LGWA 2	Amplia gama de temperaturas ⁴⁾ , presión extrema	Rodamientos de ruedas de automóviles, remolques y camiones Lavadoras Motores eléctricos	-30 °C (-20 °F)	140 °C (285 °F)	M a A	B a M
LGGB 2	Biodegradable, baja toxicidad ³⁾	Equipos agrícolas y forestales Equipos de construcción y movimiento de tierra Tratamiento de agua e irrigación	-40 °C (-40 °F)	90 °C (195 °F)	B a M	B a M
LGFP 2	Compatible con alimentos	Equipos de procesamiento de alimentos Máquinas embaladoras Máquinas embotelladoras	-20 °C (-5 °F)	110 °C (230 °F)	M	M
LGFM 2	Compatible con alimentos Grandes cargas	Prensas granuladoras Trituradoras Mezcladoras	-40 °C (-40 °F)	140 °C (285 °F)	B a A	MB a M
LGED 2	Alta temperatura Ambiente hostil	Equipos de panadería/horno de ladrillos Industria del vidrio Bombas de vacío	-30 °C (-20 °F)	240 °C (464 °F)	MA	B a M
LGBB 2	Para rodamientos de orientación y de palas de turbinas eólicas	Rodamientos oscilantes de orientación y de palas de turbinas eólicas	-40 °C (-40 °F)	120 °C (250 °F)	B a M	MB
LGLT 2	Temperatura baja, velocidad extremadamente alta	Husillos de máquinas herramienta y textiles Motores eléctricos pequeños y robots Cilindros de impresión	-50 °C (-60 °F)	110 °C (230 °F)	B a M	M a EA
LGWM 1	Presión extrema, temperatura baja	Eje principal de turbinas eólicas Sistemas de lubricación centralizada Aplicaciones de rodamientos axiales de rodillos a rótula	-30 °C (-20 °F)	110 °C (230 °F)	B a M	B a M
LGWM 2	Grandes cargas, amplia gama de temperaturas	Eje principal de turbinas eólicas Aplicaciones pesadas todoterreno o navales Aplicaciones expuestas a la nieve	-40 °C (-40 °F)	110 °C (230 °F)	B a M	B a M
LGEM 2	Viscosidad alta con lubricantes sólidos	Trituradoras de mandíbulas Maquinaria de construcción Maquinaria vibratoria	-20 °C (-5 °F)	120 °C (250 °F)	M	MB

Fuente: (SKF, 2018)

3.7 Proceso de Acabado

Es un proceso químico/mecánico aplicado a un material textil (tela) para impartir propiedades físicas y estéticas deseables tales como:

- Suavidad
- Resistencia al encogimiento
- Buena apariencia
- Medida y peso

3.7.1 Proceso Exprimido

Es el proceso por medio del cual le removemos el exceso de humedad que trae la tela del proceso de teñido y a su vez le agregamos el porcentaje requerido suavizante.

3.7.2 Proceso de Secado

El proceso de secado tiene por objeto eliminar el excedente de agua y alcanzar el contenido de humedad natural de la fibra. Un secado excesivo puede afectar negativamente a la apariencia y el tacto de la tela.

3.7.2.1 Tenter (Unitech)

Es un proceso de acabado de la lana que se utiliza para estabilizar la tela de lana. La tela se mete en agua caliente, después en agua fría y después se hace pasar entre rodillos. Ésta es la lana lavada, que posibilita la confección de prendas que van a soportar lavados domésticos. Es otra de las operaciones finales, consistente en enderezar y, a la vez, secar las telas mediante tensión y temperatura. Si la tela se introduce torcida en la rama, al sacarse quedará desviada de hilo. (Brosch)



Ilustración 7. Maquina Secadora (Tenter)

Fuente: Propia



Ilustración 8. Máquina de secada (DOYOU)

Fuente: Propia

3.7.3 Proceso de Compactado

Es el área donde se realiza el acabado final a la tela para luego ingresar a la calidad para hacer diversas pruebas.

El objetivo del compactado es forzar a la fibra en la tela para que se acomode más cerca una de la otra.

Compactado significa unir a lo largo y abrir a lo ancho de manera controlada para obtener el peso y CPI's requeridos y de esta forma poder asegurar los encogimientos en la prenda.

El vapor en la zona de compactación ayuda a lubricar las fibras, suavizar y relajar la tela para facilitar el compactado a su vez ayudar a remover las arrugas.

Es la penúltima área del proceso industrial dentro de la fábrica textil, dentro de esta área podemos encontrar maquinaria de última tecnología, están son las maquinas. (GILDAN RN6, 2018)

3.7.3.1 Compactadora Lafer

Las líneas de compactación Lafer modelo KSA son el resultado de una consolidada experiencia en la realización de maquinaria para el acabado textil. La máquina se ha realizado con tecnología de última generación utilizando materiales y componentes de calidad elevada para poder exaltar el aspecto y la calidad de acabado de los tejidos, de forma tal de satisfacer a los clientes más exigentes. La conducción de la máquina es muy simple y es controlada por dispositivos electrónicos. La máquina ha sido diseñada para la compactación de los tejidos de punto. La máquina puede tratar todos los artículos (jersey, felpa, interlock, etc) y todas las fibras (algodón-poliéster, algodón-lycra, etc). (LAFER, 2018)



Ilustración 9. Máquina de Compactado (Lafer)

Fuente propia

Tabla 7. Especificaciones técnicas compactadora lafer

Tipo	KSA
Matrícula	10KS04804
Altura Cilindro	2600
Año	2018
Presion de aire requerido	6-7 Bar
Presion de vapor requerido	5-6 Bar
Velocidad maquina	5÷50 m/min

Fuente: (LAFER, 2018)

3.7.3.2 Brushing

El pelo de algunos tejidos está formado por una capa de extremos fibrosos sobre la superficie de la tela que, mediante el cepillado mecánico, se separan del tejido lanoso. Les proporcionaban una acción suave. Estas una vez separadas formaban una pelusa que cambiaba el aspecto y la textura del tejido. En el resto de las telas se utilizan rodillos cubiertos por una tela pesada en la cual se incrusta alambre; se llaman rodillos de percha. (LAFER, 2018)



Ilustración 10. Maquina Brushing (Lafer)

Fuente propia

Tabla 8. Especificaciones técnicas

Tipo	MC
Matricula	MC20
Año	2017
Voltaje	480 VAC

Fuente: (LAFER, 2018)



Ilustración 9. Maquina Brushing (Mario Crosta)

Fuente: Propia

IV. METODOLOGIA

4.1 Variables de investigación

De acuerdo con (Universidad Andres Bello, 2007) "Las variables se pueden definir como todo aquello que vamos a medir, controlar, y estudiar en una investigación o estudio. Por lo tanto, es importante, antes de iniciar una investigación, que sepamos cuáles son las variables que vamos a medir y La manera en que lo haremos. Es decir, las variables deben ser susceptibles de medición"

4.1.1 Variables independientes

Estudio de la base de mantenimiento y aplicación del método Mantenimiento Centrado en la confiabilidad (RCM) y aplicación de lubricantes

4.1.2 Variables dependientes

Reducción de tiempo de paros, aumento eficiencia de producción y disminuir costos de mantenimiento.

4.2 Enfoque y métodos

El enfoque se basa en métodos de recolección de los datos no estandarizados. No se efectúa una medición numérica, por tanto, el análisis no es estadístico. La recolección de los datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes. (Hernandez, 2010)

Durante el transcurso de proyecto se aplicó el programa de mantenimiento más moderno y cálculo de cantidad y tiempo para re-lubricación en los rodamientos, El mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) a las nuevas máquinas automatizadas para obtener el mejor rendimiento de ellas y tener menos paro de producción

Es un camino para llegar a un resultado mediante la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos. (Juan Lopera, 2010)

Método Analítico:

Utilizamos el RCM para obtener los componentes más críticos que podrían fallar dentro un tiempo lo cual se llegó hacer un análisis profundo del equipo lo cual se dividía en Sistema Eléctricos, Sistema Mecánico y Lubricación

Enfoque Cualitativo:

Una vez que hemos hecho el levantamiento del RCM a cada máquina, revisamos el manual de mantenimiento con el supervisor de los técnicos, establecemos la frecuencia, periodo a cada componente de la maquina según la experiencia del supervisor las sugerencias de los manuales de la maquina o compañía

4.3 Técnicas e instrumentos aplicados

Las técnicas aplicadas para extraer la información necesaria para realizar el levantamiento de mantenimiento fueron las siguientes:

- Observación
- Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad.
- Inspecciones
- Manuales de la máquina.

A medidas que se fue desarrollando el levantamiento de mantenimiento se agregaron más componente y se realizó un estudio por cada componente y subsistema que también fueron agregado al manual, se hizo un estudio de las fallas más comunes dándole a ese componente una frecuencia más constante.

4.4 Cronograma de Actividades

Tabla 9. Lista de actividades

Actividades	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inducción y creación de programa de RCM Maquina (DOYOU)	■									
Levantamiento de Repuesto (DOYOU)		■								
Crear programa de RCM Maquina (DOYOU)		■	■							
Creación de programa RCM y levantamiento de repuesto (Brushing)			■							
Mejoramiento de tabla de base de datos de mantenimiento (teñido y acabado)				■						
Inventario de motores de todas las maquinas					■					
Creación de programa RCM y levantamiento de repuesto (ColorService)						■	■			
Creación de calendario de mantenimiento							■			
Mejoramiento de tabla de base de datos de mantenimiento (Corte)								■		
Creación de programa RCM y levantamiento de repuesto (Plegadora, Marco Inspección)									■	
Creación de catalogo de repuesto y supervisar montaje de maquina										■

Fuente: propia.

V. ANALISIS Y RESULTADO

Mejoras al plan de mantenimiento del área de acabado

Se planteó a realizar una mejorar al plan de mantenimiento del área de acabado definiendo las causas de la falla por cada componente, se implementaron nuevas rutinas dentro del mantenimiento. También realizamos cálculos para la re-lubricación del sistema de lubricación

Tabla 10. RCM Sistema Eléctrico (DOYOU)

Sistema	Subsistema	Componente	Causa de Falla	L2Code	Descripción de Tarea	Frecuencia	Periodo	Quien Realiza	Run/ Stop	Tiempo Minutos
Sistema Eléctrico	Panel Principal	Dispositivos de potencia (480 VAC)	Vibración	IV	Verificar apriete en puntos de conexión en los dispositivos de potencia de 480 VAC se encuentre correctamente presionados.	1	M	E	S	
		Dispositivos de potencia (480 VAC)	Suciedad	Li	Realizar limpieza en los dispositivos de potencia 480 VAC utilizando un limpiador en aerosol de contactos eléctricos.	1	M	E	S	
		Dispositivos de control (+24 VDC)	Vibración	IV	Verificar apriete en puntos de conexión en los dispositivos de control (+24 VDC) se encuentre correctamente presionados.	1	M	E	S	
		Dispositivos de control (+24 VDC)	Suciedad	Li	Realizar limpieza en los dispositivos de control (+24 VDC) utilizando un limpiador en aerosol de contactos eléctricos.	1	M	E	S	
		Ventilador de enfriamiento	Suciedad	Li	Realice la limpieza de ambas ventiladoras de enfriamiento y sus respectivos filtros para eliminar el exceso de tamo	1	M	E	S	
	Panel entrada tela	Dispositivos de potencia (480 VAC)	Vibración	IV	Verificar apriete en puntos de conexión en los dispositivos de potencia de 480 VAC se encuentre correctamente presionados.	1	M	E	S	
		Dispositivos de potencia (480 VAC)	Suciedad	Li	Realizar limpieza en los dispositivos de potencia 480 VAC utilizando un limpiador en aerosol de contactos eléctricos.	1	M	E	S	
	2 Panel Eléctrico	Dispositivos de potencia (480 VAC)	Vibración	IV	Verificar apriete en puntos de conexión en los dispositivos de potencia de 480 VAC se encuentre correctamente presionados.	1	M	E	S	
		Dispositivos de potencia (480 VAC)	Suciedad	Li	Realizar limpieza en los dispositivos de potencia 480 VAC utilizando un limpiador en aerosol de contactos eléctricos.	1	M	E	S	

Fuente: Propia

5.1 Sistema Eléctrico

Al momento de realizar el manual de mantenimiento se creó una nueva columna causa de la falla lo cual definimos en los siguientes aspectos: Vibración, suciedad, sobrecarga, humedad. En la vibración podemos encontrar los problemas de apriete en las conexiones del componente, la suciedad encontrar una acumulación de polvo, tamo, etc., en sobrecarga que el motor este trabajando forzado por culpa de rodamiento mal estado, o acople de una caja reductora. En humedad las máquinas están en contacto con vapor, agua, entonces hacemos una medición de bobina con el instrumento megger para saber si el embobinado está en buen estado.

Tabla 11. RCM Sistema Mecánico

Sistema	Subsistema	Componente	Causa de Falla	L2/Co de	Descripción de Tarea	Frecuencia	Periodo	Quien Realiza	Run/ Stop	Tiempo Minutos
Sistema Mecánico	Armario Motores Derecho	Motor rodos contrapelo	Desgaste	IV	Verifique que los 4 bandas de transmisión no presenten ningún desgaste o tensión inadecuada realizando movimientos radiales y axiales, si encuentra alguna anomalía realizar el cambio de componente.	6	M	M	S	
			Desajuste	IV	Verifique que los prisioneros de los 3 sprocket cadena de giro de tambor se encuentre correctamente presionados..	6	M	M	R	
			Desgaste	IV	Verifique que la bandas de transmisión no presenten ningún desgaste o tensión inadecuada realizando movimientos radiales y axiales, si encuentra alguna anomalía realizar el cambio de componente.	6	M	M	S	
			Desgaste	IV	Verifique que los rodamientos y cuna de las 2 chumaceras del rodos no presente ningún tipo de desajuste realizando movimientos radiales y axiales, si encuentra alguna anomalía corregir	6	M	M	S	
			Vibración	IV	Verifique que los tornillos de fijación del motor se encuentre correctamente presionados y se encuentren bien sujetos en sus puntos de apoyo.	3	M	M	S	
		Motor Tambor inferior	Vibración	IV	Verifique que los tornillos de fijación del motor se encuentre correctamente presionados y se encuentren bien sujetos en sus puntos de apoyo.	3	M	M	S	
			Desgaste	IV	Verifique que los rodamientos y cuna de las 2 chumaceras del rodos no presente ningún tipo de desajuste realizando movimientos radiales y axiales, si encuentra alguna anomalía corregir	6	M	M	S	
			Desgaste	IV	Verifique que el acople del motor se encuentre correctamente presionados..	6	M	M	S	
		Piston Neumatico inclinacion de tela (2)	Fuga	IV	Verifique que no exista fuga de aire en los conectores de las mangueras de alimentación de aire de los 2 pistones en el sistema de inclinacion de tela parte de atrás de la maquina.	6	M	M	S	
			Desgaste	IV	Verifique que el nivel de torque de los tornillos de sujeción de los 2 piston y del embolo móvil se encuentre correctamente presionados.	6	M	M	S	

Fuente: Propia

5.2 Sistema Mecánico

En Sistema Mecánico tenemos las siguientes causas de falla: Desgaste, Desajuste, Vibración, Fuga, Calibración e Inspección.

En desgaste podemos encontrar las bandas de transmisión puede tener desgaste por la fricción que se obtiene a ejercer la fuerza.

Desajuste podríamos encontrar algún rodo se halla desplazado a un lado por motivo de apriete del tornillo de chumacera o rodamientos.

Vibración tenemos que los motores generan una pequeña vibración que podría a aflojar el tornillo de sujeción del motor

Fuga: En los pistones neumático en la uniones o acoples podemos encontrar desgaste que provocaría fuga por las tuberías, también en las cajas reductora en los sellos mecánicos podría estar daño encontrar fuga de aceite.

Calibración: Hay sensores que ocupa mucha precisión para su sistema funcione correctamente.

Inspección: Encontramos que los soportes de motor podemos encontrar que la soldadura se está quebrando, también los acoples de motor con bomba, que el hule tenga desgaste provoquen el quiebre del acople.

Tabla 12. RCM Sistema de Lubricación

Sistema	Subsistema	Componente	Causa de Falla	L2/Co de	Descripción de Tarea	Frecuencia	Periodo	Quien Realiza	Run/ Stop	Tiempo Minutos
Lubricacion	Armario de Motores Derecho	Engranajes Rodos tensor (2)	Lubricación	L	Realizar lubricación de las 2 engranajes de los rodos 2 gramos de grasa Petamo.	1	M	M	S	
		Cadena de Transmision rodos tensor (2)	Lubricación	L	Realizar lubricación de las 2 cadenas de transmision con grasa Petamo.	1	M	M	S	
	Atrás	Rodos arrastre (2)	Lubricación	L	Realizar lubricación de las 4 chumaceras de los rodos con 2 gramos de grasa Petamo.	1	M	M	S	
		Rodos arraste superior (2)	Lubricación	L	Realizar lubricación de las 4 chumaceras de los rodos con 2 gramos de grasa Petamo.	1	M	M	S	
	Plegadora	Rodo amarillo Plegadora	Lubricación	L	Realizar lubricación de las 4 chumaceras de rodo plegadora con 2 gramos de grasa Petamo.	1	M	M	S	
		Rodo plegadora (3)	Lubricación	L	Realizar lubricación de las 4 chumaceras de los 2 rodos inmedio con 2 gramos de grasa Petamo.	1	M	M	S	

5.3 Sistema de Lubricación

En lubricación solo tenemos la falla de falta de lubricación, para saber cuánto gramo de grasa tenemos que aplicar para una chumacera, hacemos un estudio a lo que está sujeto el rodamiento, como temperatura, velocidad, si hay contacto con el agua, etc., Luego buscamos que tipo de grasa podemos aplicar a la componente según el estudio que realizamos.

5.3.1 Calculo de cantidad para re-lubricación de rodamientos

$$Gq = 0.005 \times B \times D \text{ (g)}$$

B= Diametro exterior del rodamiento en mm

D= Ancho del rodamiento en mm.

Ecuación 1. Fórmula para re-lubricación de rodamientos

Fuente: Mantenimiento C.B.M. Gildan

5.3.2 Calculo para tiempo de re-lubricación de rodamientos

$$K=(F_t \times F_C \times F_m \times F_v \times F_p \times F_d)$$

F_t= Factor de Temperatura

F_c+ Factor de Contaminacion

F_m= Factor de Humedad.

F_v= Factor de Vibracion

F_p= Factor de Posicion

F_d= Factor de diseño.

Ecuación 2. Fórmula para factor de condición

Fuente: Mantenimiento C.B.M. Gildan

$$T = \frac{K \times (14000000 - 4 \times d)}{n(\sqrt{d})} \text{ (Hrs)}$$

T=Tiempo para la re lubircacion

N= Revoluciones por minutos

D= Diametro interior del rodamiento.

K= Factor de condición

Ecuación 3. Fórmula para tiempo re-lubricación

Fuente: Mantenimiento C.B.M. Gildan

Tabla 13. Check list Mensual

Instrucción: En caso de no realizar la rutina reportar la anomalía en el área de REPORTE en la Orden de Trabajo. Cual observacion por favor especificuella, ajuste y cambio marcarlo.

No. Semana: _____ Hora de inicio: _____ No. Máquina: _____

Tecnico: _____ Hora de final: _____ Fecha: _____

No	Sistema	Sub sistema	Componente	Descripción de Tarea	Run/ Stop	Ajuste	Cambio	Inspección
1	Sistema Eléctrico	Unidad de Enfriamiento	Aire acondicionado	Realice la limpieza de la ventiladora de enfriamiento y sus respectivos filtros para eliminar el exceso de tamo	S			
2	Sistema Mecánico	Armario de Motor	Motor rodos contrapelo	Realizar limpieza de la ventiladora y la carcasa del motor eléctrico.	S			
3			Motor rodos contrapelo superior	Realizar limpieza de la ventiladora y la guarda en el motor eléctrico.	S			
4			Motor Tambor inferior	Realizar limpieza de la ventiladora y la carcasa del motor eléctrico.	S			
5			Motor Tambor superior	Realice limpieza de los cilindros enderezadores de trama, de ser necesario retire toda suciedad de hilo o tamo encontrado	S			
			Piston Neumatico Tensor de banda (4)	Verifique que no exista fuga de aire en los conectores de las mangueras de alimentación de aire de los 4 pistones en el sistema de tension de la banda arriba y abajo.	S			
6	LUBRICACIÓN	Plegado	Cadena de Transmision rodos tensor (2)	Realizar lubricación de las 2 cadenas de transmision con grasa multiuso.	S			
			Rodo plegadora (3)	Realizar lubricación de las 4 chumaceras de los 2 rodos inmedio con 2 gramos de grasa Petamo.	S			






OBSERVACION _____

Fuente: Propia.

5.4 Check list

Realizamos check list por cada frecuencia del manual de mantenimiento centrado en la confiabilidad. El mecánico realizaría esta tarea a las maquinas el con un check list aplicaría en la columna ya sea de ajuste, cambio o inspección si el mecánico encuentra algo que no está en el check list el escribe en la observación la opinión de él, o algún ajuste que podríamos realizar al check list.

Tabla 14. Creación de Repuesto

Solicitud de creacion de articulos en el sistema						
Foto	SKU	Descripción	Nombre del Equipo / Modelo de la Máquina	Número de SKU / Fabricante	Nombre del Proveedor Sugerido	Frecuencia: Mensual= 1 Trimestral = 2 Anual=3
	SPS8VK-C06024	Fuente de voltaje de 230 VAC, salida 24V, 2.5A Marca:Omron Modelo:S8VK-C06024	Mario Crosta/MC20	S8VK-C06024	Mario Crosta	2
	SPS8VK-G01505	Fuente de voltaje de 230 VAC, salida 5V, 3A Marca:Omron Modelo:S8VK-G01505	Mario Crosta/MC20	S8VK-G01505	Mario Crosta	2
	SPH3DS-AL	Timer 24-230 VAC-VDC Marca: Omron Modelo: H3DS-AL	Mario Crosta/MC20	H3DS-AL	Mario Crosta	2
	SPH3DS-ML	Timer 24-230 VAC-VDC Marca: Omron Modelo: H3DS-ML	Mario Crosta/MC20	H3DS-ML	Mario Crosta	2
	SPAM200011	Transformador Trifásico de 400VA Entrada: 230-400-440 volt salida: 230-400-440VAC Marca: Linear Modelo: AM200011	Mario Crosta/MC20	AM200011	Mario Crosta	2

Fuente: Propia.

5.5 Creación de Repuesto

Realizamos la creación del repuesto de la maquina por cada componente eléctrico y mecánico, de cada componente tomamos la marca, modelo, característica que tenga el componente. En la columna SKU si el manual de la maquina tiene un manual de partes se aplica el código que tiene el manual así es más fácil pedicelo a la compañía de la máquina, si un caso no tiene se pone el modelo del componente.

VI. CONCLUSIONES

“Se le llama también síntesis y no es más que la interpretación final de todos los datos con los cuales se cierra la investigación iniciada. Sintetizar es recomponer lo que el análisis ha separado, integrar todas las conclusiones y análisis parciales en un conjunto coherente que cobra sentido pleno...” (Sabino, 2011)

- Se realizó un plan mantenimiento Centrado en la confiabilidad (RCM) a las nuevas máquinas de acabado, realizando prueba de plan.
- Se realizó un calendario de mantenimiento para las máquinas de acabado, hablando con producción que tal día la máquina estaría parada evitando pérdidas de producción.
- Se realizó análisis a cada sistema eléctrico, mecánico y lubricación donde se encontró mecanismos que se dañarían mas rápidos, solicitando a bodega los repuestos necesarios para cambio de componente en el momento requerido.

VII. RECOMENDACIONES

Para la empresa:

- Capacitar los técnicos eléctricos y mecánico para que entienda el uso importante de mantenimiento y el orden de cómo aplicarlo.
- Aumento personal para el grupo de los mantenimientos programados

Para la universidad:

- Aplicación de una nueva clase que imparta conceptos de mantenimiento, concepto de lubricación y aplicación de Mantenimiento centrado en la confiabilidad.
- Talleres o capacitaciones para la carrera de ingeniería mecatrónica de seguridad industrial.
- Disponer de nuevos equipos de medición en los laboratorios.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Belen, M. (2003). *Mantenimiento Industrial*. Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/tecnologia-de-maquinas/material-de-clase-1/MANTENIMIENTO.pdf>
- Brosch, X. (s.f.). *Acabados textiles III*. Milan: Gremi de tintores.
- C.B.M GILDAN, G. A. (s.f.). *LUBRICACION*. Choloma.
- Fomento, C. v. (s.f.). Norma covenin 3049-93. En *Mantenimiento*. FONDONORMA.
- Garrido, S. G. (2003). *Organizacion y gestion del mantenimiento de instalaciones*. Madrid: Diaz de Santo.
- Garrido, S. G. (2009). Ingeniería en Mantenimiento. En S. G. Garrido, *Manual practico para gestion eficaz del mantenimiento* (pág. 38). RENOVETEC.
- GILDAN RN6, G. (2018). *Maquinaria de Acabado*. Rio Nance.
- Granizo, J. (2010). *La Tribologia y sus aplicaciones en la industria*. Ciencia UNEMI.
- Hernandez, R. (2010). *Metodologia de Investigacion*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Iribarren, L. S. (2010). *IMPLANTACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO TPM EN*. Pamplona: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS.
- Juan Lopera, C. A. (2010). *EL MÉTODO ANALÍTICO COMO MÉTODO NATURAL*. Obtenido de <https://webs.ucm.es/info/nomadas/25/juandiegolopera.pdf>
- LAFER. (2018). *Manual uso y Mantenimiento*. LAFER.
- Maita, V. (Noviembre de 2010). *Blogspot*. Obtenido de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad: <http://grupomaquinamortal.blogspot.com/2010/11/mantenimiento-centrado-en-la.html>

- Milan. (2012). *Mantenimiento preventivo*. Obtenido de <http://colegiomantenimientombm.blogspot.com/2012/11/arazones-y-justificacion-del-plan-de.html>
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*. Madrid: Biddles.
- Moubray, J. (s.f.). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*. *SOPORTE & CIA*.
- Nieves, A. A. (2011). *Gestión del mantenimiento de instalaciones de energía eólica*. Vertice.
- Rosaler, R. C. (2002). *Manual del Ingeniero de Planta*. Mac-Graw-Hill/Interamericana de Editores, S.A. de C.V.
- Sabino. (29 de Junio de 2011). *Tesis de investigacion*. Obtenido de <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/las-conclusiones.html>
- SKF. (2018). *Selecion de lubricantes SKF*. *Grupo SKF*.
- Universidad Andres Bello. (2007). <http://mey.cl/apuntes/variablesunab.pdf>.

IX. ANEXOS

Tabla 15. Rango de operación con condiciones.

Condición	Rango de operación	Rango
Temperatura Ft	Carcasa por debajo de 65°C	1.0
	65 a 80°C	0.3
	80 a 93°C	0.2
	Arriba de 93°C	0.1
Contaminación Fc	Ligero, polvo no abrasivo	1.0
	Severo, polvo no abrasivo	0.7
	Ligero, polvo abrasivo	0.4
	Severo, polvo abrasivo	0.2
Humedad Fm	Humedad por debajo del 80%	1.0
	Humedad entre 80 y 90%	0.7
	Condensación ocasional	0.4
	Agua ocasionalmente en la carcasa	0.1
Vibración Fv	Velocidad pico menor a 5mm/s	1.0
	5 a 10mm/s	0.5
	arriba de 10mm/s	0.3
Posición Fp	Horizontal	1.0
	45 grados	0.5
	Vertical	0.3
Diseño del Rodamiento Fd	Rodamiento de bolar	10.0
	Rodamientos cilíndricos y agujas	5.0
	Rodamientos , cónicos y esféricos	1.0

Fuente: (C.B.M GILDAN)

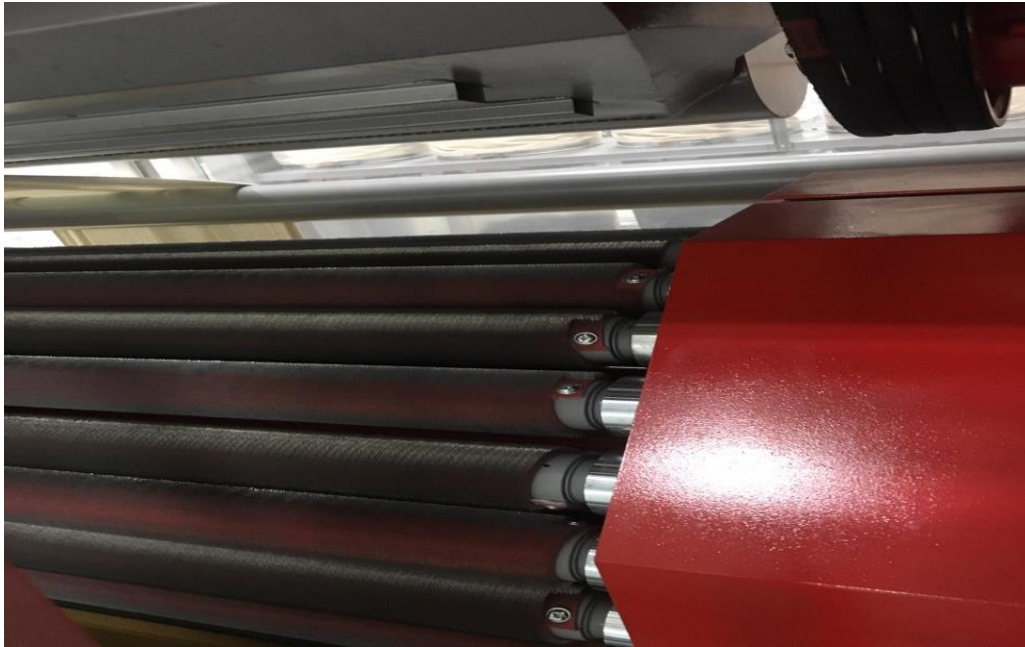


Ilustración 10. Rodos Contrapelos Mario Crosta.

Fuente: Propia.



Ilustración 11. Montaje de Secadora Tenter.

Fuente: Propia.



Ilustración 12. Máquina Brushing LAFER

Fuente: Propia.



Ilustración 13. Secadora Doyou

Fuente: Propia.

GILDAN

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINAS TERMOFIJADORA

Maquina # _____ Fecha: _____ Mecanico: _____

Rutina de Inspección diaria

Instrucción: En caso de no realizar la rutina reportar la anomalía en el área de REPORTE en la Orden de Trabajo

No	Sub sistema	Componente	Descripción de Tarea	Run/ Stop	Inspección	Ajuste	Cambio
1	Cuchilla	Cuchilla	Verificar que la cuchilla no se encuentren residuos de tamo y tramos de tela acumulado.	R			
2	Lubricacion automatica	Recipiente de aceite	Verificar el nivel maximo de aceite del lubricador automatico.	R			
3	Lubricacion automatica	Brocha	Verificación de limpieza de brocha del sistema de lubricación de la cuchilla.	R			
4	Sistema de succion.	Manguera	Verificar que no exista fuga del sistema de succion.	R			
5	Sistema de succion.	Filtro	Realizar limpieza del filtro del sistema de succion del quemador y los electrodos.	R			
6	Sistema de A/C	Panel Electrico	Realizar limpieza del filtro del sistema de A/C	R			

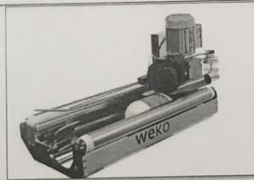


Imagen 6.1

Observaciones: _____

Supervisor de mantenimiento

Supervisor de producción

Turno

Ilustración 14. Check list Termofijadora

Fuente: Propia.