



Universidad  
Nacional de  
Ingeniería

Facultad de Tecnología de la Industria

# **Plan de mantenimiento preventivo para la empresa Nicaragua Spinning Mills**

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Industrial

## **Elaborado por:**

Br. Josué Aaron  
García Torrez  
Carnet: 2017-1141U

Br. Osner Alexander  
Meza Fonseca  
Carnet: 2017-0377U

Br. Bryan Josué  
Soza Hernández  
Carnet: 2017-0076I

## **Tutor:**

Ing. Griselda Lisseth Pérez Rodríguez

25 de Marzo de 2023  
Managua, Nicaragua

## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	2
Objetivo General .....	2
Objetivos Específicos .....	2
MARCO TEÓRICO .....	3
Mantenimiento .....	3
Finalidades del mantenimiento .....	3
Planificación .....	3
Programación .....	4
Ejecución .....	4
Control .....	4
Plan de mantenimiento .....	4
Tipos de mantenimiento .....	5
Manual de mantenimiento .....	8
Documentos .....	8
Roles y perfiles de capacitación .....	9
Gerente de mantenimiento .....	9
Supervisor o mando medio .....	10
Personal operativo o mano de obra directa de mantenimiento .....	10
Costo .....	10
Costo global del mantenimiento .....	11
Importancia de costos de mantenimiento .....	13
Beneficio .....	13
Costo-beneficio .....	13
Hilatura .....	14
Proceso de hilatura .....	14
Fases del proceso de transformación del algodón .....	15
Maquinaria del área de apertura y limpieza .....	16
Blendomat .....	16
Condensadores .....	17
Mezcladora MX-U .....	17
Limpiadora CL-C4 .....	17

Desempolvador DUSTEX .....	17
DISEÑO METODOLÓGICO .....	18
DESARROLLO.....	19
Historial de Averías .....	20
Disponibilidad de equipos .....	22
Costos de mantenimiento .....	23
Costos de paro de producción .....	23
Datos de proceso de producción .....	25
Costos de Horas Extras Trabajadas .....	26
Costo de mano de obra directa de mantenimiento .....	27
Costos de reparación.....	28
Plan de Mantenimiento Preventivo Propuesto .....	33
Plan de Mantenimiento Preventivo.....	33
Plan Anual de Actividades de Mantenimiento Preventivo .....	42
Presupuesto semestral para mantenimiento preventivo .....	45
Lista de Correas. ....	45
Lista de Rodamientos .....	45
Lista de Lubricantes.....	46
Lista de Repuestos Eléctricos.....	47
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES .....	52
BIBLIOGRAFÍA .....	53

## **INTRODUCCIÓN**

La empresa Nicaragua Spinning Mills cuenta con el uso de mantenimiento correctivo para el área de apertura y limpieza, en este aspecto la empresa se ve perjudicada por los altos costos que ocasiona el paro de producción que lo han generado las fallas en la maquinaria del área anteriormente mencionada. Al analizar el proceso de producción del hilado se puede inferir que en esta área es donde radica mayormente el aseguramiento de un algodón de calidad, con el mayor grado de pureza posible, es decir, eliminar “nebs” que es el término para referirse a virutas o imperfecciones en el algodón.

Habiendo mencionado con brevedad la situación actual de la empresa, se considera de gran importancia la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo el cual traería un ahorro sustancial en el mantenimiento de esta área, el alargamiento de la vida útil así también el aumento de la productividad.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Proponer un plan de mantenimiento preventivo en la maquinaria de apertura y limpieza en la empresa Nicaragua Spinning Mills.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar las actividades de mantenimiento a realizar en cada maquinaria del área de apertura y limpieza.
- Elaborar un manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo del área apertura y limpieza.
- Analizar la relación costo-beneficio de la propuesta de mantenimiento preventivo con respecto al tipo de mantenimiento actual.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Mantenimiento**

(Prando, 1996) Comprende todas aquellas actividades necesarias para mantener los equipos e instalaciones en una condición particular o volverlos a dicha condición.

### **Finalidades del mantenimiento**

Conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de Producción.

### **Planificación**

(Villanueva, 2007) afirma que

Se conoce como planificación o estrategia a las acciones realizadas en cualquier momento para obtener resultados futuros. Todo lo enfocado hacia resultados futuros y que ocupan nuestro tiempo actual es una función estratégica o planificación. Estas actividades son propias de la dirección de la empresa y se relacionan con el proceso administrativo donde su herramienta más importante es la planificación.

La planificación es sumamente importante en toda actividad a realizar para lograr un objetivo. Mediante la implementación de este tipo de estrategias podemos visualizar a manera de proyección los posibles escenarios que se pueden presentar en un proceso y tomar la mejor decisión acorde al evento que se suscite.

Es por tal razón que toda empresa debe de contar con un plan ante posibles emergencias que de alguna manera afecten el estado normal del proceso de trabajo establecido.

## **Programación**

El proceso de programar se inicia cuando se asocia a cada acción de mantenimiento una escala de tiempo y de utilización de recursos. El programa establece los tiempos esperados de inicio y terminación de la acción y se formula asignando recursos hasta el límite de disponibilidad, de acuerdo a las necesidades de la planificación previa.

## **Ejecución**

El concepto de ejecución vincula dos acciones administrativas de singular importancia como lo son: la dirección y la coordinación de los esfuerzos del grupo de realizadores de las actividades generadas en los procesos de planificación y programación, y que garantizan el logro de los objetivos propuestos.

## **Control**

Es la comprobación de que las personas, instalaciones, sistemas y equipos están actuando y operando sin desviaciones con relación a la normal o parámetro determinado, y si existe corregirlas tomando las acciones necesarias para ello.

## **Plan de mantenimiento**

El plan de mantenimiento, es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los equipos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con el objetivo de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, definiendo así las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.

Un plan de mantenimiento nos ayudará por tanto a resolver inconvenientes o averías comunes que suelen presentarse en todo proceso productivo, a través del uso de herramientas como la observación, información recopilada (historial de fallas o averías) e información obtenida del fabricante (dossier de la máquina).

La aplicación de un plan de mantenimiento es en síntesis un estricto control del uso que se dará a los recursos de que dispone una empresa.

## **Tipos de mantenimiento**

### **Mantenimiento Correctivo**

(Villanueva, 2007) afirma que

Consiste en reparar la avería una vez que se ha producido. Por lo general, cuando se realiza este mantenimiento el proceso de fabricación está parado, por tanto, la producción disminuye y los costes aumentan.

Es muy impredecible conocer el tiempo de reparación, así como el gasto que deriva de la avería ya que se presenta de forma imprevista originando trastornos en la línea de trabajo.

Su ámbito de aplicación por tanto corresponde a activos con bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen gran problema temporal ni económico. Suele ser rentable en equipos puntuales donde otras técnicas de mantenimiento resultan más costosas.

Este tipo de mantenimiento es el que suele usarse más en las empresas cuyos paros imprevistos no representan un elevado costo de reparación de equipos y no afectan directamente la producción, se clasifica en dos tipos:

#### **Inmediato**

Es el que se realiza inmediatamente de percibir la avería y defecto, con los medios disponibles, destinados a ese fin.



## **Diferido**

Al producirse la avería o defecto, se produce un paro de la instalación o equipamiento del que se trate, para posteriormente afrontar la reparación, solicitando los medios para ese fin.

### **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 en 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 importantes.
- Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar.

## **Mantenimiento Preventivo**

(Prando, 1996) define como aquel que cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, es decir, reducir el número de intervenciones correctivas, realizando tareas de revisión periódicas y sustitución de componentes gastados. Es un tipo de mantenimiento exigente, pues requiere de una disciplina estricta de supervisión y elaboración de un plan preventivo a cumplir por personal especializado, se divide en dos tipos:

### **Directo o periódico**

Sus actividades están controladas por el tiempo y se basa en la confiabilidad de los equipos (MTTF) sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

## **Indirecto o por condición**

Se encarga de la detección de fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control de nivel de condición de los equipos; verifica muy cerca de la operación de cada máquina operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación.

## **Ventajas**

(Newbrough, 1974) menciona las principales ventajas de utilizar este mantenimiento:

- Menor tiempo perdido como resultado de menos paros de maquinaria por descomposturas.
- Mejor conservación y duración de las cosas, por no haber necesidad de reponer equipo antes de tiempo.
- Menos reparaciones en gran escala, pues son prevenidas mediante reparaciones oportunas y de rutina.
- Menos ocurrencia de productos rechazados, repeticiones y desperdicios, como producto de una mejor condición general del equipo.
- Mejores condiciones de seguridad.

## **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.

## **Manual de mantenimiento**

Es un documento indispensable para cualquier tipo y tamaño de industria. Refleja la filosofía, política, organización, procedimientos de trabajo y de control en esta área de la empresa.

(Prando, 1996) considera que un manual es importante debido a que:

Constituye el medio que facilita una acción planificada y eficiente de mantenimiento;

Es la manifestación a clientes, proveedores, autoridades competentes y al personal de la empresa del estado en que se encuentra actualmente este sistema;

Permite la formación de personal nuevo;

Induce el desarrollo de un ambiente de trabajo conducente a establecer una conducta responsable y participativa del personal y al cumplimiento de los deberes establecidos.

Todo manual de mantenimiento debe hacer referencia e indicación a los aspectos siguientes:

- Datos relativos a los equipos y su instalación
- Características de la maquinaria
- Problemas surgidos durante operación
- Repuestos de maquinaria
- Datos relativos a averías (clasificación, causas, consecuencias, efectos respecto al tiempo)

## **Documentos**

Información recopilada y organizada que detalla ficha de maquinaria, motores o instalaciones. Constituye la ficha de inventario, documento informativo básico y fundamental que resume las características originales de cada equipo y sus

respectivos datos operativos y componentes. Debe haber sin excepción los siguientes datos e información:

- Instalación de la que forma parte
- Ubicación exacta dentro de las instalaciones de la empresa
- Tipo de máquina
- Datos específicos como modelo, tipo, dimensiones, peso y parámetros operativos
- Planos de conjunto y de piezas con su ubicación en el archivo
- Fecha de Historial de cada máquina y/o equipo: Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina desde su puesta en servicio. Su explotación posterior es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido.

## **Roles y perfiles de capacitación**

### **Gerente de mantenimiento**

Es el responsable del cumplimiento de los objetivos de este sistema de la empresa.

Define las metas a alcanzar dentro de los objetivos y políticas previamente acordadas con la alta gerencia de la empresa y con su staff.

Establecer los procedimientos para encarar el mantenimiento y para la recopilación, procesamiento, divulgación de datos y formulación de los informes correspondientes.

Analizar los datos e informes y formular recomendaciones y/o modificaciones a los programas.

Definir los programas de entrenamiento y capacitación del personal.

Establecer procedimientos para la evaluación de la eficiencia del plan de mantenimiento.

Establecer presupuesto y costos de mantenimiento.

Establecer un registro y análisis de fallas de los equipos e instalaciones y desarrollar y/o ajustar procedimientos para su control o eliminación efectivas.

Actualizar periódicamente manual de mantenimiento.

Definir y administrar los recursos físicos y humanos para cumplir satisfactoriamente con los objetivos y metas fijadas.

### **Supervisor o mando medio**

Es el enlace natural entre la gerencia y los trabajadores encargados de realizar las labores directas de mantenimiento asignadas, operación a los servicios a la producción, etc. Debe contar con un conocimiento general de la tecnología de los procesos productivos y de los servicios a atender, así como conocer los conceptos básicos de limpieza, higiene y seguridad industriales.

Se requiere que sean líderes que cuenten con aptitudes para dirigir y motivar al personal a su cargo con la finalidad de la eficiente ejecución de las tareas

### **Personal operativo o mano de obra directa de mantenimiento**

Se requiere capacitación básica como mecánicos montadores, disposición de conocimiento de la tecnología de los procesos productivos cuyos equipos e instalaciones atienden, así como un buen ejercicio de las relaciones humanas y acatamiento exclusivo al área de mantenimiento.

### **Costo**

Son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento.

Los costos, en general, se pueden agrupar en dos categorías:

- Los costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento, como ser: costos administrativos, de mano de obra, de materiales, de repuestos, de subcontratación, de almacenamiento y costos de capital.

- Costos por pérdidas de producción a causa de las fallas de los equipos, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por fallas en la calidad producto al mal funcionamiento de los equipos.

### **Costo global del mantenimiento**

El costo global de mantenimiento es la suma de los siguientes costos:

#### **Costos Fijos**

La característica de este tipo de costos es que estos son independientes del volumen de producción o de ventas de la empresa, estos como su nombre lo dice son fijos, dentro de este tipo de costos podemos destacar la mano de obra directa, los alquileres, seguros, servicios, etc.

Los costos fijos en el mantenimiento están compuestos principalmente por la mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo, predictivo, hard time, así como todo gasto originado por el engrase de las máquinas o mantenimiento.

Desde el punto de vista del mantenimiento, estos costos son gastos que aseguran el mantenimiento en la empresa y la vida útil de la maquinaria a mediano y largo plazo. La disminución del presupuesto y recursos destinados a este gasto fijo limita la cantidad de inversiones programadas, y al principio representa un ahorro para la empresa que después se traduce en mayor incertidumbre y gastos mayores para mantener a la empresa en su nivel óptimo.

#### **Costos Variables**

Estos costos tienen la particularidad de ser proporcionales a la producción realizada. Podemos destacar dentro de estos a costos como mano de obra indirecta, materia prima, energía eléctrica, además de los costes variables que incluyen el mantenimiento.

Dentro de los costos variables de mantenimiento nos encontramos básicamente con el de la mano de obra y los materiales necesarios para el mantenimiento correctivo. El mantenimiento correctivo será consecuencia de las averías imprevistas en la maquinaria, como de las reparaciones programadas por otros tipos de mantenimiento a la maquinaria.

### **Costos Financieros**

Los costos financieros asociados al mantenimiento se deben tanto al valor de los repuestos de almacén como a las amortizaciones de las máquinas duplicadas para asegurar la producción. El costo que supone los recambios de un almacén para realizar reparaciones, es un desembolso para la empresa que limita su liquidez. Si los recambios son utilizados con cierta frecuencia nos encontraremos con un mal menor, dado a que esto es una inversión que hace la empresa para mantener la capacidad productiva de la instalación. Sin embargo, cuando los recambios tardan mucho tiempo en ser utilizados, estamos incurriendo en un gasto que, en principio, no genera ningún beneficio para la empresa.

### **Costos De Fallo**

El coste de fallo se refiere al coste o pérdida de beneficio que la empresa soporta por causas relacionadas directamente con el mantenimiento.

Los costos de mantenimiento de equipos, infraestructuras, herramientas, maquinaria, etc. representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario quien realiza esta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener un trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.

### **Costo de Intervención**

Incluye los gastos relacionados con la mantención preventiva y correctiva. No incluye gastos de inversión, ni aquellas relacionadas directamente con la producción: ajustes de parámetros de producción, limpieza.

### **Costo de Almacenamiento**

Representa los gastos incurridos en financiar y manejar el stock de piezas de recambio e insumos necesarios para la función mantención.

### **Importancia de costos de mantenimiento**

El manejo adecuado de los costos de mantenimiento puede ayudar a vislumbrar o entrever las barreras entre la competitividad y la ruina manteniendo equipos obsoletos o instalando equipos de última generación sin estar preparados para el reto de asimilar los nuevos conocimientos y procesos.

### **Beneficio**

Desde un punto de vista económico, un beneficio es la cantidad monetaria resultante de la diferencia entre ingresos y costes de una inversión, negocio o cualquier otra actividad económica-productiva. Cuando hablamos de beneficio estamos hablando de una magnitud económica. Una cantidad de dinero cuantificable.

### **Costo-beneficio**

El análisis de costo-beneficio es una estrategia basada en medir la relación entre el costo de producción de una unidad de bien o servicio y el beneficio que obtendrá la empresa por unidad a corto o largo plazo.

Es así como el análisis de relación costo-beneficio está constituido por distintos procesos que proporcionan las medidas de rentabilidad del proyecto. Esto se da a partir de la comparación de los costos previstos y los beneficios obtenidos al finalizar que permiten calcular el beneficio de una empresa. Así, el ratio de



rentabilidad del proyecto es mayor si el beneficio obtenido es mayor al menor coste posible. Esto sería una señal de que la inversión realizada es positiva. Incluso si la relación costo-beneficio es baja, significaría que los beneficios no compensan la inversión, lo que implica que se tomó una mala decisión.

## **Hilatura**

Es aquel proceso industrial que contiene operaciones más o menos complejas con fibras textiles ya sean de carácter natural o artificial, todo esto con la finalidad de obtener como producto terminado un nuevo cuerpo o forma textil fino, alargado, resistente y flexible conocido como hilo. Se denomina hilo al conjunto de fibras textiles, continuas o discontinuas, que se tuercen juntas alcanzando una gran longitud y que es directamente empleado para la fabricación de tejidos y para el cosido de estos. Si son fibras de filamento continuo se las denomina Hilo CONTINUO, y si se trata de fibras discontinuas formarán la denominada Hilaza.

## **Proceso de hilatura**

El proceso de hilatura en la actualidad depende principalmente de la longitud de la fibra, siendo divididos en dos tipos: hilatura de fibra corta(algodonero) e hilatura de fibra lana(lanero). Con la hilatura de fibra corta se puede obtener hilo cardado, hilo peinado o hilo open-end, en la hilatura de fibra larga se genera hilo de lana cardada, lana semi peinada y lana peinada. Cabe destacar que no solo se puede limitar al trabajo de algodón o lana, sino que se puede trabajar con fibras sintéticas y artificiales.

## **Fases del proceso de transformación del algodón**

### **Apertura y limpieza**

Esta es la primera labor que se debe realizar sobre las distintas fibras tras salir de los almacenes y entra al área conocida como hilandería. Acá se da el proceso de apertura de las balas o pacas de algodón que están destinadas a ser hiladas. Consiste también en la separación o disgregación de los componentes.

Luego de que las pacas han sido abiertas e inspeccionadas procede la limpieza de estas en la máquina llamada BLENDOMAT que inicia la tarea de limpieza y mezclado de las fibras.

### **Cardado**

La máquina denominada carda tiene como objetivo separar fibras individuales para paralelizar, así como eliminar impurezas para finalmente producir una capa de fibras uniforme hasta que cada fibra queda suelta que puede recuperar su forma más natural, pero sin perder proximidad de las fibras entre sí de forma que se mantiene el batido como masa de fibras. Después del cardado la materia prima está completamente limpia y en la forma física adecuada para pasar a la planta de hilatura y entrar en el proceso de hilado.

### **Estirado**

Provenientes de las cardas llega la mecha de fibra y se somete a una intervención de rodillos girando a mayores velocidades y se produce el efecto mecha es decir una mayor reducción de grosor y homogenización. Esto se realiza en las máquinas estiradoras la torsión es mejor ejecutada que en las cardas.

### **Mecheras**

Las mechas sufren de dos fases de torsión ya en la segunda fase se alimentan de varias cintas homogeneizadas previamente para dar el segundo ciclo de estiraje con la finalidad de obtener una sola cinta con mucha mayor uniformidad y que posteriormente será ubicada en pabilos mayores que son varillas en las

que mecha o hilo es enrollada. Pabilo es el nombre técnico para referirse a la varilla en el proceso de hilatura.

### **Continuas**

Las máquinas continuas son aquellas que utilizan el pabilo mayor que viene de las mecheras y transforma finalmente este en un pabilo menor donde se enrolla el hilo de distintos tipos o calibres. La máquina está programada para especificar el tipo de hilo requerido y en base a ello es calibrada su función mecánica para realizar el estirado.

Esto lo hace dándole más estiraje a la fibra y aplicándole torsión, obteniendo como resultado final la formación del hilo. Las continuas actuales cuentan con mudado automático de canilla además con mudado automático de bobinas o pabilos. Cuentan también con un cerebro electrónico que regula el número de torsiones que daremos al hilo En las súper-fabricas las continuas de anillos están conectadas directamente a las enconadoras o coneras haciendo que la productividad aumente.

### **Coneras**

La máquina conera lo que realiza es la unificación de los distintos pabilos finalizados en continua para enrollarlos en un cono de mayor tamaño hasta que se alcance un cono de peso programado por el sistema de esta maquinaria. Los pesos los especifica el cliente o al peso deseado que se quiera elaborar.

## **Maquinaria del área de apertura y limpieza**

### **Blendomat**

La Blendomat BO-A de Trützschler es una abridora automática de balas o pacas que se utiliza cuando el componente principal es algodón blanqueado o viscosa. Esta unidad tiene un diseño flexible y versátil, lo que la convierte en un dispositivo rentable para reducir los costos de mano de obra y el consumo de energía. Utilizada en empresas de hilatura.

## **Condensadores**

La máquina genera un volumen de aire de 4500 a 6000 mts cúbicos. Con la ayuda de la aspiración de un ventilador, el algodón es transmitido y condensado. Esto influye mucho en la producción para el transporte del algodón.

## **Mezcladora MX-U**

Es una mezcladora, la cual se llena desde arriba uno tras otro seis o diez silos y se vacían simultáneamente desde abajo, esto garantiza una máxima homogeneidad de la mezcla; trabaja con un circuito de aire cerrado, el aire de transporte insuflado se utiliza al mismo tiempo para llevar los copos hasta la máquina siguiente.

## **Limpiadora CL-C4**

También conocida como CLEAN-O-MAT CL-C4 está hecha a la medida de algodones con una suciedad entre media y alta, en líneas cortas y compactas. Se puede utilizar para casi todo tipo de algodones: una flexibilidad que aporta a la hilatura seguridad de las inversiones y de futuro.

## **Desempolvador DUSTEX**

Utilizada para obtener el desempolvado más eficaz, su funcionamiento consiste en aspirar de la limpiadora los copos y llevarlos a unas compuertas distribuidoras, en las que tendrán un choque contra la superficie de cribado generando un desempolvado eficaz.

## **DISEÑO METODOLÓGICO**

El siguiente estudio monográfico es de carácter explicativo dado que se comprenderá la situación actual del mantenimiento en la empresa Nicaragua Spinning Mills y se pretenderá ofrecer una mejor solución o alternativa de mantenimiento en la que se consiga o logre una mayor eficiencia en los equipos del área de apertura y limpieza para minimizar paros de producción por averías de estos.

Según el tiempo de ocurrencia es de carácter experimental, puesto que se obtuvo información actual de la realidad de la empresa en lo que corresponde a los mantenimientos que realizan. De corte transversal ya que se tomarán datos de carácter cuantitativos en un tiempo definido.

De enfoque mixto, ya que se hará uso de técnicas tales como recopilación de información de la empresa acerca de costos de repuestos y pérdidas de tiempo por fallas y se llevará a cabo la investigación correspondiente para darle una recomendación de mejoría mediante el plan de mantenimiento preventivo.

El método analítico o de análisis, que permitirá investigar, seleccionar y procesar la información bibliográfica consultada y confeccionar el marco teórico. Asimismo, para la examinación del método de trabajo con que se realiza el proceso de reparación y/o mantenimiento de las maquinarias, por ende, brindar soluciones o recomendaciones.

El método de síntesis, permitirá la redacción de conclusiones y recomendaciones.

El área o universo de estudio con la que se ha trabajado, se localiza en Ciudad Sandino, espacio semi rural aledaño a Santa Eduvigis, ubicado en el departamento de Managua. La población de estudio se delimita al área de apertura y limpieza de la empresa. La muestra serán sus respectivas maquinarias y personal de mantenimiento con el que cuenta dicha área previamente mencionada.

## **DESARROLLO**

Debido a datos facilitados por la empresa, la situación actual en Nicaragua spinning Mills S.A. Se hace uso de mantenimiento correctivo, esto quiere decir, que se le es dado el mantenimiento a las máquinas hasta cuando presentan alguna avería o desperfecto. Dicho esto, es de inferir que a un horizonte corto plazo genera paro del proceso de producción y a largo plazo puede ocasionar daños irreversibles a las máquinas de apertura y limpieza, se sabe que este tipo de mantenimiento posee muchas desventajas debido a que este requiere un mayor tiempo cuando la falla es grave, lo que implica mayor tiempo improductivo y un flujo de producción pausado, así como la pérdida monetaria y un mayor costo de operación.

La empresa ha brindado un historial de fallas en máquinas puntuales de apertura y limpieza el cual será presentado y detallado a través de una matriz de análisis y registro de fallas. Será de utilidad para especificar las actividades de mantenimiento correctivo que han realizado:

## Historial de Averías

Máquinas	Partes	Avería	Fallas Anuales	Reparaciones Anuales	Horas Trabajadas
Blendomat	Ventilador	Desbalance radial en el eje	2	2	186.3
	Bypass	Ninguna	-	-	
	Silo/Tolva	Ninguna	-	-	
	Abridora	fusible quemado por exceso de voltaje	1	1	
	Escalonadas	Ninguna	-	-	
	Condensador	Voltaje excesivo fallo en el guarda motor	1	1	
	Batidores diagonals	Ninguna	-	-	
	Batidor de púas	Ninguna	-	-	
	Estera vertical de púas	Desgaste de rodamiento	2	2	
	Bandas transportadoras	Desgaste por Friccion	2	2	
	Filtros	Obstruccion total de filtro	2	2	
	Mezclador	Ninguna	-	-	
	Cilindros alimentadores	Ninguna	-	-	

	TOTAL		10	10	
Clean-O-mat	Banda de alimentación	Desnivel de banda por fricción	2	2	96.1
	Rodillos de presión	Ninguna	-	-	
	Rodillos de alimentación	Atascamiento por falta de lubricación al rodamiento	2	2	
	Rodillos de púas completas	Desgaste de rodamiento	1	1	
	Rodillo grueso dentado de Sierra	Ninguna	-	-	
	Rodillo mediano dentado de Sierra	Desgaste de parte dentada del rodillo	2	2	
	TOTAL		7	7	



## Disponibilidad de equipos

Máquina	MTBF/(hrs/fallas)	Tasa de fallo	MTTR	Disponibilidad	Disponibilidad en %
Blendomat	751,2	0,1331%	18,63	0,9758	97,58%
CL-C4	1073,142857	0,0932%	13,72857143	0,9874	98,74%
<b>Disponibilidad global de apertura y limpieza</b>				<b>0,9816</b>	<b>98,16%</b>

Los parámetros de cálculo considerados para el cálculo de MTBF o tiempo medio entre fallas ha sido un total de horas anuales trabajadas de 7512 y para el MTTR o tiempo medio de reparaciones se expresa en el fichero histórico de las fallas anuales para las dos máquinas que han tenido intervención mecánica en el área de apertura y limpieza que ha sido de 186.3hrs para Blendomat y 96.1hrs para el limpiador CL-C4.

Como se pudo observar en la matriz, la empresa en el área de apertura y limpieza tiene una tasa de disponibilidad en su maquinaria del 97.58% para el BLENDOMAT y del 98.74% para el limpiador CL-C4, promediando ambas tasas sería el equivalente al 98.16% de disponibilidad global. Una cifra que podría ser aceptable debido a que solo el 1.84% se está indisponible, sin embargo, se realizará un análisis de costo por paro de producción en esta fracción de tiempo indisponible.

## Costos de mantenimiento

## Costos de paro de producción

Máquina	Fallas anuales hrs	Paro producción hrs anuales	Producción pronosticada en lbs	Producción real	Pérdida anual en lbs	ingresos pronosticados	ingresos reales	Pérdida anual \$
BDT	10	186,3	4118400	3979800	138600	\$61.776.000,00	\$59.697.000,00	\$2.079.000,00
CL-C4	7	96,1						
Total de pérdida	17	282,4						\$2.079.000,00

En base a la información brindada por la empresa se sabe que un tiempo ciclo de producción es de aproximadamente 36 hrs y entran 22000 lbs de algodón a la maquinaria de apertura y limpieza que finalmente se logran procesar jerárquicamente en las demás áreas de trabajo alrededor de 19800 lbs de hilo.

Tiempo del ciclo actual= 2,160mins = **36 hrs=1.5 días**

$$Pa = 19800 \text{ lbs} / 36 \text{ hrs} = 550 \text{ lb/hr}$$

En la empresa Nicaragua Spinning Mills, actualmente por cada hora trabajada se obtienen 550 lbs de hilo.

Cada libra tiene un precio unitario de 15\$ y por jornada considerando las 19800 lbs obtendrían \$297,000 por ciclo.

Por hora la tasa de ganancia es de \$8,250 ahora bien el Blendomat que es la máquina que inicia todo el proceso de transformación del algodón a hilo este año la empresa ha detenido producción diez veces por causa de esta y su tiempo de reparación acumulado en todas las reparaciones ha sido de 186.3 horas teniendo así:

Costo de tiempo perdido= tarifa de ganancia/hr x tiempo improductivo anual.

Costo de tiempo perdido= \$8,250 x 186.3 Horas al año = \$1,536,975 para esta máquina (BLENDOMAT)

Para el CLEAN-O-MAT CL-C4

En este año la empresa ha detenido producción Siete ocasiones para aplicar el mantenimiento correctivo al limpiador CL-C4 y aproximadamente duro 96.1 horas.

Costo de tiempo perdido= tarifa de ganancia/hr x tiempo improductivo anual.

Costo de tiempo perdido= \$8,250 x 96.1 Horas al año = \$792,825 para esta máquina.

### Datos de proceso de producción

T.ciclo en hrs	Total anual trabajado hrs	Ciclos anuales	Libras en ciclo	Precio unitario lb \$	Ciclos perdidos	Horas pérdidas anuales	Ciclos Anuales T.	Ciclos Completados
36	7512	208	19800	15	7,84	282,4	200,16	201

Total real trabajado hrs	Horas perdidas	Total Trabajado en ciclos	Horas Extras Para terminar ciclo	Productividad* H
7229,6	282,4	7236	30,4	550

En las siguientes matrices se detallan los datos de vital importancia para comprender el tiempo ciclo en horas del proceso de hilatura, en total en horas trabajadas deseadas, las libras netas en ciclo dado en el cual hay un margen del 10% tolerable para desperdicio el cual se reutiliza en futuros procesos.

Lo que se trabajó realmente, las horas perdidas debido a la intervención correctiva en la maquinaria BLENDOMAT y CLC4.

La pérdida entre BLENDOMAT y CLC4 en términos monetarios es de \$2,329,800 pero ante la existencia de un ciclo pendiente la empresa optó por realizar una jornada de horas extras para obtener un mayor ingreso de este ciclo antes mencionado. Se necesitaron 30.4hrs lo que logró un total de \$250800 en libras de algodón terminadas para comercializar y se amortiguó la pérdida a \$2,079,000, no obstante, esto generó lo siguiente en costo de laborar dichas horas.

### Costos de Horas Extras Trabajadas

Costo horas extra		Cantidad	Total	Pago Diario	Pago x Hora	Horas extras	Total Horas Extras
Operarios	C\$ 8,098.46	120	C\$ 971,815.20	C\$ 32,393.84	C\$ 4.049,23	C\$ 8,098.46	
Jefes de Area	C\$ 10,098.46	6	C\$ 60,590.76	C\$ 2,019.69	C\$ 252.46	C\$ 504.92	
Supervisores	C\$ 13,500.00	6	C\$ 81,000.00	C\$ 2,700	C\$ 337.50	C\$ 675.00	
Gerente Produccion	\$ 1,500.00	1	\$ 1,500.00	\$50	\$ 6.25	\$ 12.50	
						\$ 268.60	\$ 8,165.34

Se expresan los datos de sueldos devengados por cada uno de los integrantes del personal de producción para llevar a cabo la realización del tiempo extra para finalizar el ciclo restante, el factor humano involucrado para esto fueron un total de 120 operarios, 6 jefes de área, 6 supervisores y un gerente general de la producción. Los sueldos se devengan el doble dado la política de incentivos por la jornada extra.

### Costo de mano de obra directa de mantenimiento

Equipo de trabajo	Cantidad	Sueldo fijo mensual	Total, mensual	Sueldo fijo diario	Total, anual
Gerente de mantenimiento	1	C\$34.500,00	C\$34.500,00	C\$1.150,00	C\$414.000,00
Líder de mecánicos	1	C\$20.000,00	C\$20.000,00	C\$666,67	C\$240.000,00
Cuadrilla de mecánicos	8	C\$10.000,00	C\$80.000,00	C\$2.666,67	C\$960.000,00
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>C\$64.500,00</b>	<b>C\$134.500,00</b>	<b>C\$4.483,33</b>	<b>C\$1.614.000,00</b>

Acá se pueden observar los datos relacionados a la mano de obra directa del personal de mantenimiento y sus respectivos sueldos tanto diario, mensual y anual.

## Costos de reparación

Máquina	Repuesto	Tipo	Cantidad Utilizada	Precio Por Und	Total
BDT	Banda	V-BELT SPZ 1862 LW	6	\$25	\$150
BDT	Banda	V-BELT XPZ 1862 LW	6	\$12	\$72
BDT	Balineras	Balineras 6205 ZZC3.... SKF Ó NTN	3	\$35	\$105
BDT	Balineras	Balineras 6003 2RS.... SKF Ó NTN	3	\$38	\$114
BDT	Lubricante	Galones de desengrasa nte industrial	2	\$18	\$36
BDT	Lubricante	JAX Protecto- lube Spray	2	\$12	\$24
BDT	Lubricante	Aceite Shell Omala S2 G220	2	\$25	\$50
BDT	Lubricante	Spray wd- 40 400ml	3	\$15	\$45
BDT	Lubricante	Cubetas de grasa Mobilux EP2	5	\$22	\$110
BDT	R. Eléctrico	Fusibles de	2	\$15	\$30

		Vidrio 2 AMP./ 250 V de 5X20mm			
BDT	R. Eléctrico	Puente Rectificador PME 500 (conforme muestra)	1	\$35	\$35
BDT	R. Eléctrico	Juego de contactos para contactor Siemens sirius 3RT1045- 1A(6/120 320)	1	\$120	\$120
BDT	R. Eléctrico	Guardamot or SIRUS SIEMENS trifásico de 7-10 amp. (3RV1021- 1JA10)	1	\$86	\$86
BDT	R. Eléctrico	Automata 3 fases 400 volt. AC, 6 Amp. MG 3P 6A 400 Vot.	1	\$85	\$85
BDT	R. Eléctrico	Ventilador de gabinete NMB MODEL 4715PS- 10T- B30100V AC 50/60HZ 1 FASE 14/13W	1	\$55	\$55



<b>TOTAL</b>	<b>\$1117</b>
--------------	---------------

Máquina	Repuesto	Tipo	Cantidad Utilizada	Precio Por Und	Total
CL-C4	Banda	TOOTHED BELT 600-8M-30	5	\$9.5	\$47.5
CL-C4	Banda	TOOTHED BELT 1440-D 8M-30	5	\$8	\$40
CL-C4	Banda	TOOTHED BELT 2000-8M-30	5	\$12	\$60
CL-C4	Banda	FLAT BELT 1,8X30X1830	5	\$11	\$55
CL-C4	Banda	FLAT BELT 1,8X30X1890	5	\$20	\$100
CL-C4	Balinera	Balinera 2208 2RS SKF	4	\$42	\$168
CL-C4	Balinera	Balinera 2206 2RS SKF	4	\$42	\$168
CL-C4	Balinera	Balinera 6205 ZZC 3 SKF Ó NTN	5	\$35	\$175
CL-C4	Balinera	Balinera 6003 2RS SKF Ó NTN	4	\$38	\$152
CL-C4	Balinera	Balinera 6206 ZZC 3 SKF Ó NTN	4	\$42	\$168

CL-C4	Lubricante	Galones de desengrasante industrial	2	\$26	\$52
CL-C4	Lubricante	Cubetas de grasa Mobilux EP 3	5	\$18	\$90
CL-C4	Lubricante	Aceite Shell Omala S2 G 320	10	\$20	\$200
CL-C4	Lubricante	JAX Protecto-lube 11 oz	3	\$15	\$45
CL-C4	Lubricante	Grasa Sintética multiuso ZETALUBE 20	5	\$30	\$150
CL-C4	R. Eléctrico	Fusible Siemens 3NC 1025 25 Amp, 600 volt AC	2	\$36	\$72
CL-C4	R. Eléctrico	Fusibles de vidrio 4 Amp/250V DE 5X20mm	2	\$12	\$24
CL-C4	R. Eléctrico	Contactador trifasico Siemens de 8 Hp 480 Volt CON 1 CONTACTO	2	\$65	\$130
CL-C4	R. Eléctrico	Bateria Lithium EF651625 LTC-7PN 3,6 Volt	2	\$12	\$24

CL-C4	R. Eléctrico	Sensor Inductivo PNP de 24 volt DC (SAE T E- A1TMZ/3AP) sensor cilíndrico diámetro 12 mm, longitud 70 mm	1	\$45	\$45
CL-C4	R. Eléctrico	Relay de Bobina 110V ac. Con 4 contactos abiertos y 4 contactos cerrados.	2	\$52	\$104
<b>TOTAL</b>					<b>\$2069.5</b>

<b>Maquinas</b>	<b>Total \$ en Repuestos</b>
Blendomat	\$ 1,117.00
Limpiador CL.C4	\$ 2,069.50
Total	\$ 3,186.50

## **Plan de Mantenimiento Preventivo Propuesto**

### **Plan de Mantenimiento Preventivo Área de apertura y limpieza**

#### **1. Objetivo**

Esta instrucción de trabajo describe las actividades a realizar para el mantenimiento preventivo del área de apertura Trutzschler.

#### **2. Alcance**

Esta instrucción de trabajo aplica para esta área de la planta de Hilatura Nicaragua Spinning Mills.

#### **3. Responsabilidades**

El gerente de mantenimiento debe ser aquel responsable de dar a conocer esta información a todo el personal de mantenimiento.

El líder de mecánicos es el responsable de coordinar y crear armonía con la cuadrilla de mecánicos la realización de las instrucciones y verificar que se realicen correctamente las actividades aquí descritas.

La cuadrilla de mecánicos será la responsable de realizar cada una de las actividades descritas a continuación:

#### 4. Equipo

No	Equipo
	<b>Kit de herramientas</b>
	<b>Cubre boca</b>
	<b>Tapones auditivos</b>
	<b>Zapatos de seguridad</b>
	<b>Lentes de seguridad</b>

## 5. Desarrollo

MANTENIMIENTO CADA 7 DÍAS		
5.1	Consiste en limpiar con aire comprimido la máquina en general	
	PUNTO DE LIMPIEZA	ACTIVIDAD
5.1.1	Paro general de la maquinaria (Colocar letrero de aviso en panel principal)	Detener cada uno de las maquinarias en funcionamiento
5.1.2	Cerciorarse que los órganos están totalmente parados	Verificar la detención total de los equipos.
5.1.3	Blendomat (BDT)	Limpiar con aire comprimido la máquina en general. Grupo del bastidor, grupo de la torre y desprendedor.  Limpiar con aire comprimido cadena de plástico.
5.1.4	Condensadores.	Limpiar con aire comprimido la máquina en general. Abrir tapas laterales del tambor

		perforado y limpiar el material acumulado.
5.1.5	<b>Mezcladora MPM</b>	Eliminar acumulaciones de fibra con aire comprimido verificar que no haya acumulaciones de material en los cilindros alimentadores y abridores.
5.1.6	<b>Limpiadora CL C4</b>	Limpiar con aire comprimido toda la fibra adherida abrir cilindros abridores verificar que estén limpios, así como las cuchillas desmontadoras, Revisar la limpieza interna de la banda de alimentación,
5.1.7	<b>Desempolvador DX</b>	Limpiar con aire comprimido la fibra volátil y verificar que no tenga acumulaciones de fibra en las paredes perforadas.

<b>MANTENIMIENTO CADA 28 DÍAS</b>		
<b>5.2</b>	<b>Consiste en limpiar Y Controlar los accionamientos de las máquinas</b>	
	<b>PUNTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Limpieza y lubricación a cadenas de accionamiento BDT, MPM,</b>	<b>Limpieza con aire comprimido y/o cepillo de alambre. Lubricación con aceite.</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Revisión de correas trapezoidales y dentadas BDT, BR COL 375, MPM, CL C4, DX</b>	<b>Revisar que estén en buen estado cada banda en cada máquina sustituir si existe alguna dañada.</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Revisar el sistema Argus.</b>	<b>Eliminar acumulaciones de fibra.</b>



5.3	<b>MANTENIMIENTO CADA 84 días</b> <b>Consiste en lubricar rodamientos en el CL C4</b>	
	<b>PUNTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
5.3.1	<b>Limpiar suciedad acumulada en el niple de engrase</b>	<b>Aplicar la grasa determinada en cada uno de los cojinetes de los cilindros.</b>
5.3.2	<b>Limpiar exceso de grasa</b>	<b>Retirar todo el excedente de grasa</b>

5.4	<b>MANTENIMIENTO CADA 168 DÍAS.</b> <b>Consiste lubricar los órganos de apertura y limpieza</b>	
	<b>PUNTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
5.4.1	<b>Lubricar rodamientos de los BR COL 375</b>	Lubricar cojinetes de todas las máquinas de este tipo
5.4.2	<b>Lubricar rodamientos del cilindro bastidor del BDT</b>	Lubricar cojinetes del cilindro abridor y revisar el estado de las bandas.
5.4.3	<b>Lubricar rodamientos de ventiladores en MPM y DX</b>	Lubricar rodamientos del eje de los ventiladores.

<b>5.5</b>	<b>MANTENIMIENTO CADA 336 DÍAS</b> <b>Consiste revisión de motores y sistema neumático</b>	
	<b>PUNTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
5.5.1	<b>Motores de accionamiento BDT, BR COL 375, MPM, CL C4 y DX</b>	<b>Revisión de rodamientos con el Estetoscopio y/o lubricación.</b>
5.5.2	<b>Cilindros neumáticos</b>	<b>Revisar el accionamiento de cada cilindro neumático y que no tenga fugas de aire.</b>

## 6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

<b>Término</b>	<b>Significado</b>
<b>BDT</b>	<b>Blendomat</b>
<b>BR COL 375</b>	<b>Condensador</b>
<b>MPM</b>	<b>Mezcladora múltiple</b>
<b>CL C4</b>	<b>Limpiador de algodón</b>
<b>DX</b>	<b>Desempolvador</b>

### Plan Anual de Actividades de Mantenimiento Preventivo

MESES	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC						
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
<b>ACTIVIDADES</b>																																																			
<b>MÁQUINAS DE APERTURA Y LIMPIEZA</b>																																																			
<b>BLENDOMAT, CLC4, CONDENSADORES, DESEMPOLVADOR, MEZCLADORAS</b>																																																			
<b>Inspección y limpieza primaria: Consiste en limpiar con aire comprimido la maquinaria en general</b>																																																			
<b>Limpieza y Control: controlar los accionamientos de las máquinas.</b>																																																			



LEYENDA				
SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL

Este es el modelo de plan de mantenimiento que se propone para tener un mejor control de las actividades, garantizando la disponibilidad del equipo en su totalidad, evitando tediosos paros prolongados de producción.

## Presupuesto semestral para mantenimiento preventivo

Lista de Correas.					
N	Maquina.	Tipo.	Requerido cada 6 meses.	Precio Unitario.	TOTAL.
1	DX	CORREA EN V SPZ 1500	10	\$8	80
2	MPM	CORREA EN V SPZ 1862 LW	50	\$25	1250
3	MPM	CORREA TRAPECIAL XPZ 1862 LW	50	\$12	600
4	CL-C4	CORREA DENTADA 600- 8M-30	12	\$9.5	114
5	CL-C4	CORREA DENTADA 1440- D8M-30	12	\$8	96
6	CL-C4	CORREA DENTADA 2000- 8M-30	12	\$12	144
7	CL-C4	CINTURÓN PLANO 1,8X30X1830	12	\$11	132
8	CL-C4	CINTURÓN PLANO 1,8X30X1890	12	\$20	240
				TOTAL	\$ 2,656.00

Lista de Rodamientos					
N	Maquina.	Tipo.	Requerido cada 6 meses.	Precio Unitario.	TOTAL.
1	DUSTEX	Balnera 6205 ZZC3..... SKF ò NTN	8	\$35	280



2	DUSTEX	Balinera 6001-2RSH SKF ò NTN	8	\$28	224
3	MPM	Balinera EX,208,G2	30	\$38	1140
4	MPM	Balinera 6205 ZC3..... SKF ò NTN	30	\$35	1050
5	CL-C4	Balinera 2208 2RS ...SKF	8	\$42	336
6	CL-C4	Balinera 2206 2RS ...SKF	10	\$42	420
7	CL-C4	Balinera 6205 ZC3..... SKF ò NTN	10	\$35	350
8	CL-C4	Balinera 6003 2RS..... SKF ò NTN	10	\$38	380
9	CL-C4	Balinera 6206 ZC3..... SKF ò NTN	12	\$42	504
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4,684.00</b>

<b>Lista de Lubricantes</b>					
<b>N</b>	<b>Maquina.</b>	<b>Tipo.</b>	<b>Requerido cada 6 meses.</b>	<b>Precio Unitario.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Todas las máquinas de Apertura y limpieza.	LBS. DE ALTA TEMPERATURA SINTÉTICA	70 LIBRAS	\$ 18.00	1260
2		Protecto-lubricante JAX	36 SPRAY	\$ 12.00	432
3		Aceite Shell Omala S2 G 220	20 GALONES	\$ 25.00	500
4		SPRAY WD-40 DE 400ML	36 SPRAY	\$ 15.00	540
5		Cubetas de grasa Mobilux EP2.	105 LIBRAS	\$ 22.00	2310

6	Galones de desengrasante industrial.	25 GALONES	\$ 26.00	650
7	Cubetas de grasa Mobilux EP3.	70 LIBRAS	\$ 18.00	1260
8	Aceite Shell Omala S2 G 320	20 GALONES	\$ 20.00	400
9	JAX Protector- lubricante 11 oz	36 SPRAY	\$ 15.00	540
10	GRASA SINTETICA MULTIUSO ZETALUBE 207	35 LIBRAS	\$ 30.00	1050
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 8,942.00</b>

<b>Lista de Repuestos Eléctricos</b>					
<b>N</b>	<b>Maquina</b>	<b>Tipo.</b>	<b>Requerido para 6 meses.</b>	<b>Precio Unitario.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Todas las máquinas de Apertura y limpieza.	Fusibles de vidrio 2 Amp. /250V de 5X20mm	20	\$ 15.00	300
2		Fusibles de vidrio 4 Amp. /250V de 5X20mm	20	\$ 12.00	240
3		Puente rectificador PME 500 (conforme muestra)	4	\$ 35.00	140
4		Contactador trifásico Siemens de 8 Hp 480volt. Con 1contacto	6	\$ 65.00	390

5	Juego de contactos para contactor Siemens sirius 3RT1045-1A (6/120 320).	8	\$ 120.00	960
6	Bateria Lithium EF651625 LTC-7PN 3,6 Volt.	12	\$ 12.00	144
7	Sensor Inductivo PNP de 24 volt. DC (SAIET E-A1TMZ/3AP) sensor cilíndrico diámetro 12mm, longitud 70mm.	6	\$ 45.00	270
8	Guarda motor SIRIUS SIEMENS trifásico de 7 - 10 amp. (3RV1021-1JA10)	6	\$ 86.00	516
9	Relay de bobina 110V ac, con 4 contactos abiertos y 4 contactos cerrados.	12	\$ 52.00	624
10	Autómata 3 fases 400 volt. AC, 6 Amp. MG 3P 6A 400 Volt.	10	\$ 85.00	850

11	Ventilador de gabinete NMB MODEL 4715PS- 10T-B30 100V AC 50/60HZ 1 PHASE 14/13W	5	\$ 55.00	275
12	FUSIBLE SSIEMENS 3NC1025 25Amp, 600Volt. AC	15	\$ 36.00	540
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5,249.00</b>

Costo total de materiales.	
Correas	\$ 2,656.00
Rodamientos	\$ 4,684.00
lubricantes	\$ 8,942.00
Repuestos eléctricos	\$ 5,249.00
<b>Total, Semestral</b>	<b>\$ 21,531.00</b>

El plan de mantenimiento preventivo propuesto para el área de apertura y limpieza, ha tomado como referencia las distintas actividades correctivas en las maquinas Blendomat y limpiadora CLC4 así como los manuales de la maquinaria Trutzchler para crear un calendario anual y su descripción detallada de cada intervención preventiva futura no solo en las dos antes mencionadas sino que también en las subpartes o sub-maquinaria que las complementan tales como desempolvador DUSTEX, condensadores internos para limpieza de algodón y mezcladora múltiple.

Las distintas intervenciones se han clasificado según frecuencia y estas van ligadas a las partes involucradas en el desempeño mecánico que permite inferir en las fallas más propensas a ocurrir.

Se contaría con frecuencia semanal, con actividades de mantenimiento de carácter predictiva-preventiva, frecuencia mensual que se realizarían en tiempos donde la empresa no tenga al personal de producción en labores normales, frecuencia trimestral que deberá ser al momento de mantener y dar cuidado a partes más internas y delicadas de las máquinas, semestral para cuando llegue mitad de año productivo y requiera el chequeo e inspección de las sub-maquinarias u órganos de blendomat y clc4, finalmente un mantenimiento preventivo anual donde este deberá realizarse a fin de año con proximidad a fechas festivas.

Se logró elaborar un presupuesto semestral para los repuestos y accesorios necesarios para darle mantenimiento a la maquinaria y que dichos tipos de repuestos fueron obtenidos por proformas y gastos anteriores hechos por la empresa que se utilizaron en las actividades correctivas; dicho presupuesto fue de \$ 21,530, anualmente aproximado de \$ 43,060; a comparación de la pérdida que genera el paro de producción anual de \$ 2,079,000 y costo de repuestos de \$ 3,186.50; lo que fácilmente da una pauta que llevar a cabo este plan de mantenimiento preventivo con este presupuesto anual si bien algo elevado el monto, por el precio de venta de las libras de algodón se podría cubrir con la realización de 2867 libras de algodón y se reducirían notablemente los tiempos de intervención en mantenimiento anual.

## **CONCLUSIONES**

Se pudieron identificar las actividades de mantenimiento cuyo carácter fue correctivo en las maquinarias de apertura y limpieza mediante un historial de fallas o fichero histórico de máquina correspondiente al año 2022 el cual detalla la frecuencia en que ocurre cada avería y su respectiva parte.

En base al historial de averías previamente mencionado se obtuvieron las principales actividades que dan pauta a un calendario de actividades a realizar para evitar o controlar reincidencia de fallos de carácter similar y previniendo averías futuras en diversas partes de las maquinarias de apertura y limpieza.

Los costos de utilizar la propuesta de mantenimiento son considerablemente menores, a comparación de los costos generados por el tipo de mantenimiento actual, reflejándose en la disponibilidad de los equipos siendo esta mínima nos causa una pérdida por paro de producción bastante elevada; el beneficio obtenido de la propuesta es la máxima disponibilidad de equipos y la reducción de fallas aleatorias.

El plan propuesto alcanza todos los parámetros necesarios para ser lo más viable de ejecutar para la empresa, identificando de manera precisa las actividades necesarias para obtener un plan completo, siempre teniendo en cuenta la reducción de los costos y la mayor disponibilidad posible de los equipos de producción.

## **RECOMENDACIONES**

1. Considerar como plan de mantenimiento el que ha sido propuesto en este trabajo, para el beneficio de la empresa.
2. Ejecutar las actividades del plan de mantenimiento en el tiempo establecido en el calendario de actividades.
3. Utilizar el formato propuesto para tener un mejor control de los mantenimientos de las maquinarias.
4. Capacitar a toda el área de mantenimiento con el nuevo plan de mantenimiento propuesto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fernández, F. J. (2005). *Teoría y Práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid: Fundación Confemetal.
- García Palencia, O. (2012). *Gestión Moderna del mantenimiento industrial Principios Fundamentales*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Newbrough, E. T. (1974). *Administración de mantenimiento industrial*. México: Editorial Diana.
- Prando, R. R. (1996). *Manual Gestión de Mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa S. A de C.V.
- Rosalel, R. C., & Rice, J. O. (1997). *Manual de Mantenimiento Industrial I*. México: McGraw-Hill.
- Villanueva, E. D. (2007). *La productividad en el mantenimiento industrial*. México: Grupo Editorial Patria.