



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE EMBOLSADO DE
LOS PRODUCTOS DE INDUSTRIA PROCESADORA DE GUATEMALA, S.A.**

Juan José Puac Zuñiga

Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández

Guatemala, octubre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE EMBOLSADO DE
LOS PRODUCTOS DE INDUSTRIA PROCESADORA DE GUATEMALA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN JOSÉ PUAC ZUÑIGA

ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR MANUEL RUIZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| VOCAL I | Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno |
| VOCAL II | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL III | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV | Br. Juan Carlos Molina Jiménez |
| VOCAL V | Br. Mario Maldonado Muralles |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Luis Eduardo Coronado Noj |
| EXAMINADOR | Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga |
| EXAMINADOR | Ing. Raúl Guillermo Izaguirre Noriega |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Guillermo Rivera Pérez |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE EMBOLSADO DE
LOS PRODUCTOS DE INDUSTRIA PROCESADORA DE GUATEMALA, S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 22 de marzo de 2011.

Juan José Puac Zúñiga

Guatemala, 19 de abril de 2012

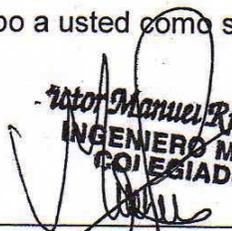
Ingeniero
Julio Cesar Campos Paiz
Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Presente
Ingeniero Campos:

Atentamente me dirijo a usted con el propósito de presentarle el trabajo de graduación titulado "**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LINEA DE EMBOLSADO DE LOS PRODUCTOS DE INDUSTRIA PROCESADORA DE GUATEMALA, S.A.**" elaborado por el estudiante Juan José Puac Zúñiga con carné 200517702.

En mi calidad de asesor, considero que el trabajo presentado por el estudiante José Puac, es un aporte importante para la empresa Industria Procesadora de Guatemala, S.A.

Con base a lo anterior ruego a usted se sirva dar visto bueno para que este trabajo sea presentado ante las máximas autoridades de la Facultad, a fin de que emitan el dictamen correspondiente y si lo consideran, extiendan el título correspondiente al estudiante mencionado.

Sin otro particular, me suscribo a usted como su seguro y atento servidor,



Víctor Manuel Ruiz Hernández
INGENIERO MECANICO
COLEGIADO 4620

Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
Colegiado No. 4620
Asesor de trabajo de graduación

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PAR LA LINEA DE EMBOLSADO DE LOS PRODUCTOS DE INDUSTRIA PROCESADORA DE GUATEMALA, S. A.,** del estudiante **Juan José Puac Zúñiga** recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área



Guatemala, mayo de 2012 .

/behdei.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria al Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LINEA DEL EMBOLSADO DE LOS PRODUCTOS DE INDUSTRIA PROCESADORA DE GUATEMALA, S.A.** del estudiante **Juan José Puac Zúñiga**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, octubre de 2012

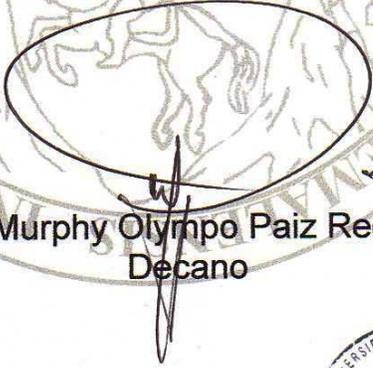
JCCP/behdei

ESCUELAS: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. **Carreras:** Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. **Centros:** de Estudios Superiores de Energía y Minas (CES&M), Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE EMBOLSADO DE LOS PRODUCTOS DE INDUSTRIA PROCESADORA DE GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Juan José Puac Zuñiga**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 31 de octubre de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por todas las cosas que la vida me ha dado.
- Mis padres** Belisario Bernandino Puac y Lidia Virginia Zúñiga, por el apoyo cariño y amor que me brindaron. Este éxito en mi vida va dedicado, especialmente a ustedes, gracias por estar ahí cuando más lo he necesitado.
- Sergio Puac** Te agradezco hermano, porque gracias a tu apoyo incondicional he alcanzado este logro, te dedico este triunfo con todo cariño.
- Mis hermanos** Por creer siempre en mí y apoyarme en todo.
- Mi familia** Por ese apoyo incondicional que siempre me brindaron.
- Mis amigos** A cada uno de ellos, gracias muchas gracias por todo el cariño que me han brindado y por los momentos que hemos compartido en esta gran casa de estudios.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala Por dame la oportunidad de estudiar en esta gran casa de estudios.

Facultad de Ingeniería Por abrimme las puertas al conocimiento y por ser de las mejores facultades.

Mi asesor Gracias por el apoyo prestado y por ser una magnífica persona, dispuesto a apoyar cuando se le necesite.

Industria Procesadora de Guatemala, S.A. Por dame la oportunidad de hacer mi trabajo de graduación en tan magnífica empresa.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN..... | XV |
| OBJETIVOS / JUSTIFICACIÓN | XVII |
| INTRODUCCIÓN..... | XXI |
| | |
| 1. ANTECEDENTES..... | 1 |
| 1.1. La empresa..... | 1 |
| 1.1.1. Antecedentes históricos..... | 1 |
| 1.1.1.1. Misión..... | 2 |
| 1.1.1.2. Visión..... | 3 |
| 1.1.1.3. Política de calidad..... | 3 |
| 1.2. Materia prima utilizada..... | 3 |
| 1.2.1. Bobina bolsa..... | 3 |
| 1.2.1.1. Características de bobina bolsa..... | 4 |
| 1.2.1.2. Tipos de estructura de la bobina bolsa..... | 7 |
| 1.2.2. <i>Make-up</i> y tinta para el fechador..... | 7 |
| 1.2.3. <i>Tape</i> | 7 |
| 1.2.4. Corrugado..... | 9 |
| 1.3. Productos..... | 9 |
| 1.3.1. Embolsado de dulce..... | 10 |
| 1.3.2. Embolsado de chicle..... | 10 |
| 1.3.3. Embolsado de tableta..... | 11 |
| 1.3.4. Embolsado de mix..... | 11 |

| | | |
|----------|---|----|
| 1.4. | Proceso de embolsado | 11 |
| 1.4.1. | Diagrama de operación del proceso | 12 |
| 1.4.2. | Diagrama flujo del proceso..... | 14 |
| 1.4.3. | Diagrama de recorrido del proceso..... | 15 |
| 1.5. | Análisis del tamaño producción actual en la línea de embolsado..... | 16 |
| 1.5.1. | Capacidad de producción teórica..... | 16 |
| 1.5.2. | Eficiencia actual..... | 17 |
| 2. | EVALUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 19 |
| 2.1. | Antecedentes de las máquinas de la línea de producción..... | 19 |
| 2.1.1. | Embolsadoras..... | 19 |
| 2.1.1.1. | Componentes importantes de las máquinas | 20 |
| 2.1.2. | Detectores del metal..... | 24 |
| 2.1.3. | Selladoras industriales | 24 |
| 2.1.4. | Bandas transportadoras..... | 25 |
| 2.1.5. | Tolvas..... | 26 |
| 2.2. | Diagnóstico del manteniendo preventivo | 27 |
| 2.2.1. | Tipos de mantenimiento..... | 27 |
| 2.2.2. | Programación del mantenimiento..... | 28 |
| 2.2.3. | Software de mantenimiento..... | 29 |
| 2.2.4. | Órdenes de trabajo | 29 |
| 2.2.4.1. | Generación..... | 30 |
| 2.2.4.2. | Distribución..... | 30 |
| 2.2.4.3. | Ejecución | 31 |
| 2.2.4.4. | Diagrama de flujo del proceso..... | 32 |
| 2.2.5. | Fallas frecuentes | 33 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3. | PROPUESTA PARA LA MEJORA AL MANTENIMIENTO | 35 |
| 3.1. | Función..... | 35 |
| 3.2. | Objetivos | 35 |
| 3.3. | Aspectos a considerar en la mejora del mantenimiento..... | 36 |
| 3.3.1. | Costos del mantenimiento..... | 37 |
| 3.3.1.1. | Directos..... | 40 |
| 3.3.1.2. | Indirectos..... | 41 |
| 3.3.1.3. | Generales..... | 41 |
| 3.4. | Órdenes de trabajo..... | 42 |
| 3.4.1. | Nuevas tareas..... | 42 |
| 3.4.2. | Tareas específicas y explícitas..... | 43 |
| 3.4.3. | Instrucciones de trabajo..... | 43 |
| 3.4.4. | Herramientas de trabajo..... | 43 |
| 3.5. | Recopilación de repuestos a utilizar..... | 43 |
| 3.5.1. | Asignación de repuestos a las tareas preventivas | 44 |
| 3.5.2. | Almacenaje y distribución de repuestos..... | 44 |
| 3.5.2.1. | Solicitud | 44 |
| 3.5.2.2. | Almacenamiento..... | 45 |
| 3.5.2.3. | Revisión..... | 46 |
| 3.5.2.4. | Requisición..... | 46 |
| 3.5.2.5. | Utilización..... | 47 |
| 3.6. | Lubricación de la máquina | 47 |
| 3.6.1. | Lubricantes recomendados y sus proveedores | 48 |
| 3.6.2. | Puntos de lubricación en la máquina..... | 49 |
| 3.7. | Verificación de bandas transportadoras | 49 |
| 3.8. | Mantenimiento preventivo para sistema eléctrico..... | 50 |
| 3.8.1. | Revisión de temperatura de cajas reductoras y motores..... | 51 |
| 3.8.2. | Instalaciones eléctricas..... | 51 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.8.3. | Verificaciones de conexiones eléctricas..... | 53 |
| 3.8.4. | Verificaciones de corriente eléctrica..... | 53 |
| 3.9. | Mantenimiento preventivo para el sistema neumático..... | 54 |
| 3.9.1. | Niveles de aceite en unidades de mantenimiento..... | 54 |
| 3.9.2. | Inspección visual de fugas..... | 55 |
| 3.9.3. | Revisión de presiones de trabajo..... | 55 |
| 3.10. | Rutinas de limpieza e inspección..... | 56 |
| 3.10.1. | Importancia de la limpieza..... | 56 |
| 3.10.2. | Forma correcta de hacer la limpieza..... | 58 |
| 4. | IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO | |
| | PREVENTIVO..... | 61 |
| 4.1. | Departamentos involucrados..... | 61 |
| 4.1.1. | Departamento de producción..... | 61 |
| 4.1.2. | Departamento de mantenimiento..... | 62 |
| 4.2. | Capacitación..... | 63 |
| 4.3. | Procedimientos para las órdenes de trabajo..... | 65 |
| 4.3.1. | Flujograma de una orden de trabajo..... | 66 |
| 4.3.2. | Solicitud de materiales..... | 68 |
| 4.3.3. | Solicitud de un trabajo..... | 68 |
| 4.3.4. | Asignación del personal..... | 69 |
| 5. | SEGUIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO..... | 71 |
| 5.1. | Registro de datos..... | 71 |
| 5.1.1. | Formatos..... | 73 |
| 5.1.2. | Capacitación..... | 73 |
| 5.2. | Historial de mantenimientos..... | 74 |
| 5.3. | Acciones preventivas..... | 75 |
| 5.4. | Retroalimentación..... | 76 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| 5.5. | Monitoreo del mantenimiento | 77 |
| 5.5.1. | Auditorías por parte de los coordinadores..... | 77 |
| CONCLUSIONES..... | | 79 |
| RECOMENDACIONES..... | | 83 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 85 |
| ANEXOS | | 87 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Diagrama de operación del proceso | 12 |
| 2. | Diagrama de flujo del proceso..... | 14 |
| 3. | Diagrama de recorrido del proceso..... | 15 |
| 4. | La imagen de una tolva | 27 |
| 5. | Diagrama de flujo del proceso actual, órdenes de trabajo..... | 32 |
| 6. | Gráfica de frecuencia de fallas..... | 34 |
| 7. | Gráfica de tiempo que se invierte en reparación de las fallas | 34 |
| 8. | Hoja de control de limpieza semanal | 60 |
| 9. | Flujograma de una orden de trabajo..... | 67 |
| 10. | Formato de solicitud de materiales..... | 68 |
| 11. | Formato de solicitud de un trabajo | 69 |
| 12. | Formato de ficha histórica..... | 75 |
| 13. | Hoja de control de monitoreo del mantenimiento..... | 78 |

TABLAS

| | | |
|----|---|----|
| I. | Análisis de fallas en la línea de producción..... | 33 |
|----|---|----|

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|--------------------|
| AC | Corriente alterna |
| °C | Grados centígrados |
| H | Hora |
| Kg | Kilogramo |
| Lbs | Libra |
| Mm | Milímetros |
| OT | Orden de trabajo |
| % | Porcentaje |
| " | Pulgada |
| V | Voltio |

GLOSARIO

| | |
|--------------------|--|
| Amperímetro | Instrumento que sirve para medir la intensidad de la corriente que está circulando en un circuito eléctrico. |
| Bobina | Lámina delgada de polietileno y polipropileno enrollado de forma tubular. |
| Dispendioso | Cuando algo tiene un gasto excesivo. |
| Embolsado | Sinónimo de empaquetado, término que designa para guardar, proteger y preservar algún producto antes de ser distribuido. |
| Ferroso | Aquellos metales que están basados en el hierro. |
| Fotocélula | Dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (electrones) mediante el efecto fotovoltaico. |

| | |
|----------------------|---|
| Horómetro | Dispositivo que registra el número de horas que un equipo ha funcionado. Utilizado para controlar las intervenciones para el mantenimiento preventivo de los equipos. |
| Mordazas | Herramienta, que mediante un mecanismo neumático permite sujetar por presión el producto de manera continua. |
| No ferroso | Metales que no están basados en el hierro, como: el cobre, zinc, estaño, entre otros. |
| Polietileno | Polímero más simple. |
| Polipropileno | Polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno. |
| Relé | Dispositivo electromagnético, funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico. Está compuesto por una bobina y un electroimán. |
| Resistencia | Dispositivos que convierten la energía eléctrica en calor. |

| | |
|--------------------------------|---|
| Seiketsu (Estandarizar) | Pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3´s. |
| Seiri (Clasificar) | Consiste en retirar del área o estación del trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o administrativas. |
| Seiso (Limpieza) | Es eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fabrica. |
| Seiton (Ordenar) | Organizar los elementos que se han clasificado como necesarios, de modo que se puedan encontrar con facilidad. |
| Sensor | Dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. |
| Shitsuke (Disciplina) | Evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. |
| Termoplástico | Plástico que a elevadas temperaturas es deformable y regresa a su estado primitivo cuando se enfría lo suficiente, sin tener ningún cambio químico. |

Tolva

Recipiente que sirve para hacer que su contenido pase poco a poco a una banda giratoria, suele tener en forma de pirámide o cono invertido.

RESUMEN

El mantenimiento preventivo es una herramienta importantísima en una empresa de cualquier índole, ayudará a garantizar que las máquinas funcionen correctamente en el momento que se les requiere, a su vez reducirá los mantenimientos correctivos y los paros mecánicos ocasionados por malos procesos en el mantenimiento. Pero tener un mantenimiento preventivo no garantiza el cien por ciento que esto será así, porque un programa de mantenimiento preventivo tiene muchos controles, registros y seguimiento a los procesos, cumpliendo esto sí se garantiza que el mantenimiento será eficaz, es por eso que el presente estudio ayudará al departamento de mantenimiento de la Industria Procesadora de Guatemala, S.A. para que la línea de embolsado sea eficaz, garantizando, así el buen funcionamiento de las máquinas que en el área se encuentran.

Este estudio consta de cinco capítulos; y cada uno contiene información importante para que la implementación del plan de mantenimiento preventivo sea efectiva y cumpla con las expectativas.

Es importante tomar en cuenta que en la realización del plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria se conozca primero, qué se hacen con ellas, que productos se trabajan ahí, la materia prima que se utiliza, el proceso de fabricación del producto, tiempo de utilización ya que esto dará un parámetro del desgaste que sufren las máquinas en su utilización.

Asimismo, hacer una evaluación del mantenimiento actual que se lleva en la línea, esto dará a conocer oportunidades de mejoras como también, un mayor conocimiento de que máquinas se encuentran en el área. Es importante resaltar que la mejor forma de darle mantenimiento a las máquinas es como lo indica el manual, pero en muchas ocasiones no se cuenta con ese documento, ahí es donde se deben de realizar estudios para establecer una frecuencia de fallas y elaborar un plan de mantenimiento preventivo.

Teniendo toda la información de la situación actual del mantenimiento se procede hacer una propuesta para la mejora del mantenimiento, tomando en cuenta, que hacer mejoras conlleva hacer inversión económica, en el capítulo tres de este trabajo se especifican los costos que están involucrados y que se deben tomar en cuenta, esto para que la propuesta sea viable. Haciendo los análisis y viendo qué propuesta sí procede y cuál no, se procede a implementar las que sí, haciendo participes a todos los departamentos que están involucrados para que el plan de mantenimiento preventivo sea exitoso.

No hay que olvidar que todo proceso o toda implementación tiene que tener un seguimiento, para esto hay que llevar formatos, registros de datos, auditorías por parte de los coordinadores etc., esto ayudará a conocer los avances, oportunidades de mejoras y las situaciones que necesitan apoyo. Haciendo de manera correcta todos los procesos se garantizará que el plan de mantenimiento preventivo será un éxito, reduciendo los paros mecánicos, garantizando la productividad y la calidad de los productos que ahí se realicen.

OBJETIVOS

General

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para la línea de embolsado de Industria Procesadora de Guatemala, S.A.

Específicos

1. Analizar la situación actual del mantenimiento preventivo de la empresa.
2. Mejorar la eficiencia de la línea de producción, teniendo la maquinaria en óptimas condiciones de operación.
3. Aumentar la vida de las máquinas y equipos del área, dándoles el mantenimiento preventivo correcto y conociendo su buen funcionamiento.
4. Normalizar la limpieza semanal de los equipos de la línea de producción, para la gente operativa, reduciendo así los paros operativos.
5. Mejorar las órdenes de trabajo para el mantenimiento preventivo.
6. Proponer formatos de fichas técnicas de los equipos de la línea de producción.

JUSTIFICACIÓN

La falta de información sobre la prevención de fallas y el desconocimiento de los costos involucrados por paros de producción, son típicos en la mayoría de empresas nacionales, no obstante, las empresas tienden a pensar que el mantenimiento es un costo agregado a la producción y por eso no recibe la importancia que amerita, actualmente, muchas empresas han dado un nuevo giro a su forma de pensar y actuar, estableciendo al mantenimiento no como un costo sino como una inversión. En la actualidad el mantenimiento ha ido adquiriendo una creciente importancia, debido a la fuerte competencia comercial que existe, lo cual obliga a alcanzar altos niveles de confiabilidad en la maquinaria, de modo que ésta pueda responder a los requerimientos de la empresa. El plan de mantenimiento preventivo describe el funcionamiento de los componentes básicos de las máquinas, mantenimiento preventivo de banda transportadora, sistemas neumáticos, extractores de vacío, cilindros de acero inoxidable, tolvas, lubricación de elementos mecánicos (cajas reductoras, cojinetes, cadenas, etc.) y los repuestos involucrados, todos ellos basados en una programación establecida por la vida útil de las piezas y los lubricantes utilizados, apoyados por los planos de la máquina que ilustran a lo largo del documento, la ubicación de los puntos de la máquina a los que se hace referencia, facilitando así la comprensión y ubicación de las piezas involucradas.

La mejora al plan de mantenimiento es necesaria, ante la constante búsqueda de aumentar la disponibilidad y productividad de los equipos, minimizando los tiempos de paro y a la vez reduciendo los costos de reparación de los mismos. Con una buena recopilación de información para la determinación del estado actual de las órdenes preventivas y todo lo que involucra la ejecución del mantenimiento, se podrán establecer las

herramientas más efectivas a utilizar para darle un valor agregado a las mismas y con ello desarrollar de una mejor manera la labor preventiva del mantenimiento.

Conocimiento técnico, instrucciones, herramientas, repuestos y habilidades, son pilares fundamentales que todo colaborador del mantenimiento debe tener para ejecutar su trabajo en la mejor disposición posible. Con ello se garantiza que el mantenimiento es ejecutado con efectividad.

Órdenes preventivas claras y concisas, disponibilidad de repuestos y mano de obra, técnicas en mantenimiento predictivo y una buena gestión del mantenimiento lograrán que toda empresa pueda desarrollarse con la mayor disponibilidad y confiabilidad de sus equipos disponible.

La limitante de Industria Procesadora de Guatemala S.A. (NIASA) es que muchas de las máquinas que ahí se encuentran, cuentan ya con varios años de funcionamiento, por tal motivo tienden a fallar constantemente, y la línea de embolsado no es la excepción, por lo cual se necesita un buen plan de mantenimiento preventivo para evitar y disminuir la mayor cantidad de paros mecánicos posibles ya que es en esa línea, donde se empacan más del 85% de la producción de la planta.

INTRODUCCIÓN

En las plantas dedicadas a la producción de confitería la mayoría de equipos (maquinaria utilizada para la producción como: cajas reductoras, extrusoras, máquinas cortadoras y selladoras, motores eléctricos, sistemas neumáticos, embolsadoras), carecen de un plan de mantenimiento preventivo, para prevenir fallas posteriores que luego tienen un alto costo para la empresa, debido a que se tiene que detener la línea de producción en forma no programada. El plan de mantenimiento preventivo, brinda una guía de cómo realizar dicha labor, utilizando tiempos de paro programados donde no cause demasiado impacto a la línea de producción.

El mantenimiento preventivo ayuda a tener un record de cada equipo, ya que se debe contar con datos generales y específicos del mismo, así como su ubicación en la línea de producción, además, le dará experiencia y familiarización con el equipo, asimismo concientizarlo sobre la importancia de aplicar el mantenimiento en forma adecuada. En muchas empresas no le dan el valor que en realidad merece, es posible ver grandes empresas contar con un departamento de mantenimiento bastante deficiente y con poca herramienta de trabajo, esto sucede comúnmente en las empresas, ya que se cree que el mantenimiento es un gasto y no lo ven como un beneficio.

En Industria Procesadora de Guatemala S.A., donde se produce todo tipo de producto de confitería, debe y necesita de un buen plan de mantenimiento preventivo, en este caso enfocado a la línea de embolsado para que sea lo más eficiente posible y se logre la capacidad de producción proyectada por la Gerencia General, a fin de satisfacer la demanda del mercado y del cliente.

1. ANTECEDENTES

1.1. La empresa

Industria Procesadora de Guatemala, S.A., es una empresa guatemalteca dedicada a la producción y exportación de confitería. Tiene exitosas operaciones distribuyendo productos en toda Centro América, Caribe, México y Venezuela. Actualmente, está buscando distribuidores en Chile, Perú, Colombia, Bolivia, Ecuador, Surinam, Guyana, para lograr expandirse en toda la región. Industria Procesadora de Guatemala, S.A., (NIASA) es una empresa con un alto control de calidad y equipo especializados, con la más moderna y alta tecnología, la empresa cuenta con certificación ISO 9000, ha estado en el negocio de la confitería por más de 20 años produciendo chide en bola confitado, chide en tableta, chupetes con y sin chicle, dulce duro, entre otros. Parte de los planes para los siguientes años es continuar su expansión por el continente y entrar a mercados en América del Sur.

El portafolio de los productos no sólo es bastante amplio, sino que también, éste se convierte en una atractiva herramienta más para el distribuidor al ofrecer variedad de productos al mercado confitero de un sólo proveedor, convirtiéndose así en una alternativa atractiva ante los clientes.

1.1.1. Antecedentes históricos

Industria Procesadora de Guatemala, S.A. (NIASA), fue constituida en 1987, con la idea fundamental por parte de sus fundadores de ofrecer al mercado guatemalteco golosinas de la más alta calidad, con la mira puesta en

los mercados de exportación a través de un proceso productivo eficiente. Se iniciaron operaciones en octubre de 1987 fabricando el chicle Bazooka bajo licencia de Topps Company y su exitoso resultado motivó a la diversificación en otros tipos de chicles, caramelos duros, paletas y galletas.

En la actualidad, NIASA es una empresa dedicada a la manufactura de productos alimenticios en el área de confitería (gomas de mascar, galletas, dulce duros, paletas y bombones). Posee una fuerza laboral de 215 personas, una moderna planta con superficie techada de 5 500 metros cuadrados y una capacidad instalada de aproximadamente 30 000 toneladas anuales. Actualmente, NIASA atiende el mercado local y exporta a: Centroamérica, Caribe, México, Venezuela, y eventualmente a EEUU, España, Holanda y Senegal.

Gracias a la calidad que presenta en sus productos, en estos últimos meses la producción ha subido de manera constante esperando que siga en esa tendencia, ya que esto generará más fuentes de trabajo y la estabilidad laboral de los que allí laboran.

1.1.1.1. Misión

“Somos una empresa guatemalteca que produce, mercadea, vende y distribuye productos alimenticios, con precio y calidad competitiva para satisfacer las necesidades de nuestros clientes. Con el compromiso del mejoramiento continuo, buscamos una rentabilidad adecuada para nuestros accionistas y el bienestar de nuestros empleados.”

1.1.1.2. Visión

“Sabemos que podemos llegar a ser una empresa de las mejores en la rama de la confitería y lo podemos lograr ofreciendo a nuestros clientes productos de alta calidad.”

1.1.1.3. Política de calidad

“Producir y vender productos alimenticios de confitería con la calidad requerida por nuestros clientes a fin de mejorar su satisfacción.

Para el efecto todos los empleados de la empresa estarán orientados en el cumplimiento de los procesos en los que participan, apoyándose en el sistema de gestión de la calidad de acuerdo a los requerimientos de la Norma ISO 9001 buscando permanentemente la mejora de su eficacia.”

1.2. Materia prima utilizada

La materia prima utilizada en el proceso de embolsado (envasado) de los distintos productos de Industria Procesadora de Guatemala, S.A. son bobina bolsa, *make-Up*, tinta para el fechador, *tape*, corrugado.

1.2.1. Bobina bolsa

Es una lámina enrollada de material de empaque flexible que surge de una mezcla de polipropileno y polietileno, la cual puede tener impreso o estar pura (sin impreso), según las especificaciones técnicas o requerimiento del cliente. Esta bobina es colocada en máquina encargada para empacar el producto dando como resultado una bolsa llena del producto deseado.

El empaqueo de un producto es muy importante, ya que esta representa una estrategia de mercado, ésta será la presentación del producto en los puntos de venta.

1.2.1.1. Características de bobina bolsa

Las bobinas bolsas son una mezcla de polipropileno y polietileno en cantidades según sea el uso al que va a ser sometido.

El polipropileno cast: es una material de excelentes características óptimas y mecánicas, que se utiliza con éxito en el laminado con otros productos, así también individual. *Film* de excelente resistencia para el envasado de alimentos, acentuando las propiedades barreras que exigen la condiciones de cada producto.

Características del polipropileno cast:

- Excelente resistencia al desgarre
- Alta resistencia al impacto y perforación
- Buena barrera a la humedad
- Excelente brillo y transparencia
- Buena máquinabilidad para envasado automático
- Apto para ser impreso en flexografía y hueco grabado
- Apto para ser laminado a otros sustratos plásticos

El polietileno (PE): es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva ($\text{CH}_2\text{-CH}_2$). Por su alta producción mundiales también, el más barato, siendo uno de los plásticos más comunes. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno (de fórmula

química $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ y llamado eteno por Unión Internacional de Química Pura y Aplicada), del que deriva su nombre.

El polietileno es un polímero termoplástico que, por el procedimiento de extrusión soplado se transforma en una película flexible, la cual desempeña un papel dominante dentro del campo del envase y embalaje.

Las características fundamentales que han dado origen a su desarrollo tan espectacular, se basa en su elevada resistencia mecánica, buena transparencia y facilidad de procesado. Todo este conjunto, unido a su bajo costo, hace de este material una lámina universal para fines de embalaje.

Dentro del campo de los polietilenos y dependiendo de las condiciones de polimerización, se obtienen dos tipos perfectamente definidos: de baja densidad y de alta densidad.

La película de polietileno de baja densidad es un material transparente, fácilmente sellable por calor, con propiedades barrera al vapor de agua y perfectamente imprimible pudiéndose obtener extraordinarias calidades de impresión. Su campo de aplicación es muy amplio, bien transformado en bolsas y sobres o aprovechando su correcta máquinabilidad y termo-sellabilidad para trabajar en máquinas automáticas de envasado.

Una aplicación importante es la fabricación de complejos, ya que este material forma parte de la mayoría de los laminados que existen en el mercado, debido fundamentalmente a su facilidad de soldadura. El proceso de fabricación para esta aplicación exige una técnica más depurada, para conseguir una calidad de película que tenga un correcto comportamiento tanto en la laminación como en los posteriores procesos.

El PE se usa muchos en forma de botellas, vasos y otros recipientes, tanto en la industria para la manipulación de materias corrosivas como en el hogar para diversos líquidos. En esas aplicaciones, las principales ventajas son la inercia, el poco peso y menor probabilidad de que se rompa, comparado al vidrio. El PE se utiliza en frascos lavadores de laboratorio y en frascos para la pulverización de cosméticos, también para cierres de diversos tipos.

Los tubos de pared gruesa se usan para el transporte de agua, especialmente, en las granjas y en las minas, donde la facilidad para colocar las tuberías, la resistencia a las condiciones corrosivas del suelo y el poco peso son factores importantes.

Otra aplicación de los tubos de polietileno son las instalaciones de calor radiante; en éstas, las tuberías que conducen el agua caliente están incluidas en un piso de hormigón. Sin embargo, en ésta y en otras aplicaciones hay que tener en cuenta la oxidación del polímero a temperaturas próximas a 50 °C y posiblemente, a temperaturas más bajas.

La película de polietileno en un espesor de 0,025-0,250 mm absorbe una proporción elevada de la producción total de polietileno. Su uso se basó originalmente, en su combinación de buenas propiedades mecánicas con una baja permeabilidad al vapor de agua, y por ello sirve para empaquetar productos alimenticios, aplicación en la cual su flexibilidad a baja temperatura hace satisfactorio su uso en los refrigeradores. También sirve para la protección de objetos metálicos, equipo eléctrico, piezas grandes de maquinaria y vehículos, para evitar su deterioro a consecuencia de la humedad.

Se pueden usar también, para empaquetar ciertos productos alimenticios, y en este caso la transparencia, la tenacidad y la resistencia al desgarramiento son las cualidades importantes. La película de PE puede convertirse fácilmente, en bolsas en maquinaria automática, uniendo las secciones por medio del calor.

1.2.1.2. Tipos de estructura de la bobina bolsa

El tipo de estructura de la bobina lo determina el tipo de sello que la misma va a tener para ser trabajable. Puede ser PP/PE o 2PP/PP.

1.2.2. *Make-up* y tinta para el fechador

El *Make-Up* es un solvente que se utiliza en conjunto con la tinta, mezclándose ambos dentro del fechador Domino A-200, teniendo como resultado una mezcla lista para ser codificada en las bolsas. El codificado se encuentra en constante crecimiento, esto se debe al uso del mismo en la identificación de productos y a su vez, para colocar la fecha de caducidad, la cual proporciona al consumidor confianza en la calidad del producto que está adquiriendo.

1.2.3. *Tape*

La cinta adhesiva protectora, conocida también por su nombre en inglés: *masking tape*, es un tipo de cinta adhesiva fabricada, generalmente, con papel de fácil desprendimiento y autoadhesiva.

El tipo de adhesivo es un componente clave, ya que permite que la cinta sea fácilmente desprendida sin dejar residuos o dañar la superficie a la cual es

aplicada. Se encuentra disponible en el mercado en diversas resistencias, clasificadas en una escala del 1 al 100 según la concentración del pegamento.

La cinta de enmascarar fue inventada en 1925 por el empleado de 3M, Richard Gurley Drew, quien observó cómo los trabajadores de carrocerías se veían frustrados cuando retiraban el papel de carnicero que pegaban a la hora de pintar. El fuerte adhesivo aplicado se descamaba sobre la pintura recién aplicada, necesitando retoques e incrementándose los costos. Así fue que Drew se dio cuenta de la necesidad de una cinta con un pegamento más suave.

Se utilizan principalmente dos tipos de adhesivos: caucho, que tiene una adhesión inicial alta, pero que envejece y se degrada en dos o tres años, y adhesivos acrílicos, que por ser sintéticos tienen una duración mucho más larga, aunque no alcanzan la adhesión definitiva hasta 24 horas después de ser aplicados. Por la rapidez y limpieza en su utilización, las cintas adhesivas se consumen en numerosos procesos industriales; por ejemplo, en el sector del automóvil se utilizan no menos de treinta tipos diferentes de cintas, muchas de ellas de doble cara, para fijar elementos que duran toda la vida del vehículo.

Otra aplicación importante es la de protección de superficies, perfiles de aluminio, pantallas y en general, todo aquello que pueda ser dañado después de su fabricación; en este caso se utilizan cintas de muy baja adhesividad, por lo tanto el tape o cinta adhesiva es muy importante, ya que con ello se sellan las cajas que llevan el producto garantizando así, que las bolsas no entren en contacto con contaminantes de cualquier índole en su traslado o almacenaje.

1.2.4. Corrugado

El cartón corrugado está formado por la unión de tres papeles, los cuales se denominan: el externo tapa o cara, el intermedio onda y el interno contratapa o contracara, este tipo de corrugado con una sola onda corresponde al simple onda. Por su composición el cartón corrugado puede ser: corrugado de una cara; corrugado sencillo; doble corrugado y triple corrugado; todo depende para el uso que se le dará así será el tipo de corrugado.

El corrugado es uno de los materiales más usados para empaque y embalaje por sus ventajas, tales como: protección del contenido durante su transporte y almacenamiento, identificación, economía y naturaleza reciclable y reciclada. El tipo de producto, el envasado, el almacenamiento, la distribución y el uso por parte de los usuarios finales, son algunas etapas por las cuales pasa una caja hasta llegar a su destino.

Al observar las exigencias que enfrenta una caja son altas para mantener su resistencia a la constante manipulación, debiéndose tener atención entre otros: el gramaje de papel o cartón por área de superficie, humedad, espesor del cartón, prueba de compresión. Estos parámetros son muy importantes tenerlos en cuenta, ya que ayudará a seleccionar el tipo de corrugado correcto a utilizar.

1.3. Productos

En Industria Procesadora de Guatemala, S.A., se embolsa o empaca todo tipo de dulces (caramelo duro o bombón), chide en tableta, chide en bola de empaque primario individual o de varias unidades y mixtos.

1.3.1. Embolsado de dulce

El proceso de embolsado de dulce es bien complejo, ya que hay que tener en cuenta parámetros como peso, tanto el del dulce en sí como el que llevará la bolsa del mismo, unidades por bolsa, diseño del dulce, tipo de material de la bolsa, ya que de eso dependerá la programación en la máquina encargada a embolsarlos.

Los parámetros que se programarán en la máquina embolsadora serán las vibraciones en la máquina, la velocidad de dosificación, el peso a programar del producto, entre otros.

Teniendo todos estos datos a la mano, el proceso empieza vaciando el producto a la tolva alimentadora, ésta descarga el producto a la banda transportadora que la dosifica en una banda pequeña, que a su vez ésta dosifica al plato de alimentación. El plato de alimentación se le programa un peso máximo, este vibrara y con ayuda de los dispensadores llenan las tovas para hacer una combinación del peso deseado en cada bolsa, éstas pesadoras descargan el producto en la parte inferior de la máquina que es la encargada de hacer las bolsas.

La bolsa se realiza sellando verticalmente la bobina bolsa, luego que ha caído el producto, la máquina la sella horizontalmente dando como resultado una bolsa llena de producto de dulce.

1.3.2. Embolsado de chicle

El embolsado de chicle es similar al embolsado de dulce, pero hay que tomar en cuenta que los parámetros serán diferentes, ya que se trata de pesos,

y unidades distintas en las bolsas, la velocidad de la máquina será diferente, y en algunos casos se podrá trabajar a mayor o menor velocidad.

1.3.3. Embolsado de tableta

Una de las características de embolsar chide tableta, que por su diseño, y características se podrá embolsar a mayor velocidad que los otros productos sin ninguna dificultad.

1.3.4. Embolsado de mix

El embolsado de mix es una mezcla de todos los productos que allí se producen, dulce, tableta, bombones, etc. Esos productos se mezclan de manera fomulada para garantizar un buen surtido en la bolsa.

El embolsado es muy difícil, ya que por ser de varios productos y de un peso que sobrepasa de 1 kilogramo por bolsa, la máquina tiende a tener un desgaste alto en todos sus componentes comparado con el embolsado de otros productos. Por lo que se recomienda mucha precaución a la hora de realizar este proceso salvaguardando el buen funcionamiento de la máquina posteriormente.

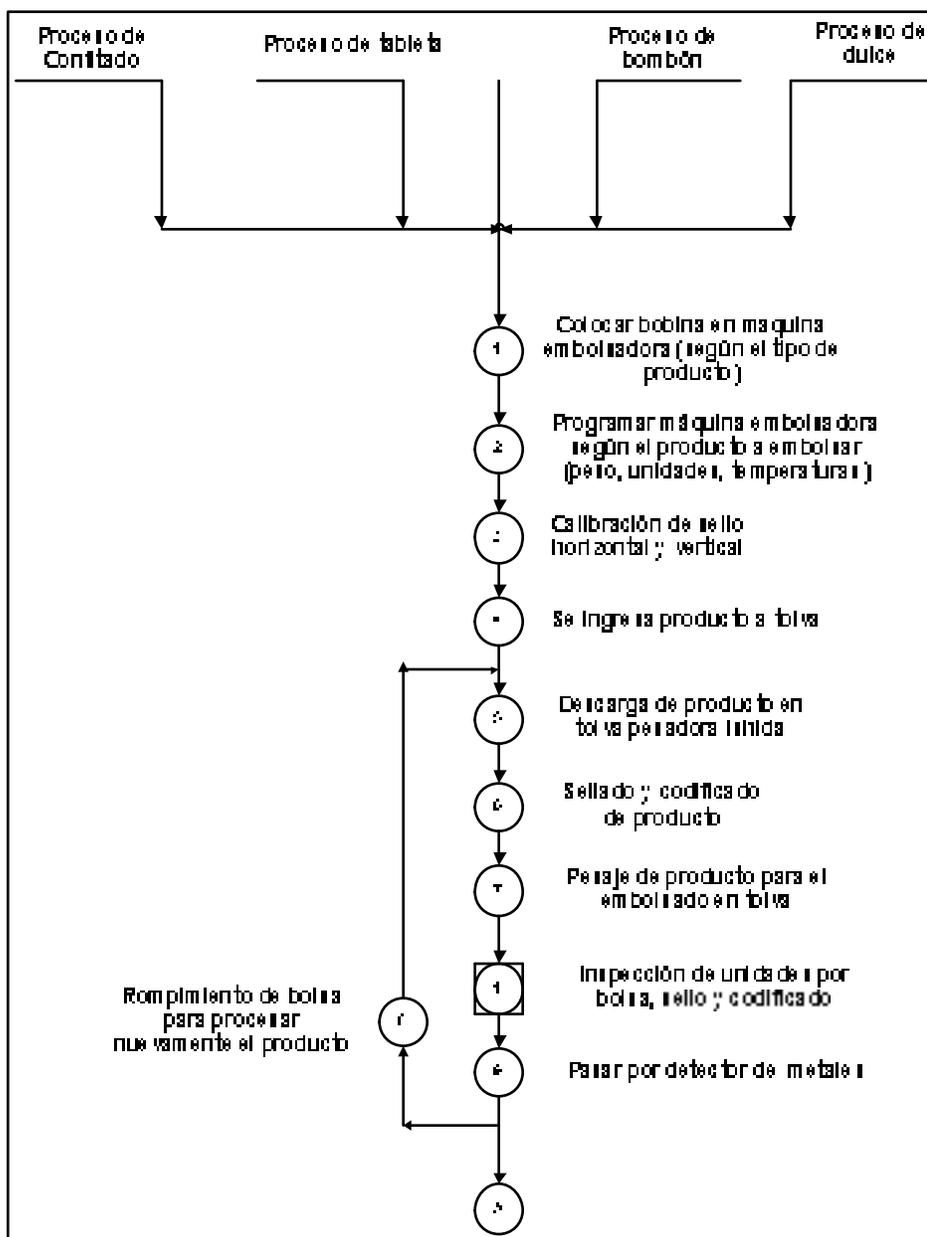
1.4. Proceso de embolsado

El proceso de embolsado, básicamente es empaquetar un producto específico en la bobina bolsa correspondiente. En los siguientes tres incisos se muestran los diagramas de: flujo de operación del proceso, de flujo del proceso y de recorrido del proceso. Esto ayudará a comprender mejor el proceso de embolsado.

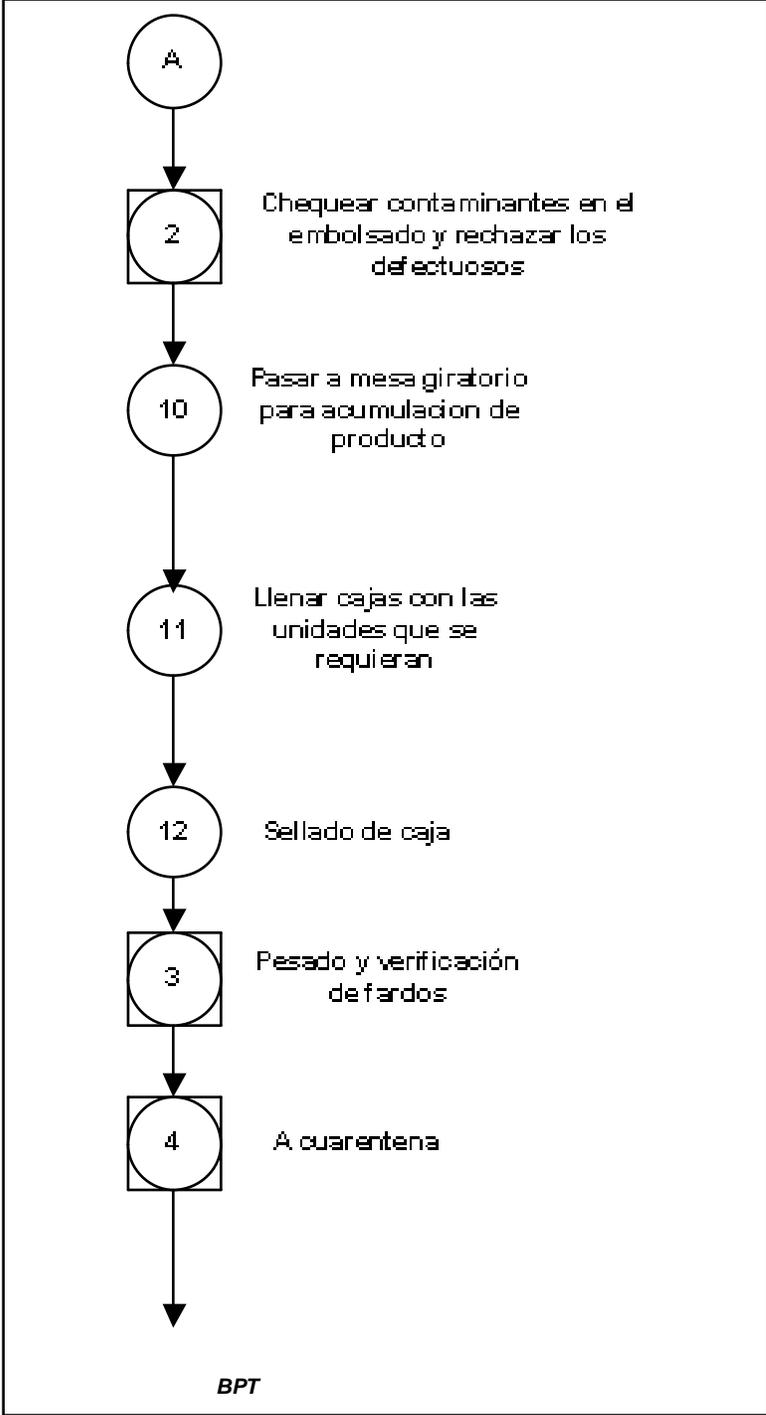
1.4.1. Diagrama de operación del proceso

A continuación se muestra el diagrama de operación del proceso de la línea de producción de embolsadora (ver figura1).

Figura 1. Diagrama de operación del proceso



Continuación de la figura 1.

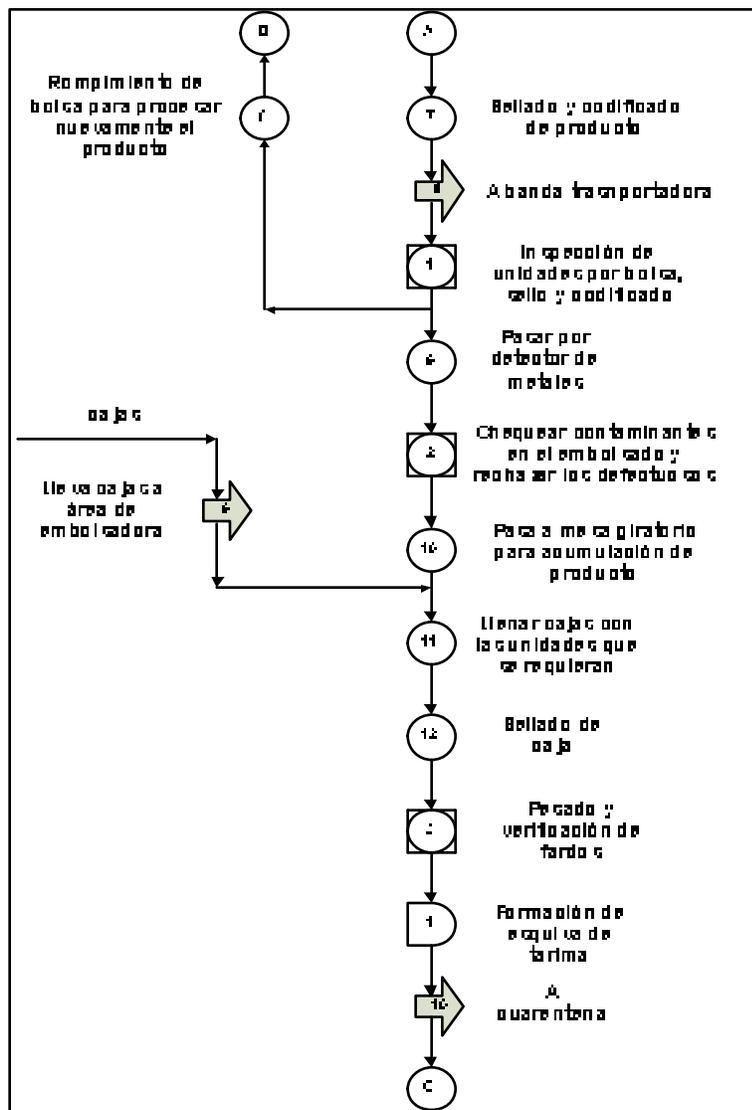


Fuente: elaboración propia.

1.4.2. Diagrama flujo del proceso

A continuación se muestra en la figura 2, el diagrama de flujo del proceso de la línea de producción de embolsadora.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso

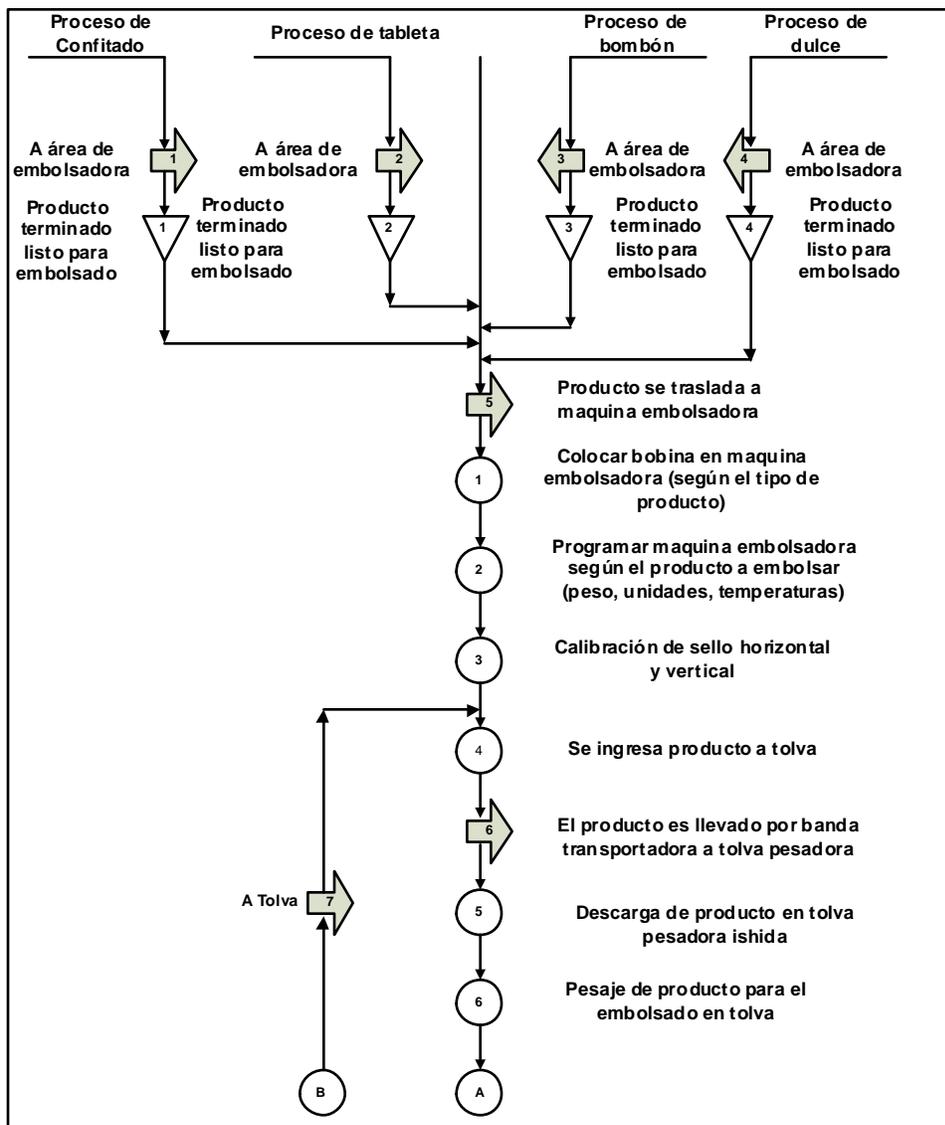


Fuente: elaboración propia.

1.4.3. Diagrama de recorrido del proceso

A continuación se muestra en la figura 3, el diagrama de recorrido del proceso de la línea de producción.

Figura 3. Diagrama de recorrido del proceso



Fuente: elaboración propia.

1.5. Análisis del tamaño producción actual en la línea de embolsado

Actualmente, Industria Procesadora, S.A., gracias a los altos estándares de calidad y la diversidad de productos que allí se producen, el tamaño de producción está aumentando gradualmente, siendo una de sus metas seguir en esa línea de crecimiento. De igual manera, tener una mayor cartera de productos.

1.5.1. Capacidad de producción teórica

La capacidad de producción teórica en el área de embolsado se puede definir como la capacidad que tiene la máquina de embolsar en un tiempo determinado un producto específico, tomando como base la velocidad estándar asignada para dicho producto.

El siguiente ejemplo, se mostrará cómo se calcula la capacidad de producción teórica teniendo en cuenta los siguientes datos:

- Producto en producción: osito menta verde, chicle tableta
- Presentación: 100 unidades por bolsa, el fardo o caja llevan 30 bolsas
- Velocidad estándar: 55 cortes por minuto
- Máquina: embolsadora Massipack
- Tiempo de trabajo: 2 horas, 120 minutos

Con las siguientes fórmulas se encontrará la Capacidad de Producción Teórica, en un tiempo determinado la cual se resume así: CPT.

$$CPT = \frac{\text{Velocidad estándar} * \text{Tiempo de trabajo (m)}}{\text{Cantidad de empaques que lleva el fardo}}$$

$$CPT = \frac{\left(\frac{55 \text{ empaques}}{\text{minuto}}\right) * (120 \text{ minutos})}{30 \text{ empaques}} = 220 \text{ fardos}$$

1.5.2. Eficiencia actual

La eficiencia es la cantidad de fardos o cajas de un producto específico que se produce en un tiempo determinado versus la cantidad de fardos que hubieran hecho teóricamente en el mismo tiempo. La eficiencia total es la sumatoria de todas las eficiencias que se obtienen de los productos.

Al encontrar la eficiencia actual o real del producto analizado en el inciso 1.5.1., se tiene que en 2 horas tuvo que hacer 220 fardos, pero sólo se hicieron realmente, 150 fardos, por motivos no especificados.

$$\text{Eficiencia real} = \frac{CPT}{\text{Fardos reales}} * 100 = \frac{220}{150} * 100 = 68,2\%$$

Al analizar que la eficiencia está muy baja, lo permitido es 85 por ciento podría darse qué paros operativos o mecánicos hayan influido en que la eficiencia sea ésta.

2. EVALUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

2.1. Antecedentes de las máquinas de la línea de producción

Industria Procesadora de Guatemala, S.A., en los últimos años ha estado incrementado su producción de manera gradual, por consiguiente el desgaste de la maquinaria es mayor, por eso es muy importante tener un buen plan de mantenimiento que garantice el buen funcionamiento y disponibilidad de los equipos, evitando así paros innecesarios de la producción.

2.1.1. Embolsadoras

En la línea de producción de embolsado de Industria Procesadora de Guatemala, S.A., se cuenta con 3 máquinas para embolsar el producto; cada una es distinta, ya que una es moderna y las otras dos, son más antiguas, pero a su vez funcionales, otra característica importante de las máquinas es que cada una de ellas trabaja a velocidades distintas y la capacidad de producción varía entre ellas.

En conclusión, las embolsadoras tienen como fin el empacar o embolsar todo el producto que se requiere, garantizando un empaque de calidad, en el menor tiempo posible y a un bajo costo.

2.1.1.1. Componentes importantes de las máquinas

Cada embolsadora es distinta, pero los componentes son similares entre sí, a continuación se describen los más importantes de las máquinas y un breve detalle de cada una de ellas.

- Motores eléctricos: si se define que un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica, por medio de interacciones electromagnéticas, se podrá ver que el motor eléctrico es el que hace que las partes mecánicas de las embolsadoras funcionen, para la cual fueron diseñadas.
- Servomotores: son un tipo especial de motor de cc que se caracterizan por su capacidad para posicionarse de forma inmediata en cualquier posición dentro de su intervalo de operación. Para ello, el servomotor espera un tren de pulsos que corresponde con el movimiento a realizar. Están generalmente, formados por un amplificador, un motor, un sistema reductor formado por ruedas dentadas y un circuito de realimentación, todo en una misma caja de pequeñas dimensiones. El resultado es un servo de posición con un margen de operación de 180° aproximadamente.
- Focélula: ésta en la máquina es vital, ya que es el encargado de mandar la señal a todas los componentes de la máquina para que se accionen de manera sincronizada, garantizando un trabajo continuo en la producción.

- **Bandas de tracción:** son las encargadas de deslizar la bobina bolsa en el tubo formador dándole el tamaño requerido en cada bolsa, según la presentación del producto, éstas son accionadas por un servomotor que les da el giro y el posicionamiento del mismo, las bandas de tracción son las que garantizan que las bolsas queden del mismo tamaño.
- **Resistencias eléctricas:** la resistencia eléctrica de un objeto es una medida de su oposición al paso de la corriente, cuando la oposición es grande ésta genera calor. El calor que se genera se aprovecha en las embolsadoras, para aumentar la temperatura a las mordazas de la máquina.
- **Mordaza del sello vertical y horizontal:** en el inciso anterior se describió la resistencia, ahora ésta va unidad a las mordazas vertical y horizontal y por medio de transferencia de calor, la resistencia aumenta la temperatura de las mordazas, siendo éstas las encargadas de sellar la bobina bolsa dando como resultado unas bolsas con el producto deseado.
- **Rodillos de colocación de la bobina bolsa:** las bobinas bolsas son pesadas, teniendo un peso promedio de 35 kilogramos. Son dos rodillos y uno de ellos está conectado a un servomotor, el otro gira libremente, el servomotor hace girar el rodillo, éste hace que la bobina bolsa, también gire posicionándolo adecuadamente, para evitar tensión en la bobina bolsa.
- **Variadores de frecuencia:** es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC), por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. El variador de

frecuencia es donde se programa la velocidad de corte (velocidad de trabajo) de una de las máquinas de la línea de producción. Además de programar la velocidad de las bandas alimentadoras.

- Panel de control: también llamada pantalla principal, es una herramienta primordial para el operario, ya que es donde él puede configurar los parámetros, y además le sirve de guía para ver el funcionamiento de la misma. El panel de control es donde se logra la comunicación entre el operario y la máquina.
- Cuchilla de corte: tiene una gran importancia en la máquina, ya que es la que se encarga de cortar la bolsa, ésta es impulsada por un cilindro neumático. La cuchilla es de dientes dentada en zigzag hecha en acero de alta velocidad con un porcentaje de tungsteno para una mayor duración, por lo que si tiene un mal uso el filo tiende a disminuir, haciendo que el corte sea malo. La cuchilla trabaja con un promedio de 60 cortes por minuto, por lo que hay que tener mucho cuidado a la hora de trabajar con ella.
- Reguladores de presión: ayudan a reducir la presión y a mantener una presión constante de trabajo. Con los reguladores se establece la presión requerida para trabajar en las máquinas embolsadoras y otras máquinas de la línea de producción, que también requieren de aire comprimido para poder operar.
- Cilindros neumáticos: transforman la energía del aire comprimido en un movimiento lineal, en las máquinas embolsadoras los cilindros neumáticos ayudan a accionar la cuchilla de corte, teniendo un corte homogéneo.

- Unidad de mantenimiento: ésta representa una combinación de los siguientes elementos:
 - Filtro de aire comprimido: el filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante, todas las impurezas y el agua condensada. El filtro tiene por misión:
 - Detener las partículas sólidas
 - Eliminar el agua condensada en el aire
 - Regulador de presión.
 - Lubricador de aire comprimido: el lubricador de aire comprimido tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos en medida suficiente. El lubricante previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión.

Son aparatos que regulan y controlan la mezcla de aire-aceite. Los aceites que se emplean deben tener las siguientes características:

- Buena viscosidad
- Contener aditivos antioxidantes
- Contener aditivos antiespumantes
- No perjudicar los materiales de las juntas
- Viscosidad poco variable trabajando entre 20 y 50 grados centígrados
- No pueden emplearse aceites vegetales (forman espuma)

2.1.2. Detectores del metal

Detectan cuerpos metálicos de cualquier tipo y tamaño en materias primas o productos terminados. Son de amplia utilización en la industria alimenticia, ya que así se garantiza un producto de calidad. El producto es movido por bandas transportadoras, cuando un objeto metálico por encima de un cierto tamaño es hallado por la bobina detectora, el mismo comanda un relé que para la correa y da una señal al operador para verificar el producto contaminado.

El detector de metales protege las instalaciones de gran tamaño a un costo que representa una pequeña fracción que puede ser causado por la inclusión de piezas metálicas, evitando grandes perjuicios por la paralización prolongada de la fábrica, por reparación de la máquina averiada.

Asimismo, representa indiscutibles ventajas, porque detecta la presencia de todas las partículas metálicas ferrosas y no ferrosas mezcladas con el producto, asegurando la calidad para su comercialización.

2.1.3. Selladoras industriales

Las selladoras industriales de cajas que aplican la cinta adhesiva automáticamente en la parte superior e inferior de la caja corrugada, es una herramienta esencial, ya que evita que ese proceso sea un cuello de botella en la línea de producción.

Las ventajas de trabajar con una selladora son:

- La aplicación con selladora permite ahorrar cinta adhesiva, a diferencia de la aplicación manual.
- El sellado simultáneo, abajo y arriba, aumenta la producción y disminuye la mano de obra.
- Fácil y rápido ajuste al tamaño de la caja.
- Su robusta estructura garantiza una inversión duradera y rentable.
- Fácil de mantener y limpiar.
- El mantenimiento es sencillo y un gran *stock* de repuestos.

Especificaciones técnicas:

- Conexión eléctrica: 110 voltios
- Largo del sellado: de 5,9 pulgadas a infinito
- Ancho de cajas: de 4,7 a 18,9 pulgadas
- Altura de cajas: 4,7 a 18,9 pulgadas
- Producción por minuto: 30 cajas
- Tipo: banda transportadora superior y lateral
- Peso: 200 libras

2.1.4. Bandas transportadoras

Las bandas transportadoras constituyen sistemas mecanizados para transporte de materiales. En su forma más elemental, consisten en una banda que es arrastrada por fricción por uno de los rodillos especiales que a su vez es accionado por un motor. La banda es fabricada, según su aplicación, con materiales y dimensiones diferentes y sirve directa o indirectamente para transportar los materiales. Estos sistemas permiten automatizar el manejo de

materiales, así como hacer más eficiente y rápido el traslado de los mismos. Permiten, además, establecer ritmos de trabajo en las diferentes estaciones de proceso colocadas a lo largo del transportador. Se justifican cuando la producción y/o el manejo de materiales son intensivos y se busque mayor eficiencia en las operaciones. Debido al movimiento de la banda el material depositado sobre la banda es transportado hacia el rodillo de accionamiento (este rodillo gira libremente) donde la banda gira y da la vuelta en sentido contrario. En esta zona el material depositado sobre la banda es vertido fuera de la misma debido a la acción de la gravedad.

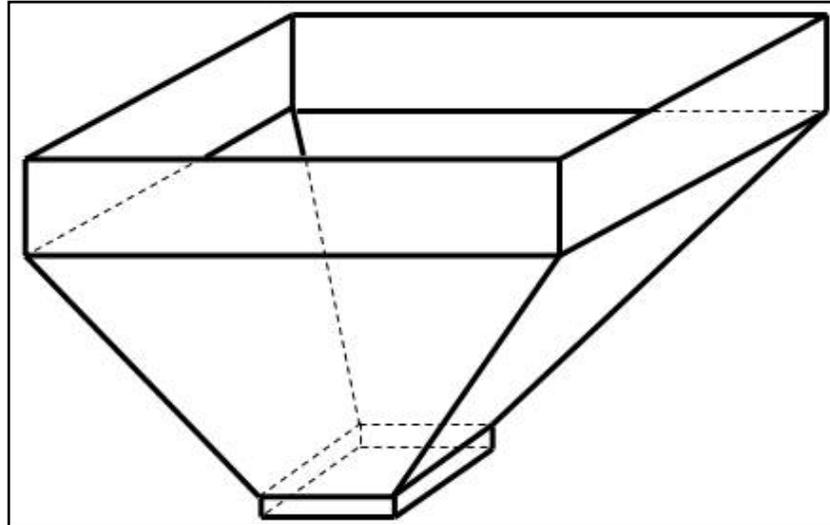
Las ventajas que tiene la cinta transportadora son:

- Permiten el transporte de materiales a gran distancia
- Se adaptan al terreno
- Tienen una gran capacidad de transporte
- Permiten transportar un variedad grande de materiales
- Es posible la carga y la descarga en cualquier punto del trazado
- Se puede desplazar
- No altera el producto transportado

2.1.5. Tolvas

Dispositivo similar a un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización del producto a trabajar. En muchos casos, se monta sobre un chasis para mantenerlo fijo y firme sobre el suelo. Generalmente, es de forma cónica y siempre es de paredes inclinadas, de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y la descarga se realiza por una compuerta inferior, por el peso del mismo producto y por la fuerza de gravedad.

Figura 4. La imagen de una tolva



Fuente: RUIZ TRUJILLO, Roberto [en línea] <http://www.monografias.com/trabajos64/construcción.tolvas>. Consulta: 1 de mayo de 2012.

2.2. Diagnóstico del manteniendo preventivo

Es el programa del mantenimiento preventivo que forma parte de la mejora continua, apoya al equipo gerencial y de mantenimiento a trazar planes de acción para alcanzar los objetivos visualizados para el mantenimiento, logrando así tener una competitividad industrial. El diagnóstico permite conocer el estado actual y su nivel de desarrollo, lo cual evaluado correctamente, ayuda a tomar mejores decisiones.

2.2.1. Tipos de mantenimiento

Industria Procesadora de Guatemala, S.A., cuenta con varios planes de mantenimiento siendo éstos; correctivo, correctivo programado, correctivo emergente y preventivo.

Cada uno con una función específica, pero no se le da seguimiento y un control específico para la realización del mantenimiento, es ahí donde se encuentra una oportunidad de mejora implementando hojas de control, auditorías internas, entre otros.

2.2.2. Programación del mantenimiento

Para llevar un buen control del mantenimiento es importante contar con una programación, este control se puede realizar con el histórico de fallas de las máquinas o con las horas trabajadas por cada máquina y también las calendarizadas.

En Industria Procesadora de Guatemala. S.A., este control se lleva por las horas trabajadas de las máquinas y calendarizadas, por lo que semanalmente se recolecta información de las horas que almacenan los horómetros de las mismas, para luego tabularlas.

Es importante que la programación tenga buena frecuencia y evitar que el mantenimiento sea en horas de producción, ya que esto ocasionaría paros innecesarios dando como resultado una baja eficiencia en la producción, ocasionando pérdidas tanto en el aprovechamiento de horas hombre y horas máquina, como económicas.

Hay que tomar en cuenta, que en ocasiones hay máquinas que por una baja producción no se usan por cierto período, en estos casos es importante valorar si está próximo el mantenimiento preventivo para realizarlo en ese momento, aprovechando el paro por falta de producción, esto ahorraría tiempo, dinero y recurso humano.

2.2.3. Software de mantenimiento

Cada día, el software de mantenimiento informa sobre los trabajos de mantenimiento que se deben realizar y una vez que se llevan a cabo, el software de mantenimiento reprograma la fecha próxima para cuando deban volver a realizarse, ajustando automáticamente los calendarios de mantenimiento. Ayuda a estructurar las rutinas de mantenimiento, forma el catálogo de los equipos, actualiza en forma instantánea los calendarios de mantenimiento, genera las órdenes de trabajo, gráfica tendencias, evalúa el desempeño de mantenimiento, detecta los tipos de falla más frecuentes, almacena información de los repuestos de las máquinas y mano de obra, controla eficientemente las existencias de refacciones.

El software de mantenimiento es una herramienta esencial para el mantenimiento preventivo siempre y cuando se use adecuadamente, existen software avanzados que se dejan crear planos, procedimientos y fotografías de los equipos, pero su alto costo solo son utilizados en empresas grandes.

El software que utiliza la empresa es bastante adecuado para el fin que persigue ésta con el mantenimiento, ya que deja realizar muchas cosas útiles para el buen funcionamiento del mantenimiento preventivo.

2.2.4. Órdenes de trabajo

Estos son documentos físicos en donde se encuentra detallado las tareas de mantenimiento que hay que realizar al equipo indicado, ya sea correctivo o preventivo. Todas las órdenes deben poseer un número correlativo para llevar un mejor control y así evitar que salga un trabajo repetido.

Para que el programa de mantenimiento cumpla las actividades, se deben elaborar órdenes de trabajo que exactamente detallen lo que se tiene que realizar, los materiales y repuestos a utilizar, para finalmente reportar y hacer un buen historial de los equipos.

2.2.4.1. Generación

Teniendo ingresado los datos en el software de mantenimiento MP2, se procede a generar las órdenes de trabajo que el MP2 indica que están listas para realizarse, ya sea porque las horas programadas para el mantenimiento así lo indican o por la fecha.

Es muy importante ingresar las horas trabajadas de la máquina, éstas se obtienen por medio del horómetro que están instalado en las máquinas, pero es importante haber cerrado las órdenes que se realizaron anteriormente, para evitar duplicidad en la orden que se genera por fecha.

Cuando se ha realizado todo lo anterior, se procede a imprimir para poderlas llevarlas al campo de trabajo y realizarlas.

2.2.4.2. Distribución

Teniendo las órdenes de trabajo preventivas ya impresas, se inicia la distribución de las mismas. El coordinador de mantenimiento procede a seleccionarlas y ordenarlas de prioridad alta y baja, para luego distribuirlas a los técnicos para la ejecución.

Ya los técnicos tienen definidos qué máquinas trabajarán, por lo tanto en las órdenes viene impreso su nombre y el de la máquina que trabajará para tener un control del trabajo realizado.

El coordinador revisa las órdenes para ver el grado de dificultad de la tarea y estimar el tiempo en realizar la tarea, y si es posible realizarla solo o si necesitará apoyo.

2.2.4.3. Ejecución

Para realizar las órdenes de trabajo se tiene el día sábado en forma específica, pero para la realización completa de las órdenes no es suficiente ese día, por lo que en el transcurso de la semana se realizan las órdenes pendientes siempre y cuando se pueda realizar y/o lo permita el área de producción.

El técnico revisa la máquina que le fue asignada en la orden y si puede ejecutar en ese momento se realiza, la orden le indica específicamente que tiene qué hacer, el técnico va indicando en la orden lo que realiza, anota las piezas que necesitan cambio, alguna falla detectada, la hora inicial y final de trabajo, lectura del horómetro de la máquina y la fecha de realización. Esto datos son tabulados en el software MP2 para su control. Si una pieza importante necesitara cambio, el técnico procede a informar al coordinador de mantenimiento para su requerimiento a bodega y proceder al cambio correspondiente.

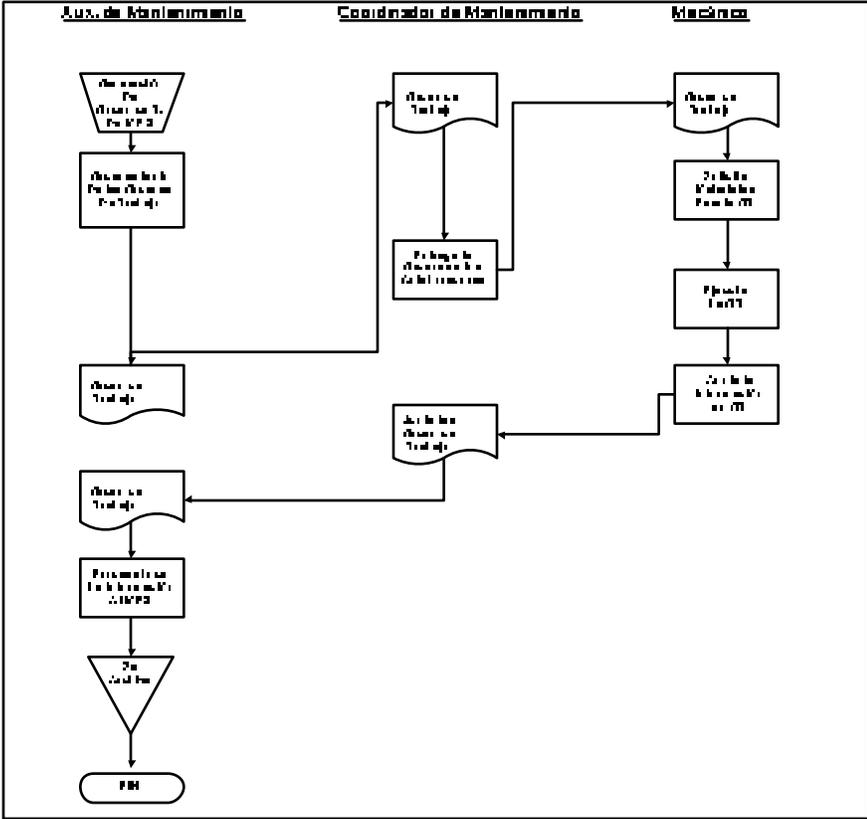
En ocasiones, el área de producción genera órdenes de trabajo con tareas especiales para realizar en las máquinas, esto se debe que en el transcurso de la producción la máquina operaba deficientemente, pero que no

era necesario repararlo en el momento para evitar un paro de producción y mecánico, ya realizada la orden de mantenimiento se entrega la máquina a producción, quien verifica si la máquina operaba perfectamente y se procede a cerrar la orden.

2.2.4.4. Diagrama de flujo del proceso

El siguiente diagrama de flujo muestra el resumen de la generación distribución y ejecución de las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo. Ver figura 5.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso actual, órdenes de trabajo



Fuente: elaboración propia.

2.2.5. Fallas frecuentes

Toda máquina está propensa al desgaste, ya sea por fatiga o por mal uso, por lo cual en la empresa se realizan órdenes correctivas, lo que representa tiempo, paros mecánicos y dinero perdido. Pero existen máquinas que presentan fallas frecuentes, por lo que se traduce a problemas comunes y repetitivos que ocasionan pérdidas de tiempo, recurso humano y material.

Las fallas que se generan en el proceso son indicadores de que algo anda mal y esto es una oportunidad de mejora, estas fallas son generadores de pérdida de tiempo y dinero, además se pierde recurso humano para su reparación. Actualmente, se puede analizar una máquina específica y hacer un estudio de fallas frecuentes que tiene esta máquina, lo importante de este estudio es que una acción correctiva se puede volver preventiva.

A continuación se muestra en la tabla I el análisis de fallas de las máquinas embolsadoras:

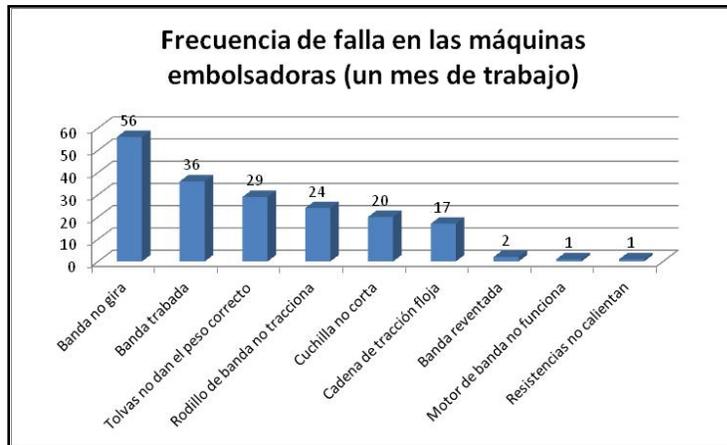
Tabla I. **Análisis de fallas en la línea de producción**

| Frecuencia de falla en las máquinas embolsadoras (un mes de trabajo) | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|--|----------|----------|----------|---------------------------|------------------------------------|--|
| No. | Tipo de falla | Tiempo de reparación(H) | Masipack | Envaflex | Dinaflex | Total de fallas en el mes | Tiempo invertido en reparación (H) | |
| 1 | Banda no gira | 0,25 | 20 | 28 | 8 | 56 | 14 | |
| 2 | Banda trabada | 0,5 | 8 | 12 | 16 | 36 | 18 | |
| 3 | Tolvas no dan el peso correcto | 0,42 | 20 | 8 | 1 | 29 | 12,08 | |
| 4 | Rodillo de banda no tracciona | 0,2 | 4 | 8 | 12 | 24 | 4,8 | |
| 5 | Cuchilla no corta | 0,25 | 4 | 15 | 1 | 20 | 5 | |
| 6 | Cadena de tracción floja | 0,15 | 7 | 8 | 2 | 17 | 2,55 | |
| 7 | Banda reventada | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 4 | |
| 8 | Motor de banda no funciona | 0,75 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,75 | |
| 9 | Resistencias no calientan | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | |
| Horas trabajadas en el mes: 672 | | Total de tiempo invertido en reparación | | | | | 61,7 | |

Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra en la figura 6 la gráfica frecuencia de fallas.

Figura 6. **Gráfica de frecuencia de fallas**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra en la figura 7, la gráfica de tiempo que se invierte en reparación de fallas.

Figura 7. **Gráfica de tiempo que se invierte en reparación de las fallas**



Fuente: elaboración propia.

3. PROPUESTA PARA LA MEJORA AL MANTENIMIENTO

Industria Procesadoras de Guatemala, S.A., es una empresa que cuenta con un departamento de mantenimiento, pero no con un plan de mejora para responder a las exigencias que cada día requieren los equipos, la demanda de la producción va en aumento, por consiguiente el desgaste de las máquinas aumentan. Por ello se propondrá una mejora en el plan de manteniendo preventivo de la línea de embolsado, para garantizar el buen desempeño, funcionamiento y disponibilidad de los equipos a la hora que sean requeridos por el departamento de producción.

3.1. Función

Mantener, reparar y revisar los equipos de la línea de embolsado, desarrollando programas de mantenimiento preventivo eficaces, capaces de evitar paros correctivos, no programados. Aumentando la vida de los equipos y que estos funcionen en óptimas condiciones de trabajo.

3.2. Objetivos

El objetivo primordial es la reducción de paros innecesarios en la línea de producción por falta de mantenimiento o por un mal mantenimiento, esto se logrará con una buena actualización de las órdenes preventivas de trabajo. También, ayudará a reducir los costos y gastos innecesarios para el departamento y por consiguiente para la empresa.

Otros objetivos son los siguientes:

- Evitar, reducir y en su caso, reparar las fallas.
- Disminuir la gravedad de la falla, evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo y optimización del recurso humano.
- Disminución de los costos de mantenimiento, llevando mejores controles.
- Maximización de la vida útil de la maquinaria y sus equipos, garantizando que operen en óptimas condiciones, garantizando así la calidad del producto.

3.3. Aspectos a considerar en la mejora del mantenimiento

Cada vez que se quiere mejorar algo tiene como denominador común algún tipo de inversión económica, tiempo y apoyo del personal involucrado. Deben considerarse todos los aspectos para la mejora, pero sobre todos los económicos, se tiene que tener en cuenta que la mayor inversión será solo inicial, ya que con el transcurso del tiempo el ahorro se verá reflejado puesto, que es uno de los objetivos. El ahorro de tiempo, dinero y productos defectuosos garantizará la mejora del plan de mantenimiento, obteniendo así una administración efectiva en el departamento de mantenimiento.

3.3.1. Costos del mantenimiento

Es el precio pagado por el concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien a un estado específico. Hay que tener presente que un administrador tiene como principal objetivo minimizar los costos, para lograr eso hay que tomar decisiones acertadas y correctas. Como la optimización de la mano de obra, cantidad de materiales, contratos y minimizar los tiempos de paro.

Los costos, en general, se pueden agrupar en dos categorías: directos e indirectos.

El costo global del mantenimiento es la suma de cuatro costos:

- Costos de las intervenciones (Ci)
- Costo de las fallas (Cf)
- Costo de almacenamiento (Ca)
- Costo de sobre-inversiones (Csi)

Costo de las intervenciones: en este costo se induyen los gastos relacionados con el mantenimiento preventivo y correctivo. No se incluyen costos de inversión ni de actualización tecnológica, ya que éstos son producto de proyectos específicos que van en relación directa con el aumento de la producción, por tanto deben estar considerados en el flujo financiero que evalúa la conveniencia de realizar ese proyecto. Tampoco se incluyen ajustes de los parámetros de producción, reubicación de los equipos, tareas de limpieza, etc.

El costo de las intervenciones está compuesto, principalmente por:

- Mano de obra interna o externa
- Repuestos de bodega o comprados para la intervención
- Material fungible ocupado en la intervención

El costo de la mano de obra interna se calcula con el tiempo empleado en la intervención, multiplicado por el costo de HH, especificando el tipo de mano de obra ocupada. La mano de obra externa, generalmente es un monto convenido con un contratista, valores que deberían estar estimados, de ante mano por el encargado del mantenimiento.

Los repuestos que estaban en bodega y son usados en la reparación deben ser valorados al precio actual en el mercado y no al valor que ingresaron a bodega. Los comprados en el momento es el valor de factura.

El material fungible, sea específico o general se costea conforme a la cantidad usada. La amortización de equipos de apoyo y herramientas de uso general se consideran en forma proporcional al tiempo de intervención.

Costo de fallas: éstos corresponden a las pérdidas del margen de utilidad debido a problemas directos del mantenimiento que hayan redundado en una reducción en la tasa de de producción de productos con la calidad deseada, costos por multas debido al daño ambiental, aumento del costo de la seguridad del personal por fallas en los dispositivos de seguridad, pérdidas de negocios, pérdidas de materias primas que no se pueden reciclar, aumento de los costos de explotación, etc.

Los problemas de mantenimiento ocurren por:

- Mantenimiento preventivo mal definido.
- Mantenimiento preventivo o correctivo mal ejecutado.
- Uso de repuesto malos, inadecuados o de baja calidad.
- Mantenimientos efectuados en plazos muy largos por falta de comunicación entre departamentos o adquisición de repuestos.
- Falta de métodos, procedimientos, planificación o personal no calificado.

Costo de almacenamiento: en general este costo es alto en las empresas y es aquí donde existe espacio para implementar mejoras tendientes a bajar costos. El costo de almacenamiento representa los incurridos en financiar y manejar el inventario de piezas de recambio e insumos necesarios para la función mantenimiento, se incluyen:

- El interés financiero del capital inmovilizado por el inventario.
- La mano de obra y la infraestructura computacional dedicada a la gestión y manejo del inventario.
- Los costos de explotación de edificios: energía, seguridad y mantenimiento.
- Amortización de sistemas adjuntos: montacargas, tratamientos especiales.
- Costos en seguros.
- Costos de obsolescencia.

Costo de sobreinversiones: en el diseño inicial de una planta, lo correcto es tomar la decisión de adquirir equipos que minimicen el costo global de mantenimiento durante su ciclo de vida. Ello implica, en general, que se compren equipos cuyas inversiones iniciales son mayores que las de otros que cumplen los mismos requerimientos pero cuyos costos de intervención y almacenamiento asociados se estiman menores. A fin de incluir la sobreinversión, se amortiza la diferencia sobre la vida del equipo. Así es posible castigar en el costo global las inversiones extras requeridas para disminuir los demás componentes del costo.

3.3.1.1. Directos

Los costos directos son aquellos que se pueden identificar plenamente o asociar a los productos y servicios procesados o ejecutados, en el caso del área de mantenimiento son los que están relacionados con el rendimiento de la empresa y éstos disminuyen si la conservación de los equipos es menor, influye de la gran manera la cantidad de tiempo que los equipos sean utilizados y la atención que requiere. Estos costos son fijados por la cantidad de revisiones, inspecciones y en general, las actividades y controles que se realicen a los equipos.

Entre ellos están:

- El costo de la mano de obra directa y contratada.
- Costos de materiales y repuestos directos y contratados.
- Costos de la utilización de herramientas, equipos directamente y contratación.
- Costo de repuestos y materiales directos y contratados.

3.3.1.2. Indirectos

Estos costos no se pueden atribuirlos directamente a la operación o trabajo específico. En mantenimiento, es el costo que no puede relacionarse a un trabajo específico. Por lo general, suelen ser: la supervisión, almacén, instalaciones, servicio de taller, accesorios diversos, administración, etc.

Con el fin de contabilizar los distintos costos de operación del área de Mantenimiento, es necesario utilizar alguna forma para prorratarlos entre los diversos trabajos, así se podrá calcular una tasa de consumo general por hora de trabajo directo, dividiendo este costo por el número de horas totales de mano de obra de mantenimiento asignadas.

3.3.1.3. Generales

Son los costos en que incurre la empresa para sostener las áreas de apoyo o de funciones no propiamente productivas. Para que los gastos generales de mantenimiento tengan utilidad como instrumento de análisis, deberán clasificarse con cuidado, a efecto de separar el costo fijo del variable, en algunos casos se asignan como directos o indirectos.

Los costos que asumen las áreas de mantenimiento por concepto de costos de administración se denominan costos asignados y son fijados por niveles de autoridad que van más allá de las áreas de mantenimiento.

Generalmente, estos costos no se consideran debido a que ellos no son controlables por la organización de mantenimiento, pues son manejados por sistemas externos de información y su determinación es dispendioso.

3.4. Órdenes de trabajo

Para que el mantenimiento pueda mejorarse, es importante que se conozcan bien las principales tareas que se ejecutan en las órdenes de trabajo que actualmente se utilizan. Con ello se podrá determinar qué partes y qué no son trabajadas en cada mantenimiento y quizá la falta de tareas en las órdenes preventivas sea la causa de tanto paro correctivo.

Se procederá a recopilar información con la ayuda del supervisor de mantenimiento, como también, del personal de mantenimiento, y con su ayuda se procederá a ingresar nuevas tareas a las órdenes de trabajo, con el fin de mejorar las mismas y hacer más efectivas las órdenes de trabajo.

3.4.1. Nuevas tareas

Éstas surgirán de las inspecciones que se realicen en las rutinas de mantenimiento al momento de ir actualizando las órdenes de trabajo preventivas. Y se llevará a cabo por el coordinador del área, y los operarios de las máquinas, pues son ellos los que directamente están involucrados en el funcionamiento de la máquina e indicarán las partes que más problemas les surgen al momento de operar los equipos.

Esto será de gran ayuda debido a que las órdenes serán actualizadas y posiblemente, algunas tareas se eliminarán y serán sustituidas por otras.

3.4.2. Tareas específicas y explícitas

Con las nueva recopilación de datos, se pretende que las tareas sean más específicas, es decir, que contengan más información del trabajo a realizar y la vez ser más explícitas y no muy generales.

3.4.3. Instrucciones de trabajo

Es muy importante, que cada tarea contenga las instrucciones de lo que se realizará, ya que esto evitará errores a la hora de ejecutarla. Estas instrucciones deben detallar las herramientas, materiales que se usarán. También es muy importante que las instrucciones se den de manera que todos los involucrados las entiendan, lo recomendable es de manera técnica, para evitar errores en la interpretación de la tarea.

3.4.4. Herramientas de trabajo

Asimismo, es importante, que a la hora de ejecutar la tarea se cuente con todas las herramientas de trabajo, materiales, repuesto y equipo adecuado para realizar la tarea, esto evitará: que la máquina se quede sin reparación por falta de repuesto, demora en la reparación por buscar herramientas, que al final ocasionará costos más elevados para el mantenimiento.

3.5. Recopilación de repuestos a utilizar

Es importante tener el conocimiento de los repuestos a utilizar durante el mantenimiento, para tener un historial de los mismos, esto debido a que deberán estar en la bodega de suministros al momento de ser requeridos por

los colaboradores del mantenimiento. Esto ayuda a reducir tiempos de mantenimiento y por consiguiente la eficiencia en el mantenimiento será mejor.

3.5.1. Asignación de repuestos a las tareas preventivas

Teniendo un buen conocimiento de los repuestos que se utilizarán en cada tarea, se procederá a asignar los mismos a las órdenes preventivas. Esto ayudará a minimizar el tiempo que se demora en suministros, o a mejorar estos tiempos para despacharlos, para que el tiempo de espera que tienen los colaboradores de mantenimiento se reduzca en ir a traerlos, ya que, con anticipación el departamentos de compras tendrán a detalle qué suministros se utilizarán para el mantenimiento, y eso facilitará su trabajo para preparar los repuestos.

3.5.2. Almacenaje y distribución de repuestos

Un buen almacenaje y distribución de los repuestos traerá consigo un buen desempeño del mantenimiento, ya que, si los repuestos están ubicados de manera correcta y ordenada será fácil para el encargado ubicarlo fácilmente y además, garantiza que el repuesto se encuentra en óptimas condiciones, garantizando así su buen funcionamiento. La distribución es también importante porque si ésta se hace de manera correcta se disminuirá tiempo de ese proceso.

3.5.2.1. Solicitud

El coordinador de mantenimiento es el encargado de abrir una solicitud de compra de herramientas o repuestos que serán utilizados en los próximos días, en el Sistema AS400, ya sea para el mantenimiento preventivo o correctivo, es

muy importante que la solicitud sea detallada lo más posible para garantizar que lo solicitado tenga la mejor calidad. Esta solicitud debe ser aprobada por el Gerente de Mantenimiento, a quien se le debe dar razón de ser de los repuestos a utilizar y la cantidad de los mismos.

Ya aprobada la solicitud, el Gerente de Logística procede entregársela al encargado de compra, quien cotizará los repuestos con los proveedores calificados por la empresa para la solicitud de los mismos. Aquí es donde el tiempo de entrega de los repuestos de mantenimiento depende de la habilidad del encargado de compras, ya que está en sus manos el poder tener un repuesto de calidad y al menor tiempo posible.

Pero hay que tener en cuenta que no siempre está en manos del encargado de compras la calidad y el tiempo de entrega de los solicitado. Ahí es donde entra la capacidad del Coordinador de Mantenimiento en solicitar a tiempo repuestos que por simple inspección no son fácil de conseguir, además, también es importante la capacidad que tiene la empresa en comprar los repuestos originales para garantizar la calidad de los mismos, ya que muchas veces se recurre a repuestos de baja calidad por cuestiones de costo.

3.5.2.2. Almacenamiento

El almacenamiento de los repuestos para el mantenimiento juega un factor muy importante, ya que tener almacenado genera costos por eso es importante la optimización de los recursos, tener un alto *stock* de repuestos no garantiza que el mantenimiento es el mejor, tampoco tenerlo bajo. Es importante hacer una evaluación para ver la cantidad de repuestos que se tendrán almacenados habría que priorizar los repuestos.

Al momento de ingresar los repuestos a la empresa, se llama a la persona encargada de la bodega de suministros, quien revisa que los mismos se encuentren en perfecto estado, cuenten con la calidad necesaria, concuerden con lo que se indica con el envío respectivo, así como la cantidad de los mismos.

De la misma manera que se van ingresando, tendrían que colocarse en las estanterías de la bodega, se codifican de acuerdo al tipo de repuesto y a la máquina a la cual pertenecen y anotarlos en un libro de ingresos para llevar el control.

3.5.2.3. Revisión

Todos los días el coordinador debe darle seguimiento a las solicitudes de los repuestos que solicita para verificar que estén ingresando a la bodega, esto con el fin de saber si lo que ha solicitado fue lo que llegó a la planta y también, para saber si ya puede hacer uso de los mismos; de lo contrario debe informar al Gerente de Mantenimiento que aún los repuestos solicitados no han ingresado.

Esto evita retrasos a la hora de hacer uso de los mismos, y a la vez identificar si hubo algún error en la compra para que sea cambiado antes de que afecte al departamento de mantenimiento. Por lo que el coordinador deberá informar inmediatamente al Gerente de Mantenimiento.

3.5.2.4. Requisición

La requisición de los repuestos la realizan los colaboradores de mantenimiento, para su efecto, se deberá contar con una solicitud de repuestos

a bodega de repuestos, en donde el coordinador de mantenimiento tiene que indicar qué tipo de repuesto y la cantidad de piezas a solicitar, él es el que autorizará la requisición.

En dicha solicitud, debe indicar la máquina a la cual se le colocará o donde se utilizara dicha pieza, nombre de la persona que solicita el repuesto, firma autorizada por el coordinador del departamento, para poder sustraer el repuesto de la bodega, fecha de solicitud, como requisitos principales.

3.5.2.5. Utilización

La utilización de los repuestos por parte de los colaboradores de mantenimiento, deberá hacerse de la mano como lo indica el fabricante de los mismos, ya que es la única manera de garantizar su buen funcionamiento. Por lo que se deben utilizar el equipo adecuado para el montaje de los mismos, de lo contrario puede que las piezas no queden bien ajustadas y dañen otras partes de las máquinas ocasionando paros mecánicos.

El coordinador de mantenimiento es el responsable de velar que los mecánicos cuenten con las herramientas ideales para desarrollar su trabajo de una manera eficaz, limpia y ordenada; evitando consigo pérdidas de tiempo por el mal manejo de los materiales y herramientas para trabajar que sólo ocasionan que el costo del mantenimiento se eleve.

3.6. Lubricación de la máquina

La lubricación es una de las tareas más importantes en la conservación de las máquinas, está presente en absolutamente en todos los programas de

mantenimiento preventivo de cualquier industria o empresa. Las tareas de lubricación deben ser consideradas con una óptica diferente.

El lubricante tiene fundamentalmente dos funciones:

- Proteger la maquinaria.
- Servir como vehículo de información acerca de las condiciones de operación de la maquinaria y la presencia de las causas de falla de ésta.

Pero muchas veces esta actividad la hacen colaboradores sin experiencia y con poca o nula capacitación, las fallas que ocurren en la máquina son causadas por una lubricación deficiente. Por eso es necesario tener al personal idóneo, ya que sólo personal experto será capaz de asegurar que la maquinaria se encuentra realmente protegida y podrá localizar condiciones de funcionamiento anormal del equipo a través de las tareas de revisión de niveles, relleno y reengrase. Al efectuar estas acciones, el profesional de la lubricación podrá darse cuenta de la temperatura, color, olor, vibración anormal, etc., en la maquinaria y debido a su conocimiento del equipo, podrá determinar si la condición es una falla potencial.

3.6.1. Lubricantes recomendados y sus proveedores

Todas las máquinas traen su manual de operación en donde detalla las características de la misma, en ella se podrá obtener la información del lubricante recomendado por el fabricante a usarse en la máquina. Pero hay que tener en cuenta que muchas de ellas no cuentan con el manual de operaciones, por lo que es muy importante contratar personal experto en el tema para que recomienden el lubricante adecuado para la máquina, aún si eso

representa un gasto adicional. Aunque, ya hay proveedores que hacen esos estudios para recomendar sus lubricantes sin ningún costo.

Lo ideal sería que se usara el lubricante que el fabricante de la máquina recomiende, pero si no se cuenta con esa información entonces hay que recurrir al experto para que sea él el que decida cuál usar, nunca hay que suponer cuál es el ideal, ya que de eso depende el buen funcionamiento y durabilidad de la máquina.

3.6.2. Puntos de lubricación en la máquina

El manual de la máquina indica qué partes se deben lubricar, y la frecuencia. Por eso es importante que el colaborador de mantenimiento tenga ese conocimiento, lo recomendable es que en la orden de trabajo vaya detallado los puntos de lubricación, la cantidad de lubricante a usar y el tipo de lubricante que la máquina necesita. No es recomendable lubricar, sólo las partes que sean visibles a lubricar, ya que eso ocasiona una lubricación deficiente y un mal mantenimiento preventivo. La mala lubricación puede arruinar la operación de la máquina.

3.7. Verificación de bandas transportadoras

Las bandas transportadoras en la línea de producción de embolsado juegan un importante papel, porque si llega a fallar las bandas la producción para a su totalidad, ésta es la encargada de alimentar de producto a las máquinas embolsadoras, empacadoras, por lo tanto el mantenimiento en las bandas es esencial. Una empresa de cualquier índole no se puede dar el lujo de tener paros de producción, más por falta de mantenimiento.

En el inciso 2.2.5. se observa que el análisis de fallas frecuentes y los paros por las bandas de tracción representan un tiempo bastante considerable, ahí se puede identificar una mejora para que la producción aumente, logrando mejorar el mantenimiento de la misma. Está en disposición del coordinador de mantenimiento de enfocar su esfuerzo para reducir esos paros mecánicos.

3.8. Mantenimiento preventivo para sistema eléctrico

Toda máquina en la línea de producción opera con corriente eléctrica, por lo que es importante que el mantenimiento de las misma sea adecuado para no tener problemas. Cuando las instalaciones eléctricas no son las más adecuadas o no tienen el mantenimiento adecuado, pueden sobrecargarse generando cortos circuitos dañando la o las máquinas.

Tener un mantenimiento preventivo en el sistema eléctrico permite de manera programada mantener en buen estado y funcionando las líneas y sistema de energía. Asimismo, se puede diagnosticar el cambio de piezas de mayores a corto o mediano plazo.

A continuación, algunos pasos sencillos para un mantenimiento preventivo del sistema eléctrico.

- Inspección visual de condiciones de recepción del equipo.
- Limpieza general de equipo.
- Inspección ocular de los alimentadores.
- Mediciones eléctricas de los tableros de distribución de voltaje regulado y normal.
- Pruebas de arranque a luminarias de emergencia.

3.8.1. Revisión de temperatura de cajas reductoras y motores

La mayoría de los problemas que presentan los motores eléctricos se pueden detectar por una simple inspección, o bien efectuando algunas. Este tipo de pruebas se les conoce como de diagnóstico o de verificación, se inician con la localización de fallas con las pruebas más simples, y el orden en que se desarrollan, normalmente tiene que ver con el supuesto problema. La forma de identificar los problemas tiene relación con el tamaño del motor y su tipo, especialmente cuando se trata de motores monofásicos en donde hay mayor variedad constructiva. Cuando se produce un defecto en un motor no sólo hay que considerar el costo de la reparación del mismo, ya que muchas veces el costo de la parada de producción llega a ser más elevado que la reparación, situación que conocen los responsables de producción y mantenimiento. De ahí la importancia de un buen sistema de protección que sólo actúe cuando haya un verdadero peligro, evitando las paradas innecesarias.

Realizada una prueba de simple inspección se detecta que el motor o cajas reductoras están a una temperatura fuera de lo normal, se encuentra una oportunidad de mejora para que el motor sea revisado antes de que éste falle.

3.8.2. Instalaciones eléctricas

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilicen. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos, sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones, y soportes.

Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), ocultas, (dentro de paneles o falsos plafones), o ahogadas (en muros, techos o pisos).

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Además, algunas de las características que deben de poseer son:

- Confiables, es decir que cumplan el objetivo para lo que son, en todo tiempo y en toda la extensión de la palabra.
- Eficientes, es decir, que la energía se transmita con la mayor eficiencia posible.
- Económicas, o sea que su costo final sea adecuado a las necesidades a satisfacer.
- Flexibles, que se refiere a que sea susceptible de ampliarse, disminuirse o modificarse con facilidad, y según posibles necesidades futuras.
- Simples, o sea que faciliten la operación y el mantenimiento sin tener que recurrir a métodos o personas altamente calificados.
- Agradables a la vista, pues hay que recordar que una instalación bien hecha simplemente se ve bien.
- Seguras, o sea que garanticen la seguridad de las personas y propiedades durante su operación común.

3.8.3. Verificaciones de conexiones eléctricas

Las instalaciones eléctricas siempre deben ser objeto de una inspección inicial previa a su puesta en servicio, o al realizar una modificación y efectuar revisiones periódicas a intervalos preestablecidos.

Durante la ejecución de estas inspecciones se deben tomar ciertas precauciones para garantizar las condiciones de seguridad correspondientes. Lo recomendable es que se abra una orden de trabajo para realizar estas verificaciones, en donde se revisen las condiciones eléctricas y hacer el mantenimiento preventivo correspondiente si fuera necesario. Esto ayudará a evitar riesgos eléctricos, generando un ambiente seguro en el trabajo.

3.8.4. Verificaciones de corriente eléctrica

La corriente o intensidad eléctrica es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe al movimiento de los electrones en el interior del material. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en C/s (culombios sobre segundo), unidad que se denomina amperio. El instrumento usado para medir la intensidad de la corriente eléctrica es el galvanómetro que, calibrado en amperios, se llama amperímetro, colocado en serie con el conductor cuya intensidad se desea medir.

Es muy importante, que constantemente se monitoree el flujo de corriente eléctrica, esto con la finalidad de proteger los equipos eléctricos, hay equipos que son tan sensibles que con una sobrecarga fallan o tienden a descomponerse definitivamente.

En la línea de producción esto es muy importante, ya que los equipos de empaque trabajan por impulsos eléctricos y si la carga no es la adecuada tiende a dar pesos erróneos dando una mala calidad del producto empaquetado, teniendo como consecuencia reproceso en el empaque elevando los costos del producto.

3.9. Mantenimiento preventivo para el sistema neumático

El mantenimiento preventivo para el sistema neumático permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

Los síntomas de un mal acondicionamiento del aire comprimido son:

- Rápido desgaste de las piezas móviles en cilindros y válvulas
- Formación de gotas de agua en las conducciones
- En el lubricador se deposita agua
- Velocidad lenta de los elementos de trabajo
- Los silenciadores de las válvulas se ensucian
- Velocidad lenta de los elementos de trabajo

Para evitar que sucedan estos síntomas, es importante que el plan de mantenimiento sea el más adecuado.

3.9.1. Niveles de aceite en unidades de mantenimiento

Es importante verificar el nivel de aceite en la mirilla y, si es necesario, suplirlo hasta el nivel permitido. Los filtros de plástico y los recipientes de los

lubricadores no deben limpiarse con tricloroetileno. Para los lubricadores, utilizar, únicamente aceites minerales. Así se logra que los elementos neumáticos estén bien lubricados, previniendo el desgaste prematuro de las piezas móviles, ayudando a reducir el rozamiento y proteger los elementos contra la corrosión.

3.9.2. Inspección visual de fugas

Una manera sencilla de lograr un ahorro de energía inmediato en un sistema de aire comprimido, es la eliminación del desperdicio de aire en forma de fugas. Si bien el aire es gratis; hasta que se comprime. El aire comprimido que se tira a la atmósfera en forma de fugas es dinero desperdiciado.

Por ello es necesario hacer un plan de acción para revisar tuberías, mangueras y todo lo relacionado por donde pase el aire comprimido para disminuir hasta eliminar las fugas. Un proyecto de eliminación de fugas de aire comprimido se clasifica en dos: el costo de la detección de fugas de aire comprimido, para que éste sea el mínimo se puede hacer una inspección visual, y el costo de reparación de las mismas.

3.9.3. Revisión de presiones de trabajo

La presión es una fuerza por unidad de superficie y puede expresarse en unidades tales como: pascal, bar, atmósferas, kilogramos por centímetro cuadrado y psi (libras por pulgada cuadrada).

No todos los equipo de trabajo opera a las mismas presiones, por eso se cuentan con reguladores de presión, esto ayuda mantener una presión de trabajo constante, la presión variable en la entra sale a una presión requerida

fija en la salida, si el equipo trabaja a una presión que no es la indicada puede fallar o trabajar erróneamente, causando paros innecesarios en la producción.

Por eso es necesario estar revisando constantemente que la presión de operación sea la adecuada y que no ha variado, ya sea porque el regulador se ha dañado o por manipulación del operario de la máquina. Esto ayudará a reducir riesgo de fallas en el equipo y por ende, mejorar la vida de las mismas.

3.10. Rutinas de limpieza e inspección

Industria Procesadora de Guatemala, S.A., por ser una empresa manufacturera de productos de golosinas necesita tener una rutina de limpieza bien definida para garantizar la calidad del producto que ahí se procesa. Una rutina de limpieza ayuda a simplificar el tiempo que éste conlleva, esto se logra estableciendo procesos bien definidos a la hora de realizar la limpieza, tener claro qué se busca con ella y qué beneficios se obtendrán a la hora de hacerlo adecuadamente.

El coordinador del área es el encargado de inspeccionar que la limpieza se haga correctamente, chequeando cada uno de los equipos y asegurarse que la limpieza se hizo bien.

3.10.1. Importancia de la limpieza

Hacer la limpieza de manera adecuada ayuda con la calidad y productividad en el área de trabajo, también, a conservar los equipos, maquinaria o herramienta. Si la limpieza se hace de manera errónea puede ocasionar todo lo contrario, por eso hay que crear un compromiso con los colaboradores para que la limpieza se haga de manera correcta y consiente.

Se puede implementar las 5'S, este término proviene de términos japoneses que diariamente se pone en práctica en la vida cotidiana y no son parte exclusiva de una cultura japonesa, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tienen tendencia a practicar o se ha practicado las 5'S, aunque no se den cuenta.

Las 5'S son:

- *Seiri*: Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente
- *Seiton*: ordenar
- *Seiso*: limpieza
- *Seiketsu*: estandarizar
- *Shitsuke*: disciplina

Algunos de los beneficios que genera la estrategia de las 5'S son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
 - Mayor calidad.
 - Tiempos de respuesta más cortos.
 - Aumenta la vida útil de los equipos.
 - Genera cultura organizacional.
 - Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos
- Definición de las 5'S.

Haciendo esta implementación ayudará a crear una cultura organizacional de limpieza dentro de la empresa, generando mayor compromiso a la hora de realizar la limpieza por parte de los colaboradores.

Los beneficios de la limpieza son:

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la efectividad global del equipo (OEE).
- Reduce los desperdicios de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.
- La calidad del producto se mejora y evita las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.

3.10.2. Forma correcta de hacer la limpieza

Es importante que la limpieza se haga de la forma correcta, para ahorrar los costos que esto conlleva, pero sobre todo, para garantizar la calidad del producto que ahí se realiza (evitando que dentro del producto se vayan residuos o suciedad).

Pero, para hacer la limpieza correcta es importante contar con todos los utensilios y equipo de limpieza.

Pasos para realizar la limpieza correcta.

- Identificar qué se va a limpiar.
- Priorizar el tiempo que se va a invertir al equipo para limpiarlo.
- Conocer el funcionamiento del equipo, esto evitará que el equipo se dañe por mala limpieza.
- Tener a la mano todos los utensilios necesarios para la limpieza.
- Comprometer y capacitar a los colaboradores para que la limpieza se haga consiente y correctamente.
- Dar seguimiento y llevar hojas de control de la limpieza.

Figura 8. Hoja de control de limpieza semanal

| CONTROL DE LIMPIEZA EMBOLSADORAS | |
|---|--------------------------|
| Industria Precesadora de Guatemala, S.A. Area Embolsadoras Fecha: _____ | |
| Marcan con un cheque en las casillas siguientes si cumple con lo establecido. | |
| Piso del área se encuentra limpio y seco Observaciones: _____ | <input type="checkbox"/> |
| El producto se encuentra ordenado en el lugar correspondiente Observaciones: _____ | <input type="checkbox"/> |
| Banda transportadora limpia, seca y colocada(Dinaflex, Envaflex y Masipack) Observaciones: _____ | <input type="checkbox"/> |
| Tolva colectora de producto limpia(Dinaflex, Envaflex y Masipack) Observaciones: _____ | <input type="checkbox"/> |
| Pesadoras lshidas se encuentran limpias y colocadas(Dinaflex, Envaflex y Masipack) Observaciones: _____ | <input type="checkbox"/> |
| Mordazas Vertical y Horizontal limpio y sin residuos de producto(Dinaflex, Envaflex y Masipack) Observaciones: _____ | <input type="checkbox"/> |
| Maquinas embolsadoras limpias(Dinaflex, Envaflex y Masipack) Observaciones: _____ | <input type="checkbox"/> |
| Mesas giradoras limpios Observaciones: _____ | <input type="checkbox"/> |
| Maquinas enfardadoras limpios y colocados en su lugar Observaciones: _____ | <input type="checkbox"/> |
| Paredes del área limpio y estanterias ordenadas Observaciones: _____ | <input type="checkbox"/> |
| Verificar que no quede nada de utensilios de limpieza en el área Observaciones: _____ | <input type="checkbox"/> |

Fuete: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1. Departamentos involucrados

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo es una tarea que requiere de mucho esfuerzo y de la colaboración de muchas personas. La implementación necesita que se cumplan algunas condiciones, como las siguientes:

- Las personas que pretendan implementarlo, tendrán que tener, además del conocimiento técnico necesario, la experiencia que le permita diseñarlo para cada caso particular.
- El efectivo apoyo de la gerencia de la empresa, tanto desde el punto de vista económico, como el respaldo para convencer a los demás departamentos de la empresa para su necesaria colaboración. Para lograr una implementación efectiva es necesario que la gerencia esté convencida de su utilidad y del beneficio que ésta provocará. De no contar con el apoyo es mejor no intentar iniciar el programa, ya que será un rotundo fracaso.

4.1.1. Departamento de producción

El departamento de producción es el responsable de controlar las diferentes fases del proceso de producción, optimizando los costos; mantiene

estrecha relación con el departamento de ventas para poder cumplir con los pedidos de los clientes.

El jefe de producción es el encargado de velar por el buen funcionamiento de las líneas de producción. En el área de embolsadora hay un coordinador, que es la persona encargada de llevar el control y el ritmo de la producción, garantizando que todo el proceso se haga correctamente.

Está en estrecho contacto con el personal operativo de la línea, que también tiene experiencia y conocimiento del producto.

Todo este conocimiento del producto y maquinaria y equipo, será de gran ayuda al momento de iniciar la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

4.1.2. Departamento de mantenimiento

Éste es el encargado de velar por el buen funcionamiento de las máquinas y equipos de la empresa. En el proceso de implementación de un plan de mantenimiento preventivo, el departamento encargado de echar a andar todos los mecanismos necesarios, es el de mantenimiento preventivo.

Debe, entre otras cosas, definir el área de aplicación del programa, hacer una evolución del recurso humano con el que se cuenta y establecer si es suficiente para realizar la tarea, así como establecer los objetivos que se desean alcanzar y realizar un cronograma de ejecución para poder darle seguimiento a los avances del programa; un diagrama de Gantt sería funcional.

Uno de los primeros pasos en la implementación del mantenimiento preventivo es la actualización de la orden de trabajo. En consecuencia, debe diseñarse una que contenga toda la información necesaria, no sólo para la ejecución de los trabajos, sino que además, sirva como fuente de información para construir la ficha de cada equipo. Todas las formas que se utilicen en el campo deben de ser diseñadas, de tal manera, que el personal tenga que escribir lo menos posibles, esto hará más efectivo la orden de trabajo.

4.2. Capacitación

Para que la implementación del mantenimiento preventivo sea exitoso se necesita que el personal involucrado tenga el conocimiento, la habilidad y estar siempre dispuestos al cambio. Cuando el personal necesite algún apoyo en algún tema para que su desempeño sea el deseado es muy importante capacitarlo.

La capacitación apoya al colaborador aumentar sus conocimientos, desarrollar sus habilidades y actitudes para mejorar su desempeño; mejorando así la calidad del trabajo que realiza. A través de la capacitación el perfil del trabajador se adecúe al perfil de conocimientos, habilidades y actitudes requeridos en un puesto de trabajo.

Es importante detectar las necesidades de capacitación, para no correr riesgo de hacer capacitaciones erróneas, lo cual ocasionaría gastos innecesarios.

Para detectar las necesidades de capacitación deben realizarse tres tipos de análisis; éstos son:

- Análisis organizacional: es aquél que examina a toda la compañía para determinar en qué área, sección o departamento, se debe llevar a cabo la capacitación; tomar en cuenta las metas y los planes estratégicos de la compañía, así como los resultados de la planeación en recursos humanos.
- Análisis de tareas: se analiza la importancia y rendimiento de las tareas del personal que va a incorporarse en las capacitaciones.
- Análisis de la persona: dirigida a los empleados individuales. En el análisis de la persona se debe hacer dos preguntas ¿a quién se necesita capacitar? y ¿qué clase de capacitación se necesita?. En este análisis se debe comparar el desempeño del empleado con las normas establecidas de la empresa. Es importante aclarar que esta información se obtiene a través de una encuesta, entrevistas y observaciones.

Al detectar las necesidades de capacitación, permitiría planificar y ejecutar las actividades de capacitación de acuerdo a prioridades y utilizando los recursos de manera eficiente, conocer quién realmente necesita capacitación y en qué área; optimizando así el uso de los recursos.

La importancia de este paso es vital en la mantención del mantenimiento preventivo, porque depende del análisis total de objetivos que busca éste y las actividades de la empresa producirán instrumentos que se usarán para determinar las necesidades de capacitación específica.

Es muy importante contar con archivos de las actividades de capacitación, tanto de mantenimiento, como de producción, así como la frecuencia, tiempo o

predeterminadas para su ejecución, método de la actividad, normas, criterios y materiales empleados, herramientas e instrumentos.

4.3. Procedimientos para las órdenes de trabajo

La orden de trabajo tiene gran importancia, no sólo dentro del desenvolvimiento de un Programa de Mantenimiento Preventivo, sino en la adecuada administración del Departamento de Mantenimiento. Es decir, todos los trabajos mayores de mantenimiento que se realicen deben estar soportados por una orden de trabajo.

Trabajos mayores son aquéllos que quedan fuera de rutinas que son ejecutadas de forma continua, por ejemplo: lubricación rutinaria. No es conveniente generar una orden de trabajo para la ejecución de lubricación o ciertos ajustes que tengan que realizarse continuamente en una máquina, por razón de su diseño o del proceso.

La orden de trabajo no sirve solamente, para indicar al encargado de realizar el trabajo lo que se requiere de él, sino especificar todos los detalles que deben ser tomados en cuenta para llevarlos a cabo, por ejemplo: la frecuencia en que debe realizarse, qué prioridad tiene, quien lo ordenó, etc.

El llenado de una orden de trabajo bien diseñada debe proporcionar toda la información necesaria para la elaboración de la ficha histórica, consumo de repuestos, tiempo empleado tanto en mantenimiento preventivo, como en mantenimiento correctivo.

Es conveniente que esta forma se haga imprimir en duplicado y numeradas en forma correlativa. El original, para ser utilizado por el personal

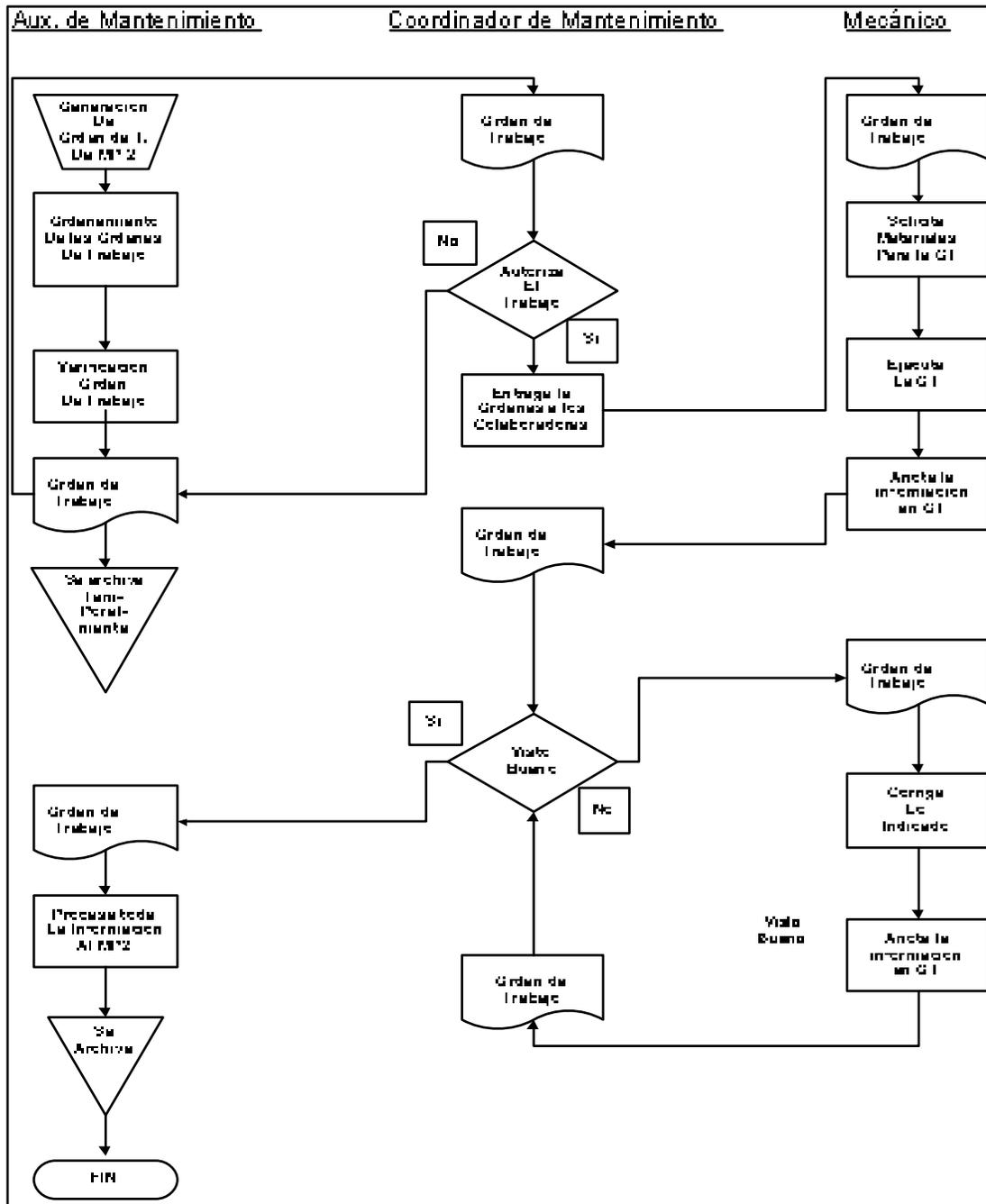
de campo y el archivo de Mantenimiento Preventivo, y la copia al Departamento Contable, para el manejo de costos. Sin embargo, es más eficiente y práctico generar y controlar las órdenes por medio de un programa para computadora.

Es importante llevar un adecuado control de las órdenes, que permita conocer en cualquier momento cuáles están pendientes de ejecución, qué prioridad tienen y quién o quienes están asignados para realizarlas, el software MP2 es útil para llevar este control. Esta información le permitirá al jefe del departamento conocer qué trabajos están pendientes, distribuir mejor la carga de trabajo, y asegurarse que todos los trabajos sean efectuados. Es muy importante tener archivadas las órdenes de trabajo, por lo menos un año por cualquier auditoría.

4.3.1. Flujograma de una orden de trabajo

A continuación se presenta en la figura 9 el flujograma de una orden de trabajo.

Figura 9. Flujograma de una orden de trabajo



Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Solicitud de materiales

A continuación se muestra un formato para la solicitud de materiales (ver figura 10).

Figura 10. Formato de solicitud de materiales

| MOVIMIENTO DE ALMACEN DE MATERIA PRIMA | | | |
|---|-------------|-----------------|----------|
| Industria Procesador de Guatemala, S.A. | | Centro de Costo | |
| FECHA _____ | | No. De Orden | |
| HORA _____ | | Ajustes | |
| | | Salidas | |
| COD. Art. | DESCRIPCION | U/M | CANTIDAD |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Observaciones _____ | | | |
| Maquina a utilizar el repuesto: | | Vo.Bo: | |
| Nombre del solicitante: | | | |
| Entregado: _____ | | Recibido: _____ | |

Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Solicitud de un trabajo

A continuación se presenta en la figura 11 el modelo para una solicitud de trabajo.

Figura 11. Formato de solicitud de un trabajo

| | | | | | | |
|--|------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------------|-------|
| Industria Procesadora de Guatemala, S.A. | | | | | | |
| DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO | | | | | | |
| ORDEN DE TRABAJO | | | | | No. | |
| NOMBRE DEL EQUIPO: | | | | | | |
| DÍA | MES | AÑO | UBICACIÓN DEL EQUIPO: | | | |
| CÓDIGO: | | | ORDENADO POR: | | CLASE DE TRABAJO | |
| EMERGENCIA | | | ASIGNADO A: | | MECÁNICO | |
| MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | | | ELÉCTRICO | |
| OTROS | | | | | INTRUMENTACIÓN | |
| | | | | | OTROS | |
| DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| MATERIALES REQUERIDOS | | | | | | |
| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | | | | CANTIDAD | VALOR |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| RECIBIDO POR: | | | AUTORIZADO POR: | | TOTAL DE MATERIALES: | |
| | | | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| PERSONAL | TIEMPO ORDINARIO | COSTO POR HORA | TIEMPO EXTRA | COSTO POR HORA | TOTAL | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | |
| TOTAL DE EJECUCIÓN DE ESTA ORDEN | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

4.3.4. Asignación del personal

Para ésta tarea no se requiere de ningún procedimiento especial, solamente se necesita revisar la rutina de mantenimiento de cada equipo para ver quién es el responsable de ejecutar cada trabajo. En el caso que la tarea no aparezca en la rutina de mantenimiento, el supervisor de mantenimiento será el

que asigne el personal que va a realizar cada trabajo de mantenimiento, dependiendo del tipo de éste.

Es importante recordar que si se quiere tener un Plan de Mantenimiento Preventivo, efectivo y tenga los resultados deseados, se debe contar con el personal idóneo y capacitado para el puesto que desempeña.

5. SEGUIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1. Registro de datos

Antes de definir qué información debe ser reunida, se deben tomar en cuenta algunos aspectos:

- Es muy importante involucrar al personal de ejecución y mostrarle la finalidad de la recolección de datos. Asimismo, que esté involucrado el personal de todos los niveles, tanto en el aspecto de exposición como de capacitación de ideas sobre el proceso a ser utilizado y los resultados pretendidos. Existe mayor probabilidad de éxito, cuando los que vayan a suministrar la información, hayan participado en el proyecto de desarrollo o adaptación del sistema a sus necesidades.
- Mientras más simplificado sea la recolección de datos, mejores resultados se tendrán, menos errores y los datos serán más confiables. En el caso de registro en formularios, tratar cuando sea posible, que la información se encuentre previamente impresa, de manera que el registro sea efectuado marcando con una X la opción elegida.
- Es importante estandarizar los formularios a ser utilizados en todos los sectores en donde se tomarán los datos, esto evitará que cada uno cree sus propios formularios, lo que encarecería el procesamiento de datos, tanto en el sistema de control manual como en el automatizado.

- Es importante evitar que la recolección de datos implique la interrupción o paros en el proceso de producción, ya que si esto se da, no se lograría una mejora en el proceso. Es recomendable que el encargado sea quien haga el registro de historial; sin embargo, los registros deben ser hechos por cada responsable del suministro de datos, o sea, los ejecutantes del mantenimiento hacen los registros de sus tiempos ocupados, los bodegueros hacen los registros del material aplicado en cada orden de trabajo, los operadores hacen el registro de disponibilidad y pérdida de producción y el área de recursos humanos hace los registros de disponibilidad de personal y respectivos costos, recordando que todos deben estar conscientes de la importancia de estos datos.
- Teniendo la información recolectada eficientemente, es conveniente estructurarla con el fin de poder analizar los datos reunidos y los informes emitidos, ya que cualquier cambio crea reacciones, es fundamental que para el éxito del sistema, los datos después de procesados, traigan beneficios a los responsables del envío de información y no exista trabajo adicional de análisis, especialmente en el caso que sean similares a aquéllos, que ya se realizaban antes de la implantación del nuevo sistema. Se debe tener especial atención, para evitar la proliferación de formularios y su multiplicidad con la misma función. Otros aspectos a tomar en cuenta son: la reducción de la responsabilidad burocrática de los ejecutantes del mantenimiento, la estandarización de informaciones, la recolección de datos administrativos en su origen y la interrelación del banco de datos, para evitar choques entre diferentes fuentes de información.

5.1.1. Formatos

Un programa de mantenimiento preventivo necesita almacenar una gran cantidad de datos. Por eso es muy importante que el personal reporte lo realizado en los trabajos de mantenimiento preventivo, para lograr que esto se cumpla es necesario que los formatos sean específicos en los datos que se requieren, que sean fáciles de tabular y de obtener. La información recomendable en los formatos sería:

- Equipo utilizado para realizar las lecturas de las mediciones
- Número de partes de cualquier parte reemplazada
- Materiales utilizados
- Tiempo utilizado en el mantenimiento
- Horómetro o fecha de realización del trabajo
- Que el trabajo haya sido terminado

Es importante que el mantenimiento preventivo no sea el objetivo final, ya que si este mantenimiento tiene éxito es importante enfocarlo más adelante en el mantenimiento predictivo.

5.1.2. Capacitación

El plan de mantenimiento preventivo tendrá éxito siempre y cuando las capacitaciones hayan sido las adecuadas. Los costos de capacitación ya no son tan altos como antes, hay proveedores que brindan capacitaciones sin costo alguno. Hay instituciones como el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP), que dan capacitaciones a costos bajos, sólo es que la empresa quiera capacitar al personal.

Las capacitaciones traerán mejor confianza al empleado y por consiguiente, más compromiso a la hora de realizar el trabajo de mantenimiento.

Es importante darle seguimiento al personal que se está capacitando para garantizar que se esté realizando de manera adecuada. Esto quedaría bajo la responsabilidad del coordinador de mantenimiento.

5.2. Historial de mantenimientos

Es importante llevar el historial del mantenimiento, esto ayudará a llevar su control y evitar que se haga un mantenimiento fuera de tiempo que ocasionaría gastos innecesarios. Para llevar este control se puede utilizar una ficha histórica, que como su nombre lo indica, debe contener toda la historia relacionada con el mantenimiento que se ha realizado a un equipo. Es importante poner mucha atención a este tema, ya que ayudará a controlar el mantenimiento preventivo. A continuación se presenta el formato de una ficha histórica.

Figura 12. Formato de ficha histórica

| Industria Procesadora de Guatemala, S.A. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO | | | | |
|---|-------------------------|---------------------|-----------------------|-------|
| Ficha Historica | | | | |
| Nombre del Equipo: _____ | | | Correlativo OT: _____ | |
| Fecha de realización | Descripción del trabajo | Costo de materiales | Costo de mano de obra | Total |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Fuente: elaboración propia.

5.3. Acciones preventivas

Cualquier acción preventiva que se tome, debe garantizar la completa funcionalidad del equipo durante las operaciones críticas. Es importante que los procedimientos se deban mantener siempre actualizados.

Los procedimientos para acciones preventivas deben incluir:

- Determinación de los pasos necesarios para tratar cualquier problema que requiera acción preventiva en el marco del programa de mantenimiento.
- El uso de fuentes adecuadas de información, por ejemplo, el monitoreo continuo a mano, para detectar, analizar y eliminar las causas de fallas potenciales.

- Iniciación del programa de mantenimiento preventivo y aplicación de controles para asegurar que éste sea eficaz.
- Asegurar que la información pertinente sobre las acciones tomadas se someta a continua revisión y registro.

Hay que tener presente que, también van a existir acciones correctivas, ésta será de mucha ayuda, ya que si un procedimiento no muestra los resultados deseados, se tendrá que realizar acciones correctivas para solucionar el problema. La acción correctiva que se tome debe garantizar que va a solucionar el problema o la falla encontrada.

Cualquier acción que sea tomada, ya sea preventiva o correctiva debe ser registrada y documentada, para llevar un control de acciones tomadas.

5.4. Retroalimentación

El plan de mantenimiento preventivo que se desea implementar tendrá éxito siempre y cuando se le dé el seguimiento adecuado, la retroalimentación es algo fundamental para saber cómo va el funcionamiento del plan.

Este proceso quedará a cargo de la Gerencia de Mantenimiento, éste sería el ente encargado de abocarse con todos los involucrados de la implementación y encontrar oportunidades de mejora o si el plan está cumpliendo las expectativas para la cual fue diseñada. Es importante no dejar a nadie fuera de la retroalimentación, ya que es ahí donde se conocerá si el plan de mantenimiento está funcionando bien. Esta herramienta debe realizarse periódicamente.

Algunos datos que se obtendrán en la retroalimentación será:

- Localización geográfico del equipo
- Tipo de mantenimiento realizado
- Descripción de las actividades realizadas y las piezas utilizadas
- Si la capacitación fue la adecuada o si necesita otra
- Responsables y especialistas que efectuaron el mantenimiento

5.5. Monitoreo del mantenimiento

Toda implementación, para que tenga éxitos hay que monitorearlo constantemente y darle seguimiento a su funcionalidad, pero sobre todo, a los resultados que está generando. El coordinador de mantenimiento es el encargado de monitorear que el plan esté dando los resultados deseados, ya que será el responsable que el plan tenga el éxito deseado. Si el coordinador detectara una oportunidad de mejora tendrá que reportarlo directamente a Gerencia de Mantenimiento para que ésta tome las acciones correctivas necesarias.

El coordinador de mantenimiento mantendrá una comunicación fluida con los colaboradores de mantenimiento, el coordinador de la línea de embolsadora y el Gerente de Producción, para garantizar que el plan de mantenimiento está teniendo los resultados deseados.

5.5.1. Auditorías por parte de los coordinadores

Es importante que los trabajos que realizan los colaboradores de mantenimiento sea la correcta. El coordinador de mantenimiento, es el responsable que esto sea así, por eso es necesario que haga un muestreo de

los trabajos realizados y que garantice que se han hecho adecuadamente. Esto evitará paros innecesarios reduciendo los paros mecánicos de la empresa.

A continuación se muestra en la figura 13 una hoja de monitoreo de mantenimiento.

Figura 13. Hoja de control de monitoreo del mantenimiento

| Industria Procesadora de Guatemala, S.A. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO | | | | | | |
|---|------|---------|-------------------|----------|-----------|---------------|
| Hoja de monitoreo de mantenimiento | | | | | | |
| Fecha | Hora | Máquina | Trabajo Realizado | Aprobado | Reprobado | Observaciones |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Es importante antes de realizar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, hacer un análisis previo de la situación actual del mantenimiento, ya que esto proporciona valiosa información de cómo se encuentran los equipos de trabajo, además de no comenzar erróneamente el plan de mantenimiento, elevando los costos de la implementación, haciendo del mismo un fracaso.
2. Tener los equipos de trabajo en óptimas condiciones y con un plan de mantenimiento preventivo bien aplicado, disminuye los costos de producción, aumenta la productividad, así como la vida útil de la maquinaria y equipo, obteniendo como resultado la disminución de paro de máquinas. Todo esto da como resultado una mejora en la eficiencia en la línea de producción.
3. El mantenimiento preventivo abarcará todos los planes y acciones necesarios para determinar y corregir las condiciones de operación que puedan afectar a la maquinaria o equipo, antes de que lleguen al grado de mantenimiento correctivo, que es lo que se quiere evitar o disminuir. El control y seguimiento del mantenimiento tendrá un papel importante en la implementación exitosa de este plan, es por ello que es necesaria la retroalimentación, la capacitación, registro de datos, auditorías constantes y seguimiento por parte del coordinador de mantenimiento. Y será una implementación exitosa si cumple con el alcance, el tiempo y los costos con las cuales se planifican.

4. La mala limpieza ocasiona paros operativos en la línea de embolsado, ocasionando deficiencia en la operación, es por ello que hacer una guía de limpieza es importante para el área. Todos los trabajadores involucrados en la limpieza tienen que tener claro la forma correcta de hacer la limpieza, esto reducirá tiempo de limpieza y aumentará la calidad de la misma. El coordinador de la línea de producción con ayuda del coordinador de mantenimiento definirán la forma correcta de limpieza en los equipos, esto para evitar daño en los mismos, además, para garantizar que la limpieza sea la correcta, dándole seguimiento y retroalimentación efectiva garantizará la calidad de la limpieza por parte de los trabajadores.

5. La ejecución actual del mantenimiento preventivo está basada en órdenes preventivas de trabajo generadas desde el software de mantenimiento. Éstas se basan en la cantidad de horas trabajadas durante cierto lapso estimado, y a la vez contienen siempre las mismas tareas preventivas, las mismas requieren actualización y mejora para hacer efectivo el mantenimiento. Las ventajas obtenidas al mejorar las órdenes de trabajo son: cada tarea contiene instrucciones de trabajo, repuestos a utilizar, son explícitas, se revisan puntos en las máquinas que no se revisaban por falta de tiempo o porque en la orden no aparecía, se lleva un mejor control del mantenimiento preventivo basado en tiempo de trabajo efectivo y no en tiempo estimado. Las desventajas son: tiempo que se requiere para la recopilación de información, depuración y análisis de la misma, capacitación del personal para ejecutar tareas más sofisticadas en el menor tiempo posible. Pero estas desventajas serán al final una ganancia, porque las órdenes serán mejores y por consiguiente el mantenimiento mejorará.

6. Se elaboraron varias fichas técnicas como el formato de control de limpieza en embolsadoras, formato de ficha histórica y se actualizaron otros, esto ayudará a tener un mejor control y un registro de los procesos, detallando lo elaborado. Implementando adecuadamente y dando el seguimiento correspondiente a estos formatos se logrará que el plan de mantenimiento preventivo cumpla con las expectativas esperadas.

RECOMENDACIONES

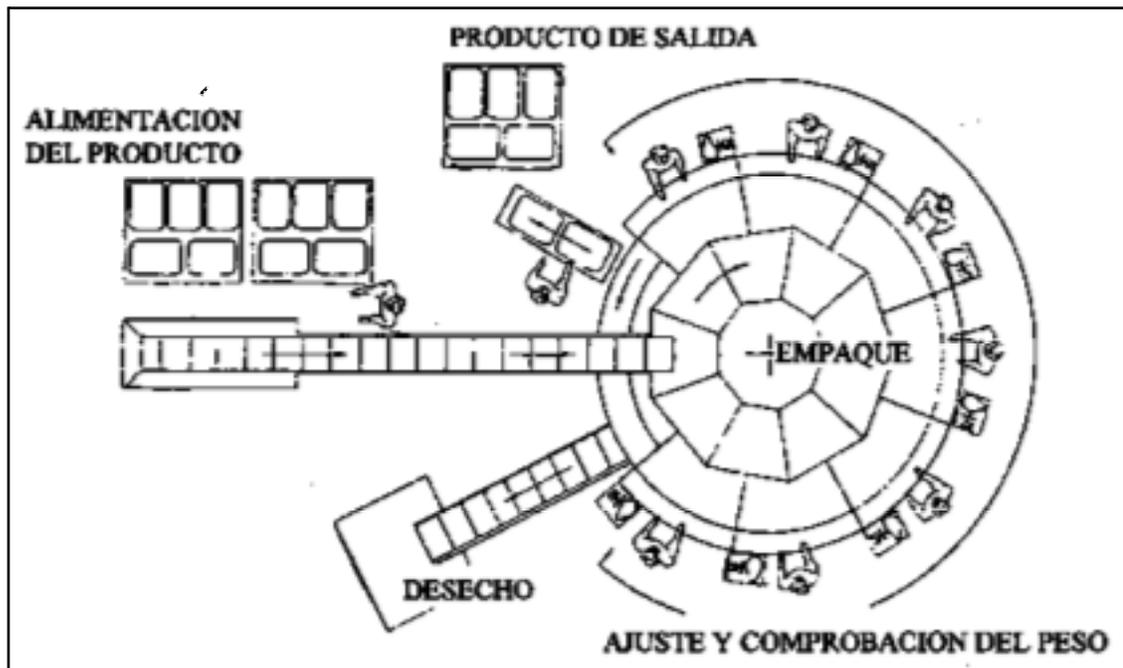
1. A la Industria Procesadora de Guatemala, S.A., darle seguimiento a la implementación y no descuidar ningún detalle, porque de eso dependerá el éxito del plan de mantenimiento.
2. Mejorar los mecanismos de comunicación entre los departamentos de producción y mantenimiento, creando más canales de comunicación o utilizar efectivamente los existentes.
3. Realizar capacitaciones constantes para los trabajadores de mantenimiento y verificar que lo aprendido se ponga en práctica en el área de trabajo. Brindarles equipos de seguridad industrial y la herramienta necesaria para la realización de su trabajo. Las capacitaciones no tienen que ser costosas, se puede aprovechar que los proveedores las brindan sin ningún costo y en forma constante.
4. Escuchar al personal de mantenimiento, de ahí se podrá encontrar oportunidades de mejora en el proceso de trabajo, esto ayudará a reducir costos, tiempo de trabajo y crear un ambiente de trabajo agradable.
5. Al coordinador de mantenimiento que ponga en práctica las auditorías para garantizar la calidad de trabajo realizado, tanto a proveedores como a los trabajadores de mantenimiento de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. DUFFUA ARAOUF, Dixon. *Sistema de mantenimiento*. 6a ed. Mexico: McGraw-Hill, 1999. 300 p. ISBN 9681859189.
2. ESPINOZA, Fernando, [en línea] [http://www.ing.utalca.c/control de la calidad del mantenimiento](http://www.ing.utalca.c/control%20de%20la%20calidad%20del%20mantenimiento). [Consulta: 1 de mayo de 2012].
3. FERNÁNDEZ CABANAS, Manés. *Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas*. España: Marcombo, 1998. 350 p. ISBN 8426711669.
4. FUENTES MAZARIEGOS, Wagner Alejandro. *La ingeniería preventiva como uno de los aspectos involucrados en el mejoramiento de la eficiencia de una línea de producción*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 150 p.
5. GARCÍA MIRANDA, Mario Alfredo. *Sistema de planeación y programación de mantenimiento*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 125 p.
6. *Mantenimiento preventivo* [en línea] [http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento _preventivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_preventivo). [Consulta: 18 de mayo de 2012].

ANEXOS

Anexo 1. Vista superior de la línea de embolsado



Fuente: Departamento de Producción (NIASA).

Anexo 2. **Imágenes de selladoras industriales**



Fuente: www.3M.com. Consulta: 1 de mayo de 2012.

Anexo 3. **Imagen de la pesadora Ishida**



Fuente: www.masipack.com. Consulta: 1 de mayo de 2012.

Anexo 4. **Imagen de una bobina bolsa**



Fuente: www.multifilm.com. Consulta: 1 de mayo de 2012.