



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

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN EN
UNA EMPRESA DE COSMÉTICOS**

Abdel Boris Calel González

Asesorado por: Inga. María Colmenares de Guzmán

Guatemala, septiembre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN EN
UNA EMPRESA DE COSMÉTICOS**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ABDEL BORIS CALEL GONZÁLEZ

ASESORADO POR LA INGENIERA MARÍA DEL ROSARIO COLMENARES
SAMAYOA DE GUZMÁN
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

Guatemala, septiembre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Bach. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Bach. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Inga. Lenny Virginia Gaitán Rivera
EXAMINADOR	Ing. Edgar Dario Álvarez Coti
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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:

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA DE COSMÉTICOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha noviembre de 2003.

Abdel Boris Calel González

ACTO QUE DEDICO A

Dios

Dador de vida y sabiduría, por ser mi guía, esperanza y fortaleza en mi vida.

Mis padres y hermana

Macario Calel Velásquez

Felixa González de Calel

Blanca Estela Calel González

En agradecimiento por su amor, apoyo, comprensión y múltiples esfuerzos en todo momento.

Mi familia

Con respeto.

Mis amigos

Por su apoyo y amistad.

Agradecimientos

A la empresa Alfredo Herbruger Jr. Co. & Ltda., por la oportunidad de la realización del presente trabajo de graduación, en especial a

Inga. María del Carmen de Alonzo

Ing. Raúl Morales

Inga. María Colmenares de Guzmán, por su asesoría.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. CONCEPTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO	1
1.1. Concepto de mantenimiento	1
1.2. Tipos de mantenimiento	2
1.2.1. Mantenimiento correctivo	2
1.2.1.1. Mantenimiento correctivo no planificado	3
1.2.1.2. Mantenimiento correctivo planificado	4
1.2.1.3. Desventajas del mantenimiento correctivo	4
1.2.1.4. Ventaja del mantenimiento correctivo	6
1.2.2. Mantenimiento predictivo	6
1.2.2.1. Ventajas del mantenimiento predictivo	8
1.2.2.2. Desventajas del mantenimiento predictivo	9
1.2.3. Mantenimiento preventivo	10
1.2.3.1. Ventajas del mantenimiento preventivo	12
1.2.3.2. Desventajas del mantenimiento preventivo	14
1.2.4. Mantenimiento mejorativo	14
1.2.5. Otros tipos de mantenimientos	15

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA Y DEL MANTENIMIENTO	17
2.1. Descripción general de la empresa	17
2.2. Descripción del proceso	18
2.2.1. Diagrama de operaciones	23
2.3. Diagnóstico preliminar	27
2.3.1. Análisis organizacional	27
2.3.1.1. Departamento de producción	28
2.3.1.1.1. Paros y eficiencia de línea, tiempo muerto de maquinaria	30
2.3.1.2. Departamento de mantenimiento	34
2.3.1.2.1. Aplicación actual del mantenimiento	35
2.3.1.2.2. Inventarios actuales	36
3. DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	39
3.1. Importancia de codificar	41
3.2. Protocolos de mantenimiento	45
3.2.1. Objetivos de los protocolos de mantenimiento	45
3.2.2. Inventarios	47
3.2.2.1. Inventario técnico	47
3.2.2.2. Inventario de repuestos	50
3.2.2.3. Inventario de herramientas	52
3.2.2.4. Inventario de insumos y materiales para reparación	54
3.2.3. Solicitud de ajuste/reparación	56
3.2.4. Reporte de anomalías	59
3.2.5. Fichas históricas	62
3.2.6. Ficha técnica	66

3.2.7. Realización de inspecciones	68
3.2.7.1. Visitas	68
3.2.7.2. Inspecciones	69
3.2.7.3. Intervención de la maquinaria	72
3.2.8. Orden de trabajo	72
3.2.9. Cronograma de acción del programa de mantenimiento	76
3.2.9.1. Procedimiento de mantenimiento	79
3.2.10. Método de supervisión	82
3.2.10.1. Control de visita/inspección	82
3.2.10.2. Reporte mensual del departamento de mantenimiento	85
3.2.10.3. Control de paros de la línea y tiempos muertos	87
3.2.10.4. Control de eficiencia de línea	89

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	91
4.1. Forma de implementar el programa de mantenimiento preventivo	91
4.2. Capacitación del departamento de mantenimiento	94
4.2.1. Capacitación teórica de mantenimiento preventivo	95
4.2.2. Capacitación práctica de mantenimiento	97
4.3. Capacitación del personal de planta	99
4.3.1. Capacitación teórica de mantenimiento preventivo	99
4.3.2. Capacitación práctica de mantenimiento	101
4.4. Conferencias para evitar la resistencia al cambio	103
4.4.1. Conferencia de motivación	104
4.4.2. Conferencia de trabajo en equipo	105

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	107
5.1. Definición de las variables de información que se deben conservar	107
5.1.1. Creación de base de datos para el control de información	108
5.2. Fuentes de mejora del programa de mantenimiento	115
5.2.1. Externas	115
5.2.2. Internas	116
5.2.2.1. Capacitación	117
5.2.2.2. Métodos de supervisión	117
5.2.2.3. Índices de evaluación del mantenimiento	118
5.2.2.3.1. Índice de confiabilidad	120
5.2.2.3.2. Eficacia del equipo	121
5.2.2.3.3. Índice de horas de averías	122
5.2.2.3.4. Índice de trabajos atendidos	123
5.2.2.3.5. Índice de costo total de mantenimiento.	123
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES	129
BIBLIOGRAFÍA	131
APÉNDICES	133

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Diagrama de operaciones de fabricación en dos fases de cosméticos	24
2	Diagrama de operaciones de fabricación en una fase de cosméticos	25
3	Diagrama de operaciones de fabricación de cosméticos líquidos	26
4	Organigrama de los departamentos de producción y mantenimiento	28
5	Formato de inventario técnico de máquinas	49
6	Formato de inventario de repuestos	52
7	Formato de inventario de herramienta	54
8	Formato de inventario de insumos y materiales para reparación	55
9	Formato de solicitud de ajuste/reparación	57
10	Formato de reporte de anomalías	61
11	Formato de historial de fallas y/o averías para uso de interno de los departamentos de manufactura y mantenimiento	63
12	Formato de historial de fallas y/o averías para uso en las máquinas	65
13	Formato de fichas técnicas de máquinas	67
14	Formato de control de visita/inspección	71
15	Formato de orden de trabajo	75

16	Formato de cronograma de acción para el área 01	78
17	Logística de los protocolos de mantenimiento	81
18	Formato de control de visita/inspección	84
19	Formato de reporte mensual de actividades del departamento de mantenimiento	86
20	Formato de control de paros en las líneas	88
21	Fotografía de marmita	135
22	Fotografía de tanque	136
23	Fotografía de agitador neumático	137
24	Fotografía de bomba neumática	138
25	Fotografía de bomba de pistón	140
26	Fotografía de taponadora	141
27	Fotografía de faja transportadora	142
28	Fotografía de engomadora	143
29	Pantalla de solicitud de trabajo para todo tipo de máquina	145
30	Pantalla de orden de trabajo	146
31	Pantalla de ejecución del trabajo	146
32	Pantalla de inventario técnico y ficha técnica	147
33	Pantallas de control de inventarios de materiales para reparación, herramienta y repuestos	147

Tablas

I	De comparación de productividad	32
II	Forma de escritura de código	41
III	Nomenclatura de ubicación	42
IV	Nomenclatura de tipo de máquina	42
V	Nomenclatura de característica de máquina	43

GLOSARIO

Agitador	Máquina utilizada para mover y mezclar las materias primas de forma circular.
Corrosión	Deterioro de los materiales de las piezas debido a la exposición de estas al ambiente.
Cosmético	Denominación de los productos fabricados para el arreglo personal.
Desgaste	Pérdida del material de las piezas debido al rozamiento constante entre ellas mismas.
Emulsificante	Denominación a los químicos que permiten unir las soluciones líquidas con soluciones grasosas.
Engomadora	Máquina utilizada para impregnar de goma las etiquetas de los productos por medio de un rodillo movido por un motor eléctrico que recoge la goma de una bandeja.
Fricción	Es la resistencia que se opone al movimiento de un cuerpo al deslizarse sobre otro.
Grumos	Partículas sólidas de materias primas que aparecen a consecuencia de una mala integración de los elementos que conforman el producto.

Homogenizar	Acción de uniformizar la mezcla de las materias primas para la fabricación de los productos.
Llenadora	Máquina utilizada para introducir el producto fabricado en los envases.
Lubricación	Servicio de mantenimiento, donde se aplica aceite a las piezas móviles de los equipos o donde el manual de la maquinaria lo indique.
Mantenimiento	Trabajos necesarios para que la maquinaria este en perfectas condiciones para prestar el servicio para la que fue diseñada.
Mantenimiento autónomo	Consiste en que el operador aplique ciertas acciones de mantenimiento, como limpieza y lubricación, al equipo que maneja diariamente para prevenir el deterioro de equipo.
Mantenimiento correctivo	Consiste en aplicar las reparaciones de forma inmediata a la maquinaria una vez esta haya fallado.
Mantenimiento mejorativo	Consiste en realizar modificaciones a las condiciones originales del equipo para agilizar los procesos productivos o buscar la comodidad del operador.
Mantenimiento predictivo	Consiste en inspeccionar el estado de la maquinaria de forma periódica para evaluar las condiciones de estas y prevenir las fallas en el equipo.

Mantenimiento preventivo	Consiste en cambiar las piezas de las máquinas de una forma periódica sin importar el estado de las mismas para evitar una falla futura.
Marmita	Máquina que consiste en un tanque de doble fondo y en la parte central circula vapor que sirve para elevar las materias primas a altas temperaturas.
Protocolo	Documentos utilizados para autorizar la aplicación del mantenimiento, llevar registros y recolectar información para mejorar el programa de mantenimiento preventivo.
Taponadora	Máquina utilizada para tapar los envases, accionada por medio de un motor eléctrico.
Torque	Es la acción de apretar o fijar un tornillo por medio de una llave haciendo la acción de palanca.
Trasvasado	Es la acción de transportar el producto fabricado de una marmita hacia un tanque.

RESUMEN

El presente trabajo de gradación se plantea los conceptos básicos de mantenimiento, mantenimiento correctivo, mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo y otros tipos de mantenimiento, sus ventajas y desventajas, los cuales sirven como base para el planteo del diseño del programa de mantenimiento.

También se incluye generalidades de la empresa, una descripción de la situación actual de la organización, lo que ayuda a la toma de decisión y saber que tipo de mantenimiento es el más adecuado para aplicar a la maquinaria de la empresa. Seguidamente se desarrolla el diseño del programa de mantenimiento, justificando la decisión de aplicar el mantenimiento preventivo al equipo de la empresa al mismo tiempo se establecen las bases del mismo.

Se plantea la serie de formatos a ser utilizados durante la aplicación del mantenimiento preventivo, estos formatos son justificados y descritos dando a conocer los objetivos que se desean alcanzar con ellos, así como la forma correcta de ser llenados para su mejor utilización. Los formatos que se presentan son: inventario técnico, inventario de repuestos, inventario de herramientas, inventario de insumos y materiales para reparación, solicitud de ajuste/reparación, reporte de anomalías, fichas históricas, ficha técnica, fichas de reporte y control de visita/inspección, orden de trabajo, cronograma de acción del programa de mantenimiento, reporte mensual de actividades y ficha control de paros en líneas.

Se describe como debe introducirse el mantenimiento preventivo en la empresa, sugiriendo capacitaciones para el personal técnico y operativo, basados en la participación de los departamentos de manufactura, mantenimiento y recursos humanos.

El seguimiento y mejora continua del programa de mantenimiento preventivo es otro tema que se incluye, describiendo las variables de información que se deben controlar para la mejora del programa preventivo de mantenimiento y que servirán para la creación de una base de datos para un mejor control del programa.

Se establecen los métodos para mejorar el programa de mantenimiento preventivo describiendo las fuentes internas y externas de información, las capacitaciones, métodos de supervisión y los índices de evaluación del programa.

Cada tema incluido en este trabajo esta enfocado a un mejor diseño del programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa de cosméticos, que sirvió de modelo para el desarrollo del trabajo.

OBJETIVOS

➤ **GENERAL:**

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo para la empresa Alfredo Herbruger Jr. & Co. Lta.; para administrar así de mejor manera el mantenimiento industrial que se le aplica a la maquinaria usada en el proceso de producción y evitar los problemas que se generan por la falta de este programa.

➤ **ESPECÍFICOS:**

1. Analizar la situación actual de la empresa para determinar el mejor diseño del programa de mantenimiento preventivo.
2. Diseñar un sistema de códigos para la maquinaria que facilite la identificación de la misma, tipo, características, ubicación y número de existencia en la empresa.
3. Diseñar los protocolos para el departamento de mantenimiento que se utilizarán para recabar información y efectuar un mejor plan de mantenimiento que se le dará a la maquinaria.
4. Enfocar el diseño de los protocolos de mantenimiento de forma que se adapten a las necesidades que se tienen que cubrir en las auditorias externas que realizan los clientes empresariales y poder cumplir con los requerimientos de calidad exigidos por estas empresas.

5. Definir las variables de información que se desean obtener con los protocolos para establecer una base de datos que facilite el manejo de la información que se recabará con la implementación del mantenimiento preventivo y usar la información para ir mejorando el programa de mantenimiento.
6. Diseñar métodos de fiscalización o control para el departamento de mantenimiento para determinar el cumplimiento y compromiso del departamento.
7. Planificar la aplicación del mantenimiento preventivo así como la utilización de los protocolos de mantenimiento y reducir la resistencia al cambio.
8. Diseñar conferencias dirigidas al personal involucrado para capacitar de una forma teórica y práctica al personal y facilitar el manejo de los protocolos de mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el hombre hace uso de distintas máquinas para facilitar las actividades que realiza diariamente, estas son usadas hasta en las tareas más sencillas en las industrias, para agilizar los procesos de producción y aumentar los niveles de fabricación diaria en las empresas.

El uso de maquinaria en una industria, hace de vital importancia evitar que este equipo de producción falle en el momento menos indicado, por lo que el mantenimiento industrial tiene un papel muy importante y fundamental en las actividades de fabricación de cualquier producto.

Es fundamental que las empresas desarrollen un buen programa de mantenimiento, que satisfaga todas las necesidades que genere el uso de equipo industrial. En la actualidad, el mantenimiento asegura el buen funcionamiento del equipo de producción, y así obtener un producto de excelente calidad, que cumpla con las expectativas que espera el mercado consumidor.

Conociendo los distintos beneficios que se obtienen con un mantenimiento preventivo y sabiendo de la necesidad que se tiene de un plan de mantenimiento, La empresa Alfredo Herbruger & Co. Ltda. Dio la oportunidad de realizar este trabajo de graduación. El cual presenta los aspectos que se tomaron en cuenta para diseñar un programa de mantenimiento para su maquinaria de producción, ya que en la misma, a la fecha, solamente se ha efectuado mantenimiento correctivo, dando como resultado atrasos en la producción.

1. CONCEPTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO

Toda actividad productiva de las distintas empresas, sin importar el tipo de producto que fabriquen, provoca el uso de distintos tipos de máquinas que faciliten la fabricación y el aumento de la velocidad de producción. Por lo que se generan distintos sistemas de mantenimiento industrial para mantener sus máquinas en el mejor estado de funcionamiento.

Estos sistemas de mantenimiento industrial no son más que los tipos o formas en que la empresa van ha atender las distintas averías que se presentarán durante la fabricación del producto o a dar mantenimiento al equipo. Con estos sistemas las empresas buscan establecer una estrategia para elaborar productos de calidad y competir con industrias de clase mundial, eliminando la fabricación de producto defectuoso a causa de fallas en el equipo y la reducción de costos por fallas.

1.1. Concepto de mantenimiento

Se define como mantenimiento a la serie de métodos, técnicas, procedimientos, tareas y/o trabajos desarrollados o realizados por el hombre en alguna máquina o estructura, de manera periódica y/o constante, con el objetivo de restaurar o conservar el funcionamiento de la maquinaria y esta siga prestando el servicio para la que fue diseñada.

1.2. Tipos de mantenimiento

Las distintas empresas, desde la microempresa, mediana o gran empresa, pueden aplicar el mantenimiento industrial a sus equipos de producción, escogiendo de las diversas opciones de mantenimiento industrial que existen. Estas variedades existen debido a los distintos criterios de los analistas que han estudiado el mantenimiento de las máquinas a lo largo de la existencia del mismo y también por la evolución del mantenimiento industrial durante la aplicación de éste a la maquinaria.

Unificando los distintos criterios que se presentan en distintos libros, se han determinado principalmente los siguientes mantenimientos industriales:

- Mantenimiento correctivo.
 - No planificado y planificado
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento preventivo.

Esto no quiere decir que sean los únicos tipos de mantenimiento industrial, existen otros más, los que serán definidos en este capítulo, ejemplo de ellos son el mantenimiento mejorativo, el TPM y otros.

1.2.1. Mantenimiento correctivo

También conocido con el nombre de mantenimiento a la rotura. Este consiste en el reacondicionamiento o sustitución de una o varias partes de una máquina, después que se ha presentado una avería durante el funcionamiento. Este tipo de reparación de falla funcional ocurre de forma inesperada, por lo que su atención es de una forma de emergencia o de urgencia.

Debido a la forma en que se atienden las fallas que se presentan, el mantenimiento correctivo se divide en mantenimiento correctivo no planificado y planificado.

1.2.1.1. Mantenimiento correctivo no planificado

También conocido como mantenimiento correctivo de emergencia, es aplicado cuando ocurre una falla. Debe aplicarse de la forma más rápida posible por el departamento de mantenimiento, para evitar costos por paros en la producción, costos por pérdida de materia prima y lo más importante evitar accidentes que perjudique al personal.

Este tipo de mantenimiento es aplicado cuando es imposible pronosticar cuando el componente va a fallar. Por ejemplo en componentes eléctricos o electrónicos de las máquinas o en equipos que tienen bastante tiempo de vida de uso en las empresas, debido a que estos por su antigüedad tienden a fallar continuamente en especial cuando son sometidos a grandes cargas de producción.

También es aplicado cuando se presenta una falla por el mal trato, mal uso de la maquinaria, el abandono de la misma o simplemente por el desgaste que ocurre con las piezas o por colocar, sin darse cuenta, una pieza de baja calidad que no cumpla con las expectativas de rendimiento.

Debido a las características de la situación en que se presenta la falla y que no se cuenta con lo necesario para ser corregida, como los manuales de fabricante, repuestos, herramienta, disponibilidad del personal de mantenimiento y/o presupuesto, el realizar este tipo de mantenimiento es más difícil y costoso.

1.2.1.2. Mantenimiento correctivo planificado

Este mantenimiento también actúa sobre la ocurrencia de una falla. El grado de atención de la avería, en comparación al no planificado, es menor, se considera que los trabajos de reparación se realizan de una forma más cómoda, debido a que se cuenta con los manuales, repuestos, herramienta, presupuestos y disponibilidad de personal para la corrección de la falla.

Esto quiere decir que se está consiente de que el equipo puede fallar en cualquier momento, en especial si la máquina tiene bastante tiempo de servicio, por lo que se está preparado para atender la falla cuando se presente.

1.2.1.3. Desventajas del mantenimiento correctivo

Es poca la diferencia entre el mantenimiento correctivo no planificado y el planificado por lo que se expondrá las desventajas de estos mantenimientos de una forma general:

- Como no existe un historial de maquinaria se da la desventaja de no poder pronosticar cuando ocurrirá la avería, por lo que puede darse en cualquier momento, en especial si la máquina es sometida a grandes cargas de fabricación y tiene bastante tiempo en uso.
- Como las fallas a veces no son detectadas a tiempo, por la falta de control del equipo, al presentarse estas, puede ocurrir que no solo la pieza que va a fallar resulte rota, sino que también sean dañadas otras piezas que estén en buen estado, causando mayores daños a la máquina con la probabilidad de dejarla inservible, implicando una mayor inversión de tiempo y costo para su reparación.

- Se debe contar con un presupuesto alto para la compra de piezas que se deben cambiar y el cual debe estar disponible en cualquier momento, en el caso del mantenimiento correctivo no planificado, este presupuesto debe ser elevado, debido a que no se sabe que pieza es la que va a fallar y si se presentarán otras averías por causa de la falla principal.
- Otro inconveniente para un presupuesto elevado es que éste se mantiene inmóvil sin tener ningún beneficio para la empresa.
- En el caso del mantenimiento correctivo planeado, se debe tener un inventario de repuestos, que por no tener un análisis de las piezas de falla más frecuente, se almacenan piezas que por lo regular no presentan averías de una forma continua, este inventario ocasiona costos por almacenamiento y control del mismo.
- Pérdida de tiempo en la producción, durante la atención de la máquina, debido a la falta de repuestos, materiales para efectuar la reparación o por falta de personal para efectuar dicha reparación, porque a veces las fallas pueden presentarse de manera simultánea.
- Pérdida en materia prima, debido que las fallas ocasionan defectos en los productos elaborados y en ocasiones la destrucción de las unidades fabricadas.
- Aumento de los costos de reparación, por la utilización de este tipo de mantenimiento, para desarrollar las reparaciones en la maquinaria.

1.2.1.4. Ventaja del mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo no ofrece ninguna ventaja o beneficio para las empresas que lo aplican, debido a que los costos que se generan por la aplicación de este, son bastante elevados.

Existe solamente una ventaja del mantenimiento correctivo planificado sobre el no planificado y consiste en que se está conciente de que la maquinaria puede fallar en cualquier momento, por lo que se está preparado para atender la avería cuando se presente.

1.2.2. Mantenimiento predictivo

Las fallas que se presentan en las máquinas se van produciendo de una forma lenta, por lo que se presentan indicios que permiten establecer que se producirá una falla futura en el equipo de producción.

Debido a las condiciones que se presenta antes de que ocurra la falla, se ha dado lo que se conoce como mantenimiento predictivo o basado en la condición. Este consiste en inspeccionar el equipo en intervalos de tiempo regulares, para detectar las fallas antes de que ocurran, para corregirlas sin perjudicar el servicio que presta la maquinaria el cual es importante en la producción.

Para el análisis y la aplicación del mantenimiento predictivo puede realizarse dos tipos de inspecciones o evaluaciones: de tipo subjetivo y de tipo objetivo.

Las evaluaciones o inspecciones subjetivas son las que se realizan por medio de la experiencia que tienen los operarios y/o técnicos, obtenida por el uso de la maquinaria que manejan diariamente, apoyándose únicamente en la percepción de sus sentidos.

Las evaluaciones o inspecciones objetivas son las que se realizan por medio de instrumentos de medición o pruebas no destructivas.

En este tipo de mantenimiento, las inspecciones objetivas utilizan varios métodos para el análisis de la maquinaria, los cuales serán aplicados según las condiciones de las mismas, estos métodos son los siguientes:

- Métodos térmicos: puede hacerse con el uso de pintura térmica la cual cambia de color con el aumento de la temperatura o puede hacerse por medio de termómetros.
- Monitoreo de lubricación: por medio del análisis del aceite de las máquinas en sus condiciones de color, oxidación y contenido de partículas de metal, así como los niveles del mismo.
- Detección de fugas: el chequeo de niveles ayuda a determinar fugas en las máquinas, una disminución de presión puede ser detectada por medio de ultrasonido o gases halógenos.
- Detección de fisuras: por medio del uso de la resistencia eléctrica, flujo magnético, ondas ultrasónicas o radiación.
- Monitoreo de vibraciones: por medio de choque y pulso en la maquinaria.

- Monitoreo del ruido: este monitoreo se puede realizar por medio de distintos dispositivos los cuales ayudan a establecer las fallas futuras.
- Monitoreo de corrosión: existen varios métodos uno de ellos son las emisiones acústicas para establecer las condiciones de los metales.

Cada método es aplicado según las condiciones del equipo a ser monitoreado y también según las variables ha ser inspeccionadas.

1.2.2.1. Ventajas del mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo ofrece las siguientes ventajas a las empresas:

- Reduce el número de descomposturas y accidentes que causan las fallas en el equipo.
- Reduce el tiempo de paros en las líneas de producción permitiendo elevar los tiempos de fabricación.
- Optimiza las actividades que realiza el departamento de mantenimiento de la empresa y como resultado mejores condiciones de trabajo para el personal.
- Permite seguir la evolución de un defecto que se presente en la maquinaria, así como la evolución que tenga la máquina después de ser intervenida.
- Verificar el estado de la maquinaria de forma periódica, permitiendo elaborar archivos históricos del comportamiento del equipo.

- Conocer de una forma más exacta el intervalo de tiempo en que la maquinaria prestará sus servicios sin que se presente una falla en ella.
- Ayuda en la toma de decisiones a cerca de la detención de la línea de producción en un momento crítico.
- Ayuda a evaluar la compra de nuevo equipo para la fabricación para sustituir alguno de antigüedad dentro de la empresa.
- Facilita el análisis de las averías y la elaboración de un sistema estadístico para efectuar dicho análisis.
- Ayuda en la reducción de costos que se generan en el departamento de mantenimiento.
- Incrementa la calidad de producto que se ofrece al mercado.

1.2.2.2. Desventajas del mantenimiento predictivo.

Las desventajas principales que ofrece el mantenimiento predictivo son:

- Para una correcta aplicación del mantenimiento predictivo se debe contar con el equipo e instrumentación necesaria para la elaboración de los análisis de las condiciones de funcionamiento del equipo de producción.
- El personal debe ser más especializado en la aplicación de este mantenimiento, debido a que estos son los que realizarán los análisis del mantenimiento predictivo.

- Elevados costos del departamento de mantenimiento por la compra e instalación de medidores y equipo de prueba para llevar el control y análisis del desarrollo del funcionamiento de la maquinaria, estos costos también son elevados por la contratación de nuevo personal y la capacitación de personal ya existente.
- Constante observación durante el funcionamiento del equipo y por ello un alto consumo de tiempo del personal de mantenimiento, si en la empresa existe gran cantidad de maquinaria.

1.2.3. Mantenimiento preventivo

También conocido con el nombre de mantenimiento basado en el tiempo o mantenimiento planificado. Consiste en la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, reparación, ajuste, calibración, limpieza, lubricación, sustitución o cambio de un equipo o piezas del mismo. Se debe realizar en intervalos de tiempo regulares, sin importar el estado en que se encuentren las piezas de la maquinaria.

El propósito principal de realizar estos cambios de una forma periódica es el de prevenir o anticiparse a las fallas futuras, evitando las descomposturas adicionales que pudieran causar estas averías, así como disminuir los paros en la producción, pérdida de producto, pérdida de materia prima y los costos adicionales que generen las fallas.

En otras palabras este mantenimiento es una rápida detección de fallas y tratamiento de las anomalías de la máquina antes de que ocasionen pérdidas en la empresa. Por esta razón el mantenimiento preventivo consiste en dos actividades básicas:

- Inspecciones periódicas planeadas para detectar fallas.
- Intervención de la maquinaria en base a los resultados de las inspecciones y otras fuentes de información.

Esto significa, que estas serán fuentes de información a ser utilizadas en la elaboración del programa de mantenimiento preventivo, pero para un mejor diseño de programa de mantenimiento preventivo se debe apoyar en las siguientes fuentes de información, clasificadas en:

Fuentes internas: en este tipo de fuentes se encuentran principalmente las inspecciones que se realizan al equipo periódicamente. También se incluyen los registros e historial de reparación de cada máquina que posea la empresa, proporcionando la información de las tareas que ha realizado el departamento de mantenimiento a cada máquina. También debe incluirse los archivos de los equipos, instalación, listado de partes, especificaciones, planos generales y de detalle, inventarios de partes y repuestos, experiencia del personal de técnico y operativo que son los que tienen el mayor contacto con la maquinaria.

Fuentes Externas: En este tipo de fuente se mencionan las recomendaciones que cada fabricante hace, debido a que ellos ya han sometido a distintas pruebas a las máquinas o piezas que vende, conociendo el límite de servicio que pueden prestar las máquinas.

La información o recomendaciones que hacen los fabricantes se encuentran plasmadas en los manuales de cada máquina en donde se especifica que trabajos de mantenimiento se debe realizar, determina que piezas se deben cambiar y que tipo de materiales usar para reparación.

Además de proporcionar los intervalos en que se debe realizar el mantenimiento, ya sea en horas de trabajo, número de revoluciones, unidades trabajadas, cantidad de materia prima procesada, número de impactos que proporciona la máquina como por ejemplo en una troqueladora.

Tomando en cuenta estas dos fuentes de información se podrá realizar un mejor programa de mantenimiento preventivo con lo que se disminuirán las causas de fallas que se presentan con mayor frecuencia y determinar su origen. También se podrá determinar las partes de la maquinaria más propensas a que sufran fallas y determinar de mejor forma el intervalo de tiempo de operación seguro de la máquina.

1.2.3.1. Ventajas del mantenimiento preventivo

Las ventajas que ofrece el mantenimiento preventivo son:

- Disminución de los tiempos muertos y tiempos de parada de los equipos de producción.
- Reduce el tiempo de paro en las líneas de producción permitiendo elevar así los tiempos de fabricación.
- Aumento de la producción.
- Reduce el número de descomposturas y accidentes que causan las fallas en el equipo.
- Mayor duración de la maquinaria así como las instalaciones de la misma.

- Mejor funcionamiento de los equipos de producción, mejores condiciones de seguridad para laborar, mejor conocimiento del estado de la maquinaria y sus condiciones de mantenimiento.
- Disminución de los inventarios de repuestos y con ello la disminución de los costos que se generan por el almacenamiento y control de los mismos.
- Menor costo de las reparaciones de los equipos de producción evitando fallas adicionales a causa de otras.
- Optimiza las actividades y hace que las cargas de trabajo del personal de mantenimiento sean más uniformes, debido a que todas las actividades son programadas y no surgen de la necesidad o demanda del operario al presentarse una falla de emergencia durante la operación de la maquinaria.
- Permite seguir la evolución de un defecto que se detecte durante las inspecciones o visitas a la maquinaria, así como la evolución que tenga la máquina después de ser intervenida.
- Verificar el estado de la maquinaria de forma periódica, permitiendo elaborar archivos históricos del comportamiento del equipo.
- Incrementa la calidad de producto que se ofrece al mercado por la disminución de producto defectuoso a causa de las fallas en las máquinas.

1.2.3.2. Desventajas del mantenimiento preventivo

Para la aplicación del mantenimiento preventivo se debe contar principalmente con los manuales de la maquinaria, debido a que este es un apoyo importante para el programa. Este es el principal inconveniente para las empresas, debido a que en su mayoría las empresas guatemaltecas cuentan con maquinaria de segunda mano, por lo que al momento de adquirirlas es probable que no se cuente con los manuales del fabricante.

Si la empresa donde se aplicará el mantenimiento preventivo, se ha aplicado solamente mantenimiento correctivo y no se lleva registros de las distintas actividades de reparación que a realizado a la maquinaria, será difícil establecer los intervalos de tiempo en los que deberán ser intervenidas las máquinas, en especial si no se cuenta con los manuales.

Si existe la falta de manuales e información, se debe esperar un tiempo prudencial para generar información confiable que sirva para mejorar el programa de mantenimiento preventivo, por lo que será difícil que funcione correctamente al principio y se pierda el empuje inicial con que se deseaba implementarlo. También se tendrá que esperar un tiempo prudencial para que la retroalimentación de información contribuya a corregir áreas olvidadas en la aplicación del mantenimiento preventivo dentro de la planta.

1.2.4. Mantenimiento mejorativo

Este es un tipo de mantenimiento también conocido como mantenimiento de rediseños. Consiste en las modificaciones o cambios que se realizan a las condiciones originales de las máquinas de producción.

Estos cambios se realizan por muchas razones como el incrementar la velocidad de fabricación de la máquina, el cambio del diseño ergonómico de las máquinas que a veces no se acondicionan a las características físicas del personal, buscando de esta manera la comodidad del operario durante el uso del equipo.

Estos cambios en el diseño de la maquinaria, no son un estudio propiamente del departamento de mantenimiento, debido a que la evaluación de estos cambios son analizados en otros departamentos, como por ejemplo en el departamento de producción, por un cambio de diseño ergonómico para la comodidad del operador, pero es mantenimiento el que realiza el trabajo de los cambios físicos de la maquinaria.

1.2.5. Otros tipos de mantenimiento

Se han mencionado cuatro tipos de mantenimiento industrial los cuales se consideran que son los fundamentales y sirven de base para ir mejorando el mantenimiento industrial, dando lugar a nuevas técnicas para aplicar el mantenimiento a los equipos de producción.

El **TPM** es una de estas técnicas, sus siglas en inglés significan Mantenimiento Productivo Total (*Total Productive Maintenance*). Es un sistema de mantenimiento japonés desarrollado a partir del mantenimiento preventivo, se asume que tiene sus enfoques representado en cada letra del mismo. La letra M representa las acciones de *management* y mantenimiento, enfocándose a las actividades de dirección y transformación de la empresa.

La Letra P representa lo productivo o productividad de los equipos buscando con ellos el perfeccionamiento de estos y lo asociado a la producción. Mientras que la letra T se interpreta como total, la cual involucra todas las actividades que realiza todo el personal que labora en la empresa.

El TPM es una estrategia que une muchas actividades de forma ordenada que ayudan a mejorar la competitividad de la empresa eliminando los accidentes, averías y defectos en los sistemas de producción.

El TPM busca maximizar la eficacia del equipo de producción, crear el sistema de mantenimiento para la maquinaria de forma permanente, que todo el personal, desde la alta gerencia hasta los empleados que usan las máquinas, se involucren en el diseño e implementación. En la implementación se buscan actividades de motivación para que el sistema de TPM tenga éxito.

El momento en que se aplica el mantenimiento industrial también da lugar a otro tipo de mantenimiento. El **mantenimiento en parada**, es otro tipo de mantenimiento industrial. Consiste en intervenir el equipo de producción en el momento en que la máquina no tiene ninguna carga de producción, por lo que se mantiene detenida dando la oportunidad de aplicar el mantenimiento sin interrumpir el tiempo de producción, ni tampoco interviene en la programación de producción.

El mantenimiento en parada tiene el inconveniente de que si la empresa que desea aplicar este tipo de mantenimiento tiene grandes cargas de producción será muy difícil que se dé un paro en la maquinaria en algún momento, con lo que no será conveniente aplicar este tipo de mantenimiento; por esto será necesario programar una fecha para detener la máquina y aplicarle el respectivo mantenimiento.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA Y DEL MANTENIMIENTO

Es lógico que para elaborar un programa de mantenimiento preventivo para una empresa de debe conocer la situación actual en la que esta labora, conocer sus procesos y condiciones que influyan en el diseño del programa.

2.1. Descripción general de la empresa

Alfredo Herbruger Jr. & Co. Ltda., es una empresa de tipo familiar que tuvo sus inicios desde 1865 especializándose en representaciones farmacéuticas. En 1962 obtuvo su autorización industrial y hasta la fecha opera en la manufactura, almacenaje y distribución tanto en productos y marcas propias así como de empresas multinacionales.

En esta empresa se fabrican productos con estándares de alta calidad en las categorías de:

- Cosméticos
- Producto farmacéuticos
- Productos de higiene para el hogar
- Productos de higiene personal

Elaborando productos como:

- *Shampoos* / acondicionadores
- Desodorantes en *stick* y *roll on*
- Fijadores para el cabello
- Limpiadores de vidrios
- Limpiador de hornos
- Analgésicos
- Tintes / permanentes
- Cremas
- Colonias / lociones
- Destapadores de desagües
- Insecticidas / raticidas
- Aceites de limpieza

Para el proceso de manufactura cuenta con un área de 3,400 metros cuadrados, mientras que el área de almacenaje comprende de 12,700 metros cuadrados distribuidos de la siguiente manera:

- Producto terminado 20%
- Material de empaque 40%
- Materias primas 40%

Mientras que el área de oficinas administrativas es de 1,000 metros cuadrados.

2.2. Descripción del proceso

El proceso de producción de la mayoría de los productos que se elaboran en esta empresa, tienen un procedimiento de fabricación semejante, el cual inicia cuando se recibe una orden de fabricación, en ésta se especifica que tipo de producto se debe producir y la cantidad del lote, las materias primas que lleva y la cantidad de cada una de ella, también se incluye un instructivo de fabricación en el cual esta descrito el procedimiento que debe hacerse para ir mezclando las materias primas.

La materia prima es transportada de la bodega hacia el área de mezcla por medio de un cargador hidráulico manual y es entregado a los mezcladores quienes verifican el peso de cada materia prima y luego proceden conforme al instructivo de fabricación.

Los productos que se elaboran dentro de la empresa específicamente de la rama de cosméticos, se dividen en dos tipos: acuosos y líquidos. Los productos de consistencia acuosas son productos que se fabrican en dos fases o etapas, como es el caso de las cremas, mientras que los *shampoos*/acondicionadores, desodorantes en *stick* y *roll on*, tintes y permanentes se realizan en una fase. Los productos de consistencia más líquida son las colonias, lociones, permanentes y quita esmaltes.

Luego de determinar que tipo de producto se fabricará, según orden de producción, se procede a seguir las especificaciones que se encuentra en el instructivo de fabricación, el cual tienen descrito paso a paso la forma en que se deben ir mezclando las materias primas. Se describirá la elaboración de un producto tipo crema cuyo procedimiento de fabricación encierra los procedimientos de los demás productos.

Este producto se elabora en dos partes o fases, las actividades de fabricación inician con la verificación de la limpieza de los equipos por parte de control de calidad. Se utilizan dos marmitas de acero inoxidable en las cuales se realizan las dos fases del producto, una en cada marmita.

La marmita de acero inoxidable es un equipo usado para la producción, la cual sirve para elevar la temperatura de las materias primas y derretirlas, estas tienen la forma de un tanque común de doble fondo, en medio de ambos fondos se introduce vapor de agua.

La fase uno de fabricación, contenida en la marmita, consiste en la carga de agua tratada para que la dureza y la acidez de la misma se encuentren en los niveles de especificación indicados por control de calidad. Esta se eleva a una temperatura de 80 grados centígrados y se le agregan los preservantes que conservaran el producto, emulsificantes los cuales sirven para unir la fase uno con la fase dos, debido a que esta última tiene gran contenido en grasas. También se incluye los colorantes según el color del producto que se elaborará.

La fase uno se mezcla de forma manual, en otros productos esta mezcla se realiza por medio de agitadores los cuales se encargan de mover toda la materia prima hasta alcanzar una mezcla homogénea, los agitadores pueden ser eléctricos o neumáticos estos últimos son pequeños lo que los hace fácil de trasladar mientras que la mayoría de eléctricos son grandes y a veces son parte de la marmita.

En otra marmita se procede a elaborar la fase dos la cual consiste en derretir ceras, grasas y preservantes, estas materias primas son la base principal de las cremas, estos ingredientes se elevan a una temperatura de 80 grados centígrados, aquí la mezcla se hace por medio de un agitador debido a la viscosidad que tienen las materias primas.

Luego se procede a unir ambas mezclas transportando la fase uno hacia la fase dos por medio de una bomba neumática, ambas fases se mezclan a una misma temperatura, mientras se incorporan las fases se mantienen en una agitación constante por medio del agitador.

Tanto para elevar la temperatura de las materias primas de la fase uno como la fase dos, las marmitas cuentan con entradas de vapor el cual es generado por medio de una caldera que opera con diesel.

Luego de que la mezcla esta homogenizada, siempre se mantiene en un ciclo de agitación hasta que esta mezcla baje a una temperatura de 30 grados centígrados, en ese momento se le agregan las fragancias o perfumes al producto.

La diferencia que existe entre los productos de dos fases con los de una fase es que la mezcla de las materias primas se realiza en una sola marmita. Mientras que para la fabricación de los productos líquidos se hace uso de un tanque y no de una marmita, porque en estos procesos no se tiene la necesidad de calentar o derretir las materias primas.

En el caso de algunos productos de dos y una fase se tiene la necesidad de homogenizar la mezcla por medio de un molino, que funciona con un motor eléctrico, el cual tiene el funcionamiento de eliminar los grumos en las cremas fabricadas. Mientras que en las colonias y lociones se tiene la necesidad de filtrar la mezcla para que esta sea clara y libre de basura o contaminantes, para lo que se hace uso de un filtro y una bomba neumática para recircular el producto.

Luego que el producto es terminado se procede a transportarlo a tanques limpios, en el caso de los productos de dos fases, estos tanques son inspeccionados por control de calidad, la transportación del producto se realiza por medio de una bomba neumática, luego estos tanques son transportados al área donde será envasado.

Durante la descripción del proceso de fabricación, se ha mencionado que existe equipo neumático dentro de la empresa, esta maquinaria es puesta en marcha con aire comprimido, obtenido de las instalaciones neumáticas de la planta que son alimentadas por medio de compresores de dos y/o tres etapas.

El lote elaborado contenido en un tanque es conectado o instalado a una máquina llenadora, la cual es verificada previamente por control de calidad que se encuentre limpia, está llenadora es previamente calibrada, según las cantidades a llenar en los recipientes, por los técnicos de mantenimiento.

En el caso de los productos acuosos, se hace uso de llenadoras de pistón como principio de acción, mientras para los productos más líquidos, se utilizan llenadoras de vacío, denominadas así por el principio de accionamiento, que es por medio de una bomba de vacío movida por un motor eléctrico.

El producto es llenado en envases especificados, según el lote a fabricar y luego son colocados en una banda transportadora para que se proceda a tapar el envase, para ello se hace uso de una máquina denominada taponadora, por el tipo de acción que realiza, accionada por un motor eléctrico, la que también es calibrada según la altura de los envases a ser tapados y el tipo de tapadera.

Después del tapado, se procede a etiquetar los envases, haciendo uso de una máquina engomadora, la que consta de un rodillo accionado por un motor eléctrico. El rodillo recoge goma contenida en una bandeja que se encuentra debajo de este, teniendo así la función de impregnar de goma blanca a las etiquetas al ponerlas en contacto con el rodillo por el personal operativo.

Luego de etiquetado el producto este continua en la banda transportadora, para que sea colocado en su superficie, el código del producto, refiriéndose éste al número de lote, número de registro, fecha de elaboración y de vencimiento, este código es colocado por medio de una máquina codificadora automática, a la cual solamente se le introducen los datos a imprimir en el panel de control y por medio de un sensor la máquina imprime el código en el momento indicado a cada envase.

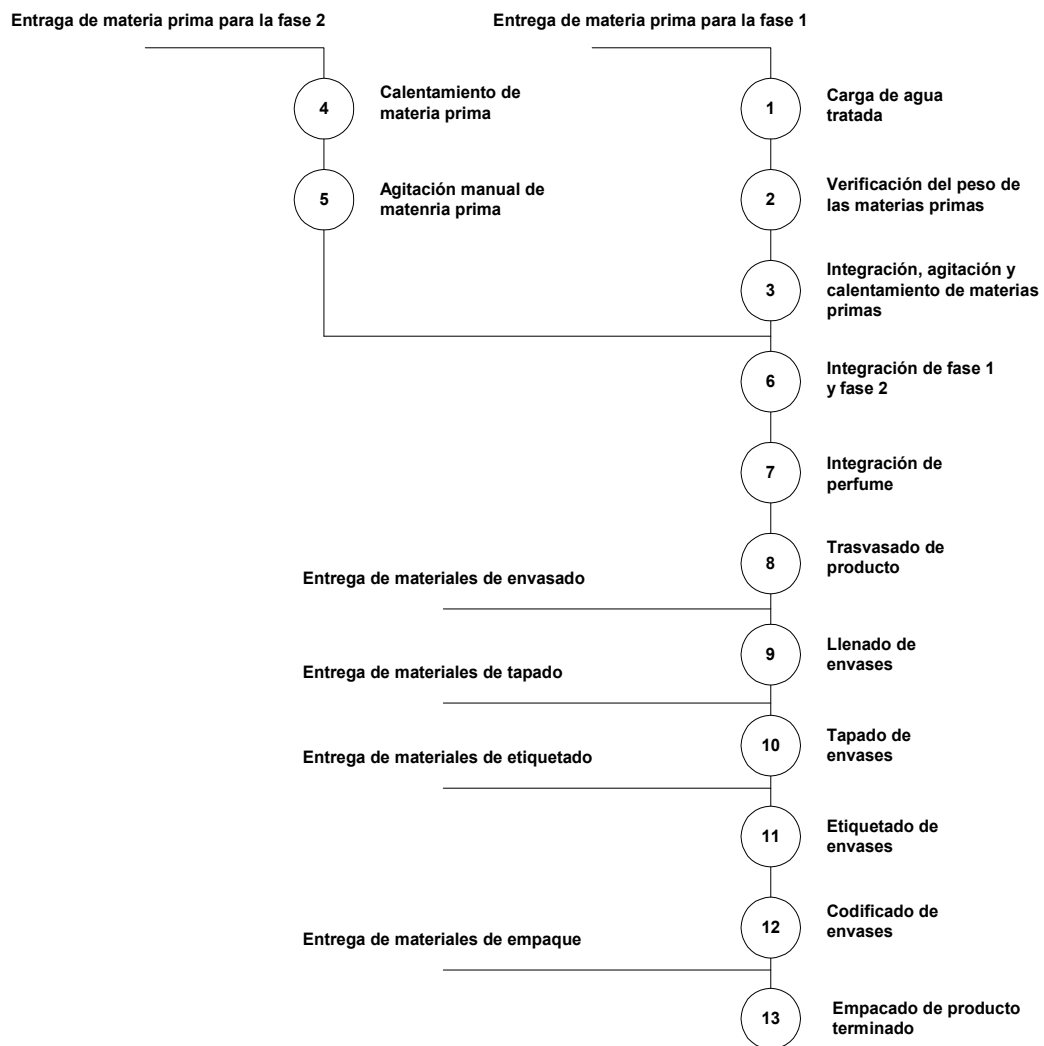
A continuación se procede a empacar el producto en cajas de distintas unidades según especificaciones del pedido, colocando después las cajas en tarimas que son transportadas a la bodega de producto por medio de los cargadores hidráulicos, para que el producto este listo para ser despachado a los clientes.

2.2.1. Diagrama de operaciones

Los diagramas de fabricación que se presentan en las páginas 24 a la 26 corresponden a las operaciones principales de fabricación, estos diagramas permiten tener una mejor visión acerca del proceso de fabricación de los distintos tipos de cosméticos.

Figura 1. diagrama de operaciones de fabricación en dos fases de cosméticos.

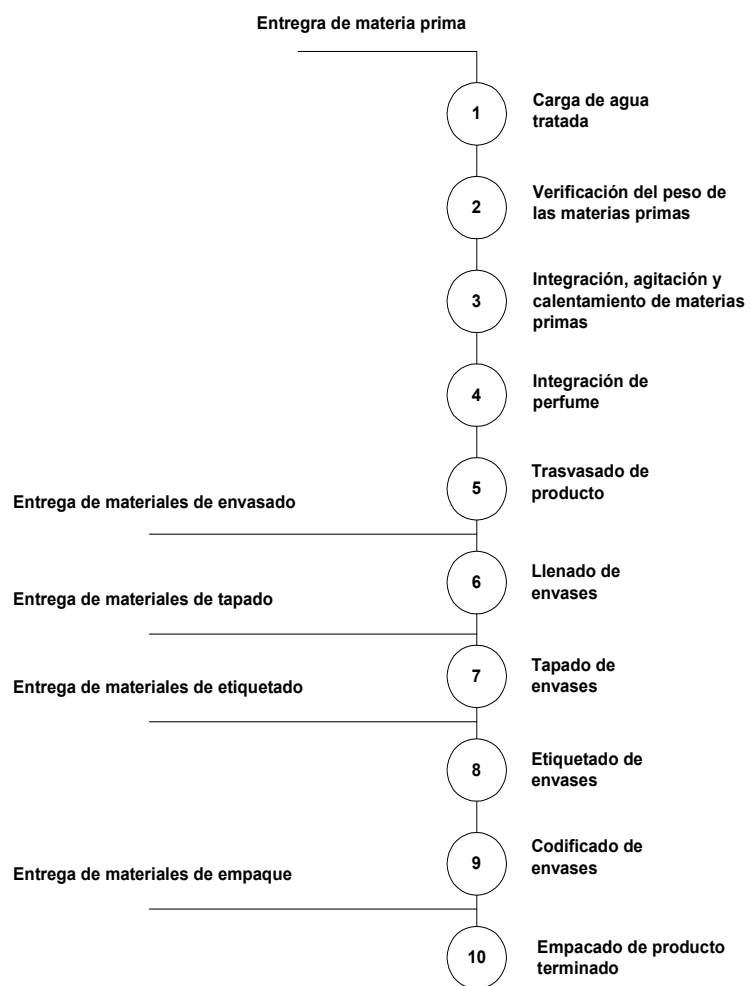
DIAGRAMA DE OPERACIONES	
Empresa de cosméticos Fabricación en dos fases de cosméticos Área de manufactura Fecha: 26/01/04	Departamento de manufactura Método actual Analista: Abdel Boris Calel González Hoja: 1/1



CUADRO RESUMEN		
Actividad	Símbolo	Cantidad
Operación	○	13

Figura 2. diagrama de operaciones de fabricación en una fase de cosméticos.

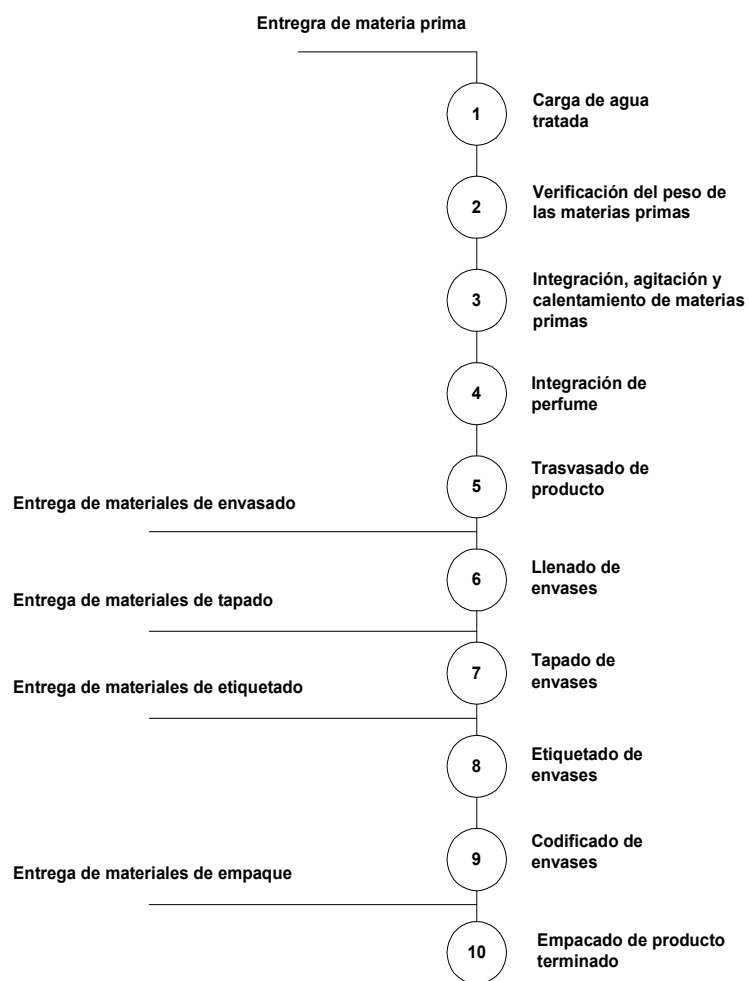
DIAGRAMA DE OPERACIONES	
Empresa de cosméticos Fabricación en una fase de cosméticos Área de manufactura Fecha: 26/01/04	Departamento de manufactura Método actual Analista: Abdel Borís Cael González Hoja: 1/1



CUADRO RESUMEN		
Actividad	Símbolo	Cantidad
Operación	○	10

Figura 3. diagrama de operaciones de fabricación de cosméticos líquidos.

DIAGRAMA DE OPERACIONES	
Empresa de cosméticos Fabricación de cosméticos líquidos Área de manufactura Fecha: 26/01/04	Departamento de manufactura Método actual Analista: Abdel Boris Cael González Hoja: 1/1



CUADRO RESUMEN		
Actividad	Símbolo	Cantidad
Operación	○	10

2.3. Diagnóstico preliminar

Para un mejor diseño del programa de mantenimiento preventivo se debe realizar un diagnóstico preliminar de las condiciones en que se encuentra actualmente la empresa, es necesario evaluar la organización de la empresa en los departamentos que se verán involucrados con la implementación del programa de mantenimiento preventivo, así como las condiciones actuales en las que se desarrolla las operaciones de producción y como se aplica el mantenimiento actualmente.

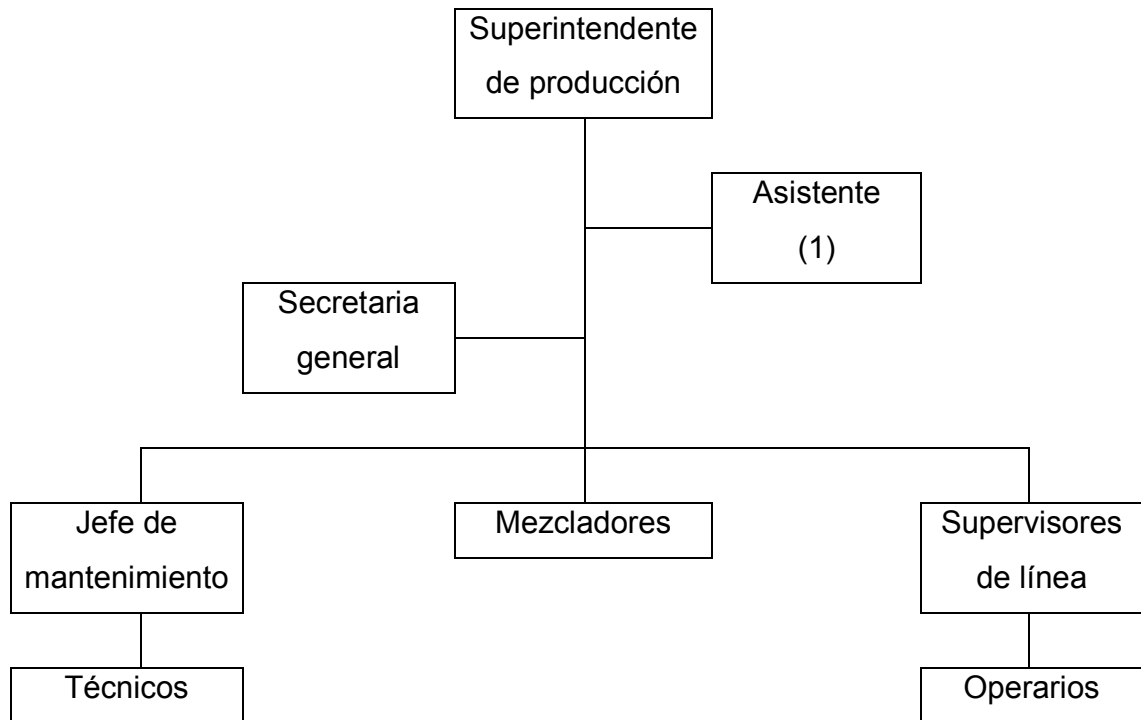
2.3.1. Análisis organizacional

Los departamentos involucrados en mayor grado con la aplicación del programa de mantenimiento son el departamento de producción y el de mantenimiento, esto no significa que toda la empresa este fuera del programa de mantenimiento, cada departamento tendrá un grado de participación dentro del programa, el cual será de acuerdo con el avance del programa. Si se desea que un programa de mantenimiento sea funcional, toda la empresa debe comprometerse para alcanzar el objetivo del mismo.

En la estructura organizacional que se presenta a continuación, muestra como se encuentran constituidos los departamentos de mantenimiento y producción, en el cual se observa la distribución jerárquica que existe dentro de la empresa, se obvia el resto de la estructura organizacional, debido a que principalmente esta sección de la empresa es la que tiene mayor participación con el mantenimiento de la maquinaria.

Se describirá brevemente las funciones de cada miembro de los departamentos de mantenimiento y manufactura.

Figura 4. organigrama de los departamentos de producción y mantenimiento.



2.3.1.1. Departamento de producción

El departamento de producción está constituido por personal capacitado para desarrollar las actividades necesarias para el funcionamiento del mismo. Encabezado por el **superintendente de producción**, tiene a su cargo administrar el departamento, por lo que es responsable de organizar y dirigir todos los recursos disponibles del departamento, controlar las diferentes etapas del proceso de producción para cumplir con los objetivos del departamento. Trabaja constantemente con los departamentos de logística y control de calidad para el cumplimiento de los pedidos de los productos que realizan a la empresa.

Además de tener a su cargo este departamento, también tiene a su cargo el coordinar junto con el jefe de mantenimiento las actividades del departamento de mantenimiento de la empresa.

El **asistente de la superintendencia de producción** debe prestar apoyo en todas las actividades que el superintendente realiza y también tiene la función de enlace entre los mezcladores, supervisoras y demás personal, con el superintendente del departamento.

Los **mezcladores** son los responsables de elaborar los distintos productos, siguiendo el procedimiento de fabricación especificado para cada producto, llevan el control del proceso de fabricación para ir incorporando las distintas materias primas en el momento indicado. La responsabilidad de ellos inicia en el momento en que bodega de materia prima hace entrega de los distintas sustancias que conformarán el producto y termina al momento de entregar el producto a las supervisoras de líneas para su empaque.

Las **supervisoras** son las que tienen a su cargo las líneas de producción, son las encargadas de velar que el personal operativo realice sus actividades desde el envasado hasta el empacado del producto, también llevan el control de la línea para que cuenten con la materia prima necesaria para realizar su trabajo de principio a fin y que el producto terminado este bien identificado antes de llegar a la bodega de producto terminado.

Personal **operativo** de línea, es el que realiza las distintas actividades de llenado, etiquetado, codificado de los envases, empacado del producto final y limpieza del área de trabajo.

Regularmente es el personal operativo y/o supervisoras las que hacen solicitudes de ajustes de los equipos al personal de mantenimiento, esta solicitud se hace de forma verbal, así como también los reportes de las anomalías de la maquinaria, para que el departamento de mantenimiento tome en cuenta estas anomalías y el equipo sea intervenido, de la misma forma realizan estas solicitudes y reportes los mezcladores con el equipo que ellos manejan.

Cuando las supervisoras y/o los mezcladores consideran que la falla o anomalía en el equipo es bastante considerable, hacen el reporte verbal al superintendente de manufactura para ponerlo al corriente de las condiciones en que se encuentra el equipo y este intervenga para que se dé una rápida atención a las máquinas.

2.3.1.1.1. Paros y eficiencia de la línea, tiempo muerto de maquinaria

Los **paros en la línea de producción** se presentan de una forma constante debido a que a la maquinaria de la empresa solamente se le aplica el mantenimiento correctivo, también existen otros factores que influyen para que las fallas se presenten de una forma continua como por ejemplo la antigüedad del equipo, por lo que cuando se da la falla es difícil encontrar repuestos para la máquina, teniendo que reparar las piezas afectas y volver a colocarlas, lo que da como resultado la probabilidad de que se vuelva a presentar la avería.

Otra acción que contribuye a que se presenten los paros de línea, es la atención de la maquinaria, en donde está instalada, al producirse la falla, la que se presenta en especial cuando las máquinas son antiguas y se encuentran con gran carga de producción.

Esta atención ocasiona que las líneas tengan un atraso, baja producción, incumplimiento de pedidos, producto defectuoso por fallas del equipo, ambiente de trabajo desagradable, tiempos de ocio, costos elevados por desperdicios en producto y material de empaque, costos altos en las reparaciones.

Estas son las razones que han hecho que la empresa decida aplicar un plan de mantenimiento que se adapte a sus necesidades y posibilidades y así alcanzar una alta calidad para competir con las empresas de carácter mundial.

La **eficiencia de la línea de producción** es afectada con los paros a causa de fallas, un claro ejemplo de esta disminución es la situación siguiente:

En la fabricación de un desodorante tipo *stick*, con una producción aproximada de 2700 unidades, se invierte 86 horas-hombre, con una productividad de 31 unidades/Hrs.-hombre aproximadas, el tiempo que contempla este análisis incluye el tiempo que se lleva ajustar y/o reparar las máquinas durante el envasado del producto. Ajustes como calibración de la máquina llenadora, codificadora y/o en la engomadora.

En la observación de la fabricación del lote si eliminamos todas las fallas y ajustes que se produjeron durante la producción, se considera que el tiempo invertido para el envasado y empaquetado del producto se reduciría en 69 Hrs.-hombre, obteniendo con ello una productividad de 39 unidades/Hrs.-hombre.

Esta reducción de tiempo consiste en 17 Hrs.-hombre, en este caso la reducción es muy remarcada, debido a que se presentaron fallas que hicieron detener la línea, en este caso se dio la falla de una marmita la cual atrasa la producción, debido a que la materia prima fue entregada por bodega, pero no fue procesada por falta de dicha marmita.

Para la reparación de esta marmita fue necesario tomar aproximadamente dos días, tiempo que se incluyó para obtener los resultados de este análisis. Los datos se presentan a continuación en una tabla para una mejor visualización.

Tabla I. de comparación de productividad

Tiempo	Producto	Unidades	Hrs.-Hombre	Productividad U/H-H
Fallas	Desodorante	2700	86	31
Sin fallas	Desodorante	2700	69	39

Al eliminar las fallas, el tiempo de producción de un lote se reduce y con ello se incrementa la productividad de la línea, esto hace ver que si se aplicara un programa de mantenimiento, la falla en la marmita no hubiera ocurrido y la productividad de la línea sería mayor.

El tiempo de producción de este lote se consideró desde que fue recibida la materia prima, la cual tubo que ser almacenada en planta mientras se reparaba la marmita, atrasando el proceso de producción de los desodorantes y corriendo el riesgo de que la materia prima se pudiera contaminar y con ello se tendría que desechar.

En este ejemplo se observa claramente como es afectada la eficiencia de la línea por causa de una falla en el equipo de producción, que pudo evitarse al aplicar el mantenimiento preventivo.

Se considera que un **tiempo muerto de una máquina** se da cuando esta se encuentra en funcionamiento, es decir que esta encendida, pero no se encuentra realizando el trabajo para lo que fue diseñada, es decir que es el tiempo en que la máquina puede producir una unidad de producto pero no se hace por falta de materia prima o porque el operario no atiende la máquina por atender otra máquina o por distracción en su labor en el equipo.

Este tiempo es diferente al tiempo de carga del equipo, debido a que este se da cuando se detiene la máquina para ser alimentada de materia prima para que siga desarrollando correctamente su actividad de fabricación.

Los tiempos muertos de maquinaria se dan cuando en una planta un operario trabaja con dos máquinas. En el caso de esta empresa, las máquinas no se pueden trabajar con este sistema, por lo que los tiempos muertos en maquinaria se dan solamente cuando al personal operativo se le acaba la materia prima para seguir trabajando.

Ejemplo de esto se presenta cuando en las llenadoras de producto, accionadas por un pistón mecánico, al acabarse el producto, esta se debe detener para que sea cargada de nuevo con producto, mientras que en la siguiente operación que es de tapado del envase lleno por medio de una máquina taponadora, esta no se detiene y sigue funcionando.

Con esto se observa que en la máquina llenadora se da un tiempo de carga, mientras que en la máquina taponadora, se da un tiempo muerto que dura mientras se carga de producto la máquina llenadora, debido a que la máquina taponadora no se apaga.

Estos tiempos muertos no se dan a causa de una falla, sino que a la falta de materia prima, el cual puede corregirse haciendo un análisis cuidadoso de cada operación del proceso, buscando surtir en el momento adecuado de materia prima cada estación de trabajo y no detener las siguientes operaciones.

2.3.1.2. Departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento también esta a cargo del superintendente de producción, quien se encarga de facilitar al departamento de las herramientas y materiales para las acciones de reparación del equipo de producción, además de administrar, distribuir y controlar todos los recursos del departamento, para apoyar al departamento de producción en la fabricación de los productos.

Se cuenta con un **jefe de técnicos** quien además de coordinar al personal del departamento, también hace funciones de técnico en la empresa, también realiza actividades administrativas que por políticas de la empresa tiene que desempeñar cada departamento.

Tiene a su cargo tres **técnicos** que son los encargados de realizar las reparaciones a las máquinas, al momento de presentarse una falla eléctrica así como mecánica, también realizan las tareas de ajustes al equipo de producción para iniciar las operaciones en las líneas o corregir variaciones que se presentan en el producto durante la fabricación.

Se cuenta con dos **soldadores**, los cuales realizan trabajos de herrería tanto para la instalación de máquinas, reparación de tanques de acero inoxidable, instalaciones de la planta, reparación de mesas y sillas metálicas usadas en las líneas de producción, etc.

2.3.1.2.1. Aplicación actual del mantenimiento

El departamento de mantenimiento actualmente dentro de la empresa aplica el mantenimiento correctivo, no cuenta con ningún tipo de programa de mantenimiento preventivo y si se aplica algo de éste es por iniciativa, no planificada, del superintendente de producción o el jefe de mantenimiento, por esta razón no se lleva un historial de las reparaciones o intervenciones del equipo, ni se cuenta con archivos de cada máquina, como manuales, catálogos, etc., tampoco existen registro de las actividades del personal del departamento.

Si se presenta una falla en el equipo de producción y esta es reparable dentro del área de producción, no se tiene la necesidad de llevar el equipo al taller de la empresa, ésta se repara en el lugar donde la máquina estaba funcionando, considerando que la falla sea menor.

Esta situación provoca un atraso en la línea de producción que será igual al tiempo que llevará reparar el equipo. Este tiempo es relativamente corto, si la falla que se presenta en la máquina es solamente un desajuste o avería menor, los cuales se dan con mayor frecuencia, en especial si el equipo es antiguo.

Si la falla es de gravedad y amerita que la máquina sea llevada al taller de la empresa, se procede a desmontarla y transportarla al área de reparación, con esto se puede enfrentar a los problemas siguientes:

- No contar con la herramienta adecuada para la reparación.
- No contar con el repuesto indicado para corregir la falla.
- No contar con los materiales necesarios para realizar la reparación.
- Que el personal no esté disponible por estar atendiendo otras averías.
- Que sea necesario llevar el equipo a un taller especializado externo.

Este último problema representa un mayor costo de reparación, debido a que hay que absorber costos como, tiempo de búsqueda de una empresa confiable para que efectúe la reparación, costo de transportación, tiempo que la otra empresa necesitará para efectuar dicha reparación, etc.

2.3.1.2.2. Inventarios actuales

Actualmente se dan problemas de falta de repuestos, materiales para reparación y a veces problemas de falta de herramienta durante las reparaciones. Esto se debe a que no se lleva algún control de los inventarios de todos los artículos que son utilizados en una reparación.

Por experiencia de los técnicos se realizan compras de material como aceite, grasa, lijas, solventes, etc., pero sin llevar el control de los mismos por lo que en cualquier momento estos materiales se agotan y hasta entonces se vuelven a comprar, el problema se da cuando se necesita uno de estos materiales como cinta de aislar y está se ha agotado, se tendrá que esperar que se compre para terminar un trabajo eléctrico.

Tampoco existe un control de la herramienta de trabajo, por lo que no se sabe con que herramienta cuenta el departamento, además de que el lugar específico para esta no es bien utilizado, debido a que cierto número de llaves se encuentra en esta sección y otras se encuentran en poder de los técnicos.

El departamento de mantenimiento tampoco maneja un inventario de la maquinaria, por lo que no se conoce el estado de la misma, marca o modelo que pueda dar mayor información de la misma, los técnicos para identificar la maquinaria hacen referencia de ella por la localización en la planta, o por el producto que se hace más en la máquina o quien es el que más la utiliza.

El inventario de repuestos es otro que es olvidado en el departamento, debido a que no se cuenta con este, algunas veces se compran algunos repuestos que a consideración del personal de mantenimiento son los más utilizados, como lo son empaques de llenadoras y fajas de motores, pero de estos no se lleva control, por lo que en cualquier momento estos no se encuentran disponibles.

También por esta falta de control e información, no puede establecerse que tipo de repuestos es importante tener almacenados y que cuales no, por lo que a veces se toma malas decisiones de que repuestos comprar, con lo que se tiene un costo por el almacenamiento de repuestos que no se usan continuamente y costo por falta de repuestos que son indispensables.

3. DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Después de hacer un análisis de la situación actual de la empresa, conocer con que recursos se cuenta y que se necesita para aplicar un programa de mantenimiento, entonces se debe decidir que tipo de programa se va a implementar en la planta, el cual debe adaptarse a la realidad de la empresa. Se debe tener presente que el programa de mantenimiento que se elija deberá ser integrando, poco a poco en la empresa para ir venciendo la resistencia al cambio del personal involucrado.

El mantenimiento correctivo es algo que no se puede eliminar completamente de la planta. Un ejemplo de esto se da cuando una faja de una máquina es cambiada de acuerdo al programa de mantenimiento preventivo, y sin embargo después de tres días de funcionamiento esta se vuelve a romper durante el uso del equipo. El departamento, debe cambiar nuevamente la faja de forma rápida, en especial si la máquina se está usando en una operación crítica.

En esta situación se observa que la faja que se instaló, se pudo colocar incorrectamente o ser de mala calidad, que en ciertas circunstancias es difícil identificar, lo cual produjo la falla. Estas situaciones son las que obligan a la aplicación de mantenimiento correctivo, pero en menor grado si se aplica un programa de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento predictivo no se puede aplicar actualmente. Una de las razones es que éste hace uso de muchos instrumentos de medición especializados, para determinar cuando se tiene que aplicar el mantenimiento al equipo. También se necesita de personal especializado para la lectura de los instrumentos de medición, interpretación de los análisis y pruebas que se realizan, como por ejemplo al aceite de algunas máquinas.

El mayor impedimento para la aplicación de este mantenimiento es que se necesita una gran inversión en la compra de equipos de control, instalación de los mismos, instrumentos para pruebas, tiempo para capacitar al personal existente o invertir tiempo en la selección de nuevo personal que se adapte al nuevo sistema de mantenimiento y los costos que esto genere.

Sin embargo, se puede utilizar un formato de historial de fallas de los equipos, para poder establecer un control del porque de las fallas en las máquinas y poder determinar en una forma controlada que se le puede hacer a la maquinaria.

El mantenimiento que más se adapta a la situación de la empresa es el preventivo. La información que se necesita para elaborar el programa se puede obtener de la experiencia de los técnicos y/o operarios, manuales de algunas máquinas que puede adquirir la empresa, investigaciones de mantenimiento de las máquinas, registro de actividades del departamento de mantenimiento y registro del historial de fallas y reparaciones de las máquinas.

Este mantenimiento se basa en el cambio de partes periódicamente, sin importar el estado de las piezas del equipo que se cambian, evitando así las fallas futuras y problemas en la producción. Con este programa se busca eliminar todos los problemas que se han descrito con anterioridad.

3.1. Importancia de codificar

Para iniciar el programa de mantenimiento es muy importante contar con un código para cada máquina, esto permite llevar un mejor control del equipo de producción, orden del mismo, facilita el trabajo administrativo y lo hace eficiente, permite llevar un historial de reparaciones de la maquinaria así como las tareas de mantenimiento que se realizan, llevar control de la entrada y salida de los equipos y ayuda en la creación del inventario técnico.

Para el diseño del código, se debe tener en cuenta que este tiene que contener solo la información necesaria y debe ser de fácil interpretación, algunas empresas diseñan los códigos de sus equipos con números en bloques que en algunos casos incluye una letra que identifique la máquina.

La estructura de los códigos que se sugieren y la interpretación de los mismos para esta empresa se presentan en la siguiente tabla:

Tabla II. forma de escritura de código.

UBICACIÓN	TIPO	CARACTERÍSTICA	NO. DE EXISTENCIA
01	02	F	003

Este código será escrito separados por un guión entre cada bloque de números para facilitar la lectura del mismo. Ejemplo: 01 - 02 - F - 003. La interpretación del código en sus dos dígitos de izquierda a derecha dará la ubicación del equipo, este número podrá variar según el área donde se encontrará la máquina. Las áreas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla III. nomenclatura de ubicación

CÓDIGO	UBICACIÓN	CÓDIGO	UBICACIÓN
00	En cualquier área	02	Área 2
01	Área 1	03	Área 3

Se da el código 00 en esta tabla, debido a que existen máquinas que pueden considerarse portátiles, por lo que no tienen una ubicación fija. Otro factor que contribuye a esta situación es que al momento de armar una línea de producción se ve la necesidad de transportar las máquinas de un área a otra.

Los siguientes dos números describen el tipo de máquina, su interpretación se presenta en la siguiente tabla:

Tabla IV. nomenclatura del tipo de máquina.

CÓDIGO	TIPO DE MÁQUINA	CÓDIGO	TIPO DE MÁQUINA
01	Tanques de acero inoxidable	08	Taponadoras
02	Marmita de acero inoxidable	09	Bandas transportadoras
03	Agitadores	10	Engomadoras
04	Bombas	11	Codificadoras
05	Molinos	12	Compresores
06	Llenadoras	13	Calderas
07	Selladoras	14	Cargadores hidráulicos

El siguiente espacio corresponde a la letra de la característica que tiene la maquinaria, cuya interpretación se presenta a continuación:

Tabla V. nomenclatura de característica de máquina.

CÓDIGO	CARACTERÍSTICA
F	Fijo
M	Móvil

La característica de fijo o móvil se da debido a que existen máquinas que a pesar que se encuentran designadas a un área de trabajo, estas no son fijas y pueden moverse dentro de la misma área. Un compresor es de tipo fijo asignado al área 1, por su instalación no se puede llevar de un área a otra o moverse dentro del área, por lo que se le asigna la letra F.

Mientras que una llenadora de pistón es asignada al área 1, pero puede moverse dentro del área, por lo que esta máquina se le asignará la letra M, que indicará que se puede mover dentro del área pero no podrá salir de ella.

Esto no ocurre con las engomadoras, estas máquinas pueden llevarse de un área de trabajo a otra según se necesite, por esta razón llevarán ubicación 00 y característica M. Es decir que estas máquinas se podrán encontrar en cualquier área, debido a que son totalmente móviles y de dimensiones pequeñas, haciéndolas fáciles de transportar.

Los últimos tres dígitos del código serán el número correlativo de existencia de la máquina, se iniciará de 001 en adelante por cada tipo de máquina que exista en la empresa, en este caso no importará en que área se encuentre la máquina sino que el número de máquinas que existen.

La interpretación del código, que se usó como ejemplo anterior, es de la siguiente forma:

Código: 01 - 02 - F - 003. Máquina que se encuentra en el área 1 de trabajo, tipo marmita, de característica fija, con número de existencia 003.

La acción de codificar las máquinas enfrenta el problema que en las superficies de algunas, como las llenadoras, marmitas y tanques, en donde se encuentra en contacto con el producto, el cual utiliza materias primas de tipo grasoso, y esto no permite el uso de algún tipo de pegamento para adherir el código de la máquina.

El uso de pintura como medio para codificar enfrenta el problema que algunas máquinas utilizan vapor generando temperatura, como las marmitas, la que al elevarse la pintura se levanta, mientras que otras máquinas, sus superficies tienen mucho contacto con el personal, como las bandas transportadoras, esto provocaría el deterioro rápido de la pintura.

Para evitar estos problemas la codificación debe hacerse de forma que el código de la máquina no se pierda con el paso del tiempo. El uso de un vibro-marcador, como medio para codificar el equipo de producción, permite que el código sea permanente, este instrumento de marcación penetra en la superficie de la máquina, su uso es fácil, como escribir con un marcador normal.

El vibro-marcador deja un código permanente y es como ver el grabado en un anillo, no se perderá con el paso del tiempo, por estar en contacto con los productos en cremas, shampoo o acondicionadores o el constante contacto con el personal operativo.

Este tipo de código permite la incorporación de otro tipo de máquinas que no sea usada actualmente en la fabricación del producto y también permiten la incorporación de más máquinas de tipo ya existente.

3.2. Protocolos de mantenimiento

Los protocolos de mantenimiento no son más que las fichas o formatos diseñados para facilitar la administración del programa de mantenimiento preventivo. Servirán para recopilar toda la información generada por el uso de la maquinaria e historial de fallas, permitiendo analizar el desempeño del equipo y evaluar el mantenimiento que necesita. El correcto análisis de la información permitirá ir mejorando el programa de mantenimiento preventivo.

Los protocolos que se manejan comúnmente en varias industrias son:

- Formato de inventario técnico
- Reporte de anomalías
- Fichas técnicas
- Control de inspecciones
- Solicitud de ajuste/reparación de máquina
- Fichas históricas de máquinas
- Control de visitas
- Reportes mensuales de actividades

Se le ha denominado protocolos a estas fichas o formatos de mantenimiento, debido a que es una papelería que al llenarse, en la empresa durante la ejecución del mantenimiento, se autoriza y controla por medio de estos las distintas actividades del departamento de mantenimiento.

3.2.1. Objetivos de los protocolos de mantenimiento

La creación de estos protocolos busca cumplir los siguientes objetivos:

- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa por medio de garantizar el funcionamiento de la máquinas.

- Satisfacer las necesidades de los clientes a quienes se les maquilan los productos.
- Permitir el seguimiento de las fallas, su evolución después de intervenida la máquina y el análisis de las mismas.
- Optimizar las labores de mantenimiento de la empresa y uniformizar las cargas de trabajo del personal técnico.
- Tener un mejor control de los equipos de producción, repuestos, herramienta y materiales para reparación, en la existencia de cada uno de ellos.
- Recopilar la información para crear los archivos históricos de las máquinas y facilitar el diseño de una base de datos para un mejor manejo de la información y una mejor evaluación de las fallas que se presenten en el equipo de producción.
- Conocer el límite de la duración de las piezas y del servicio que se le da a la maquinaria.
- Evaluar la información para determinar programas de capacitación que ayuden a los empleados a desarrollar de una mejor manera sus actividades.

3.2.2. Inventarios

Los inventarios permiten saber, de forma escrita, con lo que cuenta la empresa en cualquier momento y son necesarios para la elaboración del programa de mantenimiento preventivo, estos programas incluyen los siguientes inventarios:

- Técnico
- De repuestos
- De herramientas
- De insumos y materiales para reparación

3.2.2.1. Inventario técnico

Este inventario no es más que el registro de todas las máquinas usadas en la producción de la empresa. Se considera como un listado de las mismas, pero es más que un simple listado, en el puede registrarse información que se considere de importancia para planear el mantenimiento del equipo.

Este protocolo es muy importante debido a que permite conocer toda la maquinaria de la empresa y tenerla presente al momento de programar el mantenimiento de la misma.

En este formato se pueden registrar características importantes o de información técnica de las distintas máquinas como: código, tipo de máquina, marca, modelo, número de serie, estado del equipo y toda la información que la empresa considere pertinente para el programa de mantenimiento.

El código y tipo de máquina permite llevar un mejor control del inventario así como la de la información que se genera.

El tipo de máquina, marca, modelo y número de serie permite establecer que empresas distribuyen estas marcas y puedan proporcionar asesoría técnica o talleres que reparen estos equipos en caso que dentro de la empresa no se pudiera realizar la reparación. Esta información técnica también será de ayuda para realizar investigaciones de la maquinaria.

La confiabilidad permite conocer en que estado de funcionamiento se encuentra el equipo de producción en cualquier momento, con lo que se pueden tomar decisiones a cerca de cada máquina.

También permite llevar el historial a cerca de los reemplazos de maquinaria, facilitando el registro de la entrada de nuevo equipo y la salida de equipo obsoleto.

A continuación se presenta el formato sugerido para el registro del inventario técnico.

Figura 5. formato de inventario técnico de máquinas.

INVENTARIO TÉCNICO DE MÁQUINAS

Código	Máquina	Marca	Modelo	No. Serie	Confiabilidad	Observación
01-02-F-001	Marmita	GROEN	D60	74084	80%	En funcionamiento con mantenimiento
01-02-F-002	Marmita	GROEN	N-150	125393	80%	En funcionamiento con mantenimiento
01-04-M-001	Bomba neumática	GRACO	K00A	137-129	90%	En funcionamiento con mantenimiento

Superintendente de manufactura: Raúl Morales Vo. Bo. R.M. Código personal: 0536

3.2.2.2. Inventario de repuestos

Por el tipo de mantenimiento que se aplica actualmente en la empresa el cual es correctivo, no existe un inventario de repuestos ni mucho menos un historial del consumo y utilización de ellos, estos se compran según se vayan presentando las fallas.

Cuando se presentan las fallas el jefe de mecánicos realiza una evaluación en base a su experiencia con apoyo de los técnicos para aprovechar la situación para comprar cierto número de repuestos que serán almacenados, en el taller de mantenimiento, el inconveniente principal es que no se lleva un registro de esta compra ni control del consumo de estos.

Otro problema con este tipo de evaluación basada en la experiencia, es que se pueden comprar repuestos que no son muy necesarios y que se compraron por la ocurrencia de la falla, la cual se puede estar dando por algún problema difícil de visualizar que esta provocando una falla continua.

Un claro ejemplo puede ser una faja que se cambie cada cierto tiempo por su ruptura, pero la causa de esto no es la fatiga de la faja, sino porque pueda estar mal instalada que es menos probable o por estar sobre una polea picada, con lo que al pasar la faja sobre esta superficie sufre un desgaste más rápido. Esto se puede evitar cambiando la polea dañada, teniendo un ahorro en la compra de fajas y en tiempo de reparación, debido a que la falla solamente se presentará si la faja llega al límite de su vida útil.

Para iniciar el inventario de repuestos se basará en la experiencia de los técnicos del departamento de mantenimiento quienes evaluarán las máquinas y determinarán que repuestos son los de más frecuente uso en las máquinas, además debe tomarse en cuenta alguna existencia de repuestos que tenga la empresa.

Se tendrá que llevar un control del consumo y con la puesta en marcha del programa de mantenimiento preventivo, se buscará ir mejorando el inventario de repuestos con el análisis de la información que se generará con todos los protocolos de mantenimiento. Con este análisis se podrá determinar cual será el volumen ideal de repuestos, así como el tipo de estos que se deben incluir en el inventario y definir el área de almacenamiento de los mismos.

En este formato se podrá determinar la cantidad, tipo de repuestos en existencia y para qué máquinas serán usados, También tendrá el registro de quien realizó dicho inventario, la fecha correspondiente del mismo, y el visto bueno del superintendente de manufactura.

Para el registro de los repuestos se puede utilizar el formato siguiente, en el cual se incluye la información necesaria para el control de los repuestos.

Figura 6. formato de inventario de repuestos.

INVENTARIO DE REPUESTOS

Fecha de realización: 26/01/04

Realizado por: César Carrillo Código personal: 1027

Cantidad	Repuesto	Para uso en máquina
2	Fajas tipo "V"	Engomadoras
3	Empaques de pistón	Llenadoras de pistón
1	Empaques de bomba	Bombas neumáticas

Superintendente de manufactura: Raúl Morales Vo. Bo. R.M.

Código personal: 0536

3.2.2.3. Inventario de herramienta

Con la aplicación del inventario de herramienta se busca llevar control de la misma, se tendrá conocimiento con que tipo de herramienta se cuenta. Este listado de herramienta ayudará a determinar que tipos de trabajo se pueden realizar dentro de la empresa, debido a que ciertos trabajos necesitan de herramienta especial para ser realizados, ejemplo de ello es la maquinación de un eje nuevo para un motor eléctrico, que para esto se necesita de un torno.

También servirá para determinar que tipo de herramienta se necesite adquirir para el departamento y evaluar la compra de la misma, para realizar los trabajos de reparación de una forma rápida. El departamento cuenta con ciertos juegos de llaves, pero no así con juego de copas que hacen que los trabajos se realicen más fáciles y rápidos.

El formato que se sugiere para este inventario es similar al inventario de repuestos, pues llevará la fecha en que realizó el inventario, quien realizó dicho inventario y su código personal, este inventario llevará el visto bueno de superintendente de producción.

Este inventario llevará la cantidad de herramienta que se tenga, en el caso que la herramienta sea de una misma clase, el nombre de la herramienta, se incluirá una descripción de la misma que podrá ser a cerca del uso, o tipo, estado, etc.

Figura 7. formato de inventario de herramientas.

INVENTARIO DE HERRAMIENTAS

Fecha de realización: 26/01/04

Realizado por: César Carrillo Código personal: 1027

Cantidad	Herramienta	Descripción
3	Llaves 1/2"	Cola – corona
3	Alicates de presión	De 8"
1	Juego de copas 12 puntas	De raíz de 3/8" de 25 piezas

Superintendente de manufactura: Raúl Morales Vo. Bo. R.M.

Código personal: 0536

3.2.2.4. Inventario de insumos y materiales para reparación

Como es notable para los insumos y materiales para reparación, tampoco se lleva un control de ellos. Por lo que se necesitará llevar un inventario para estos insumos. Con esto se busca tener todo los materiales e insumos necesarios al momento de intervenir una máquina, como por ejemplo grasas, aceites, cinta de aislar, lijas, etc.

La presentación del formato es similar a los de inventario de repuestos y herramienta, incluirá la cantidad, y en este caso, las unidades de medida que podrán variar, debido a que la lija se tiene en cantidades de pliegos mientras que el aceite se tiene en galones. Se tendrá el nombre del insumo y una descripción de los mismos la cual consistirá en que se usa dicho insumo, presentación o alguna descripción que se considere importante.

Figura 8. formato de inventario de insumo y materiales para reparación.

INVENTARIO DE INSUMOS Y MATERIALES PARA REPARACIÓN

Fecha de realización: 26/01/04

Realizado por: César Carrillo Código personal: 1027

Cantidad	Unidades	Insumo y materiales	Descripción
10	Galones	Aceite	Para máquinas
30	Pliegos	Lija número 220	Para usos varios
2	Libras	Grasa No. 2	Para máquinas

Superintendente de manufactura: Raúl Morales Vo. Bo. R.M.

Código personal: 0536

3.2.3. Solicitud de ajuste/reparación

La solicitud de ajuste/reparación es parte de los protocolos de mantenimiento. Se crea con el objetivo de ir registrando todas las fallas y desajustes que se generan en los equipos por la utilización de los mismos, así como para ir identificando las máquinas que sufren más descomposturas y desajustes para aplicarles el mantenimiento preventivo más frecuente o determinar si a la máquina no se le está aplicando correctamente el mantenimiento preventivo y/o reparaciones.

Con este formato se podrá ir creando el archivo del departamento de mantenimiento y también permite que el operario de línea o la supervisora reporte a los técnicos del departamento de mantenimiento que tipo de trabajo necesita que se realice al equipo de producción.

Este formato será utilizado para solicitar los ajustes o reparación de fallas que necesite la maquinaria y que no permiten iniciar o seguir fabricando los productos de la empresa. También se podrá con este formato solicitar el mantenimiento preventivo de la maquinaria.

El formato tendrá que ser llenado en su totalidad debido a que la información que se registre permitirá llevar un control tanto administrativo como un control de la reparación de las fallas y mantenimiento preventivo.

Estos formatos incluirán información como: número de solicitud, fecha y hora de solicitud, código, tipo y ubicación de máquina, nombre y código del personal que solicita, tipo de tarea y descripción de la misma, así como los datos de quien recibe la solicitud en el departamento de mantenimiento, además de incluir información que la empresa considere pertinente.

La solicitud de ajuste/reparación tendrá la siguiente presentación:

Figura 9. formato de solicitud de ajuste/reparación.

FICHA DE SOLICITUD DE AJUSTE Y/O REPARACIÓN			
FECHA: Guatemala, 26 / 01 / 200 4	HORA DE SOLICITUD: Hrs. 8 : 15	No.:	022
TIPO DE MAQUINA: Engomadora			
CÓDIGO: 00-10-M-002			
UBICACIÓN: Actualmente en área 1			
SOLICITANTE: Ing. Raúl Morales	CÓDIGO PERSONAL: 0536		
TAREA SOLICITADA:			
AJUSTE: <input type="checkbox"/>	REPARACIÓN: <input type="checkbox"/>	OTRO: <input checked="" type="checkbox"/>	
DESCRIPCIÓN DE TAREA: Aplicación del mantenimiento preventivo, el cual será en modalidad de visita según fecha del cronograma de acción			
PRIORIDAD: NORMAL: <input checked="" type="checkbox"/> Urgente: <input type="checkbox"/>			
Fecha en que se usará máquina: Guatemala, 26 / 01 / 200 4			
RECIBIDO POR: Roberto Hernández	FIRMA: R.H.	CÓDIGO PERSONAL: 0634	
FECHA DE RECEPCIÓN: Guatemala, 26 / 01 / 200 4		HORA RECIBIDA: Hrs. 8 : 30	

La fecha y hora de solicitud es para llevar el control del momento en que ingresa la solicitud al departamento. El número de la misma será asignado según el orden de entrada en el departamento de mantenimiento.

El código, tipo de máquina y ubicación permite una rápida identificación del equipo en que se va a realizar el trabajo. Mientras que el nombre y código de quien solicita servirá para darle formalidad a la solicitud y cumplir con los estatutos de auditorias externas de calidad.

La tarea solicitada sirve para indicar si ésta es un ajuste, una reparación la que se solicita en el equipo, en el caso de otros, se usará para el mantenimiento preventivo u otras acciones que pueda realizar el departamento de mantenimiento en la maquinaria.

La prioridad será utilizada en los casos en que la solicitud se utilice para mantenimiento correctivo, el cual ya se justificó el porque no se puede anular completamente, no así para el mantenimiento preventivo. La asignación de urgente indicará que la máquina se necesita reparar de una forma rápida para seguir realizando un proceso de fabricación que no puede detenerse por mucho tiempo, mientras la asignación normal indica que la falla puede postergarse por algunas horas o para el siguiente día.

La fecha de utilización de la máquina, podrá ser usada juntamente con la prioridad de normal, ya que se puede indicar cuando se necesita que el equipo este listo para realizar los distintos procesos productivos. También esta fecha servirá para indicar cuando el equipo debe de haber salido de su mantenimiento preventivo.

El nombre de quién recibe, firma y el código personal es para darle formalidad a la ficha de solicitud y además de saber quien es el responsable de dicha recepción. La fecha y hora de recepción sirven para llevar el control de en que momento ingresa la solicitud al departamento de mantenimiento, para luego programar su atención.

3.2.4. Reporte de anomalías

El personal que esta en mayor contacto con la maquinaria, es el personal operativo y es el que se da cuenta cuando las máquinas tienen alguna anomalía durante su uso, ya sea este algún tipo de ruidos, trabaduras, disminución de velocidad o fuerzas, síntomas que dan la pauta de que más adelante se pueda dar una falla. Entonces por medio del formato de reporte de anomalías el operario podrá avisar de los síntomas que considera que provocaran una falla futura.

Lo que se reportará en estos protocolos serán situaciones de futuras fallas pero que permiten seguir produciendo en el momento, en especial si en la línea que se encuentra la máquina se esta fabricando un producto que es de extremada urgencia y no se puede detener la línea. Además de que también proporcionará información para la creación de un archivo para el análisis de la maquinaria.

Este formato contiene información como fecha en la que se hace el reporte de la anomalía, en este caso no se necesita de la hora, debido a que no se esta solicitando un trabajo inmediato sino que se esta dando un aviso al personal técnico. A este reporte también se le asigna un número cuando ingresa al departamento de mantenimiento.

El código, tipo de máquina y ubicación permite una rápida identificación del equipo donde se está dando la anomalía. El nombre y código personal de quien reporta le dan formalidad a este protocolo.

La fecha en que ocurrió la anomalía le da un parámetro al departamento de cuanto tiempo la máquina estuvo funcionando bajo esas condiciones y que tan importante será intervenir el equipo de inmediato para corregir dicha anomalía y evitar la ocurrencia de la falla.

La descripción de la anomalía, permite al departamento saber el tipo de la misma, en que consiste, que puede estar ocurriendo internamente en el equipo, que partes de la máquina pudieran estar siendo afectas, etc., y poder programar una fecha para la intervención de la máquina.

Aquí también el nombre de quién recibe, firma y código personal será para darle formalidad a la ficha de repote de anomalía y además de saber quien es el responsable de dicha recepción. La fecha y hora de recepción sirven para llevar el control de en que momento ingresa el reporte al departamento de mantenimiento, para luego programar su atención.

Figura 10. formato de reporte de anomalías.

FICHA DE REPORTE DE ANOMALÍAS

FECHA:	Guatemala, 26 / 01 / 200 4.	No.:	019
TIPO DE MÁQUINA:	Agitador eléctrico		
CÓDIGO:	01-03-F-003		
UBICACIÓN:	Área 1		
NOMBRE DE QUIEN REPORTA:	Victor Navarro	CÓDIGO PERSONAL:	1089
FECHA EN QUE OCURRIÓ LA ANOMALIA:	Guatemala, 24 / 01 / 200 4.		
ANOMALIA CONSISTENTE EN:	El agitador produce ruidos de vez en cuando, al momento que la mezcla del producto se encuentra mas viscosa y pierde potencia, no así cuando es mas líquida		

RECIBIDO POR: Roberto Hernández FIRMA: R.H. CÓDIGO PERSONAL: 0634
FECHA DE RECEPCIÓN: Guatemala, 26 / 01 / 200 4. HORA RECIBIDA: Hrs. 8 : 30

3.2.5. Fichas históricas

De este protocolo se crearán dos tipo uno de ellos será para uso exclusivo del departamento de producción y mantenimiento, mientras que el segundo será para ser expuesto en la máquina para tener presente de una forma rápida las fallas y reparaciones que se han hecho al equipo de producción.

Se hará una ficha histórica de fallas por cada máquina tanto para la de uso interno de los departamentos, así como para la que será colocada en las máquinas, como marmitas, compresores, calderas y no así en máquinas pequeñas como las engomadoras, ya que estas no tendrán superficie donde apoyar esta ficha.

El primer protocolo o ficha histórica tendrá registrado el código y tipo de máquina como encabezado por cada máquina y luego se registrarán las fechas en que ocurren las fallas, en que consisten, costos de mano obra, costos de materiales y repuestos, otros costos como los externos, quien realizó el trabajo, tiempo de duración, número de solicitud que se hizo para la falla y por quien fue aprobado. Siendo esta ficha de uso exclusivo de los departamentos debido al tipo de información que contiene, en especial en la información de costos.

Este formato tendrá la siguiente presentación:

Figura 11. formato de historial de fallas y/o averías para uso interno de los departamentos de manufactura y mantenimiento.

FICHA HISTÓRICA POR REPARACIONES DE FALLAS Y/O AVERÍAS

TIPO DE MÁQUINA: _____ Marmita de acero inoxidable _____

CÓDIGO: _____ 01-02-M-002 _____

FECHA	FALLA Y/O AVERÍA REPARADA	COSTO			REALIZADO POR	DURACIÓN	APROBADO POR	No.	
		M.O.	MATERIAL	OTROS					TOTAL
2-10-03	Fuga válvula de descarga de PT	Q3	Q70	0	Q73	1057	0.5 Hrs.	R.H. 0634	010
18-1-04	Fuga válvula de entrada de vapor	Q9	Q40	0	Q49	0578	1.5 Hrs.	R.H. 0634	018
23-4-04	Fuga válvula de entrada de agua	Q6	Q25	0	Q31	1245	1.0 Hrs.	R.H. 0634	021

En la segunda ficha también se realizará por cada tipo de máquina, llevando la información del código de máquina y tipo, fecha en que ocurre la falla, en que consiste dicha avería, materiales y/o repuestos que se usaron, la duración del trabajo, quién realizó dicho trabajo así como su código personal. Hay que hacer referencia en que ambas fichas pueden considerarse una igual a la otra, pero en esta última se omite la información de costos.

Como esta ficha será expuesta en los equipos grandes como las codificadoras, estos formatos tendrán la función de proporcionar información de forma rápida de quien trabajó la máquina y que fallas fueron atendidas, para que en caso ocurra una falla similar se podrá determinar quien puede atender la falla por la experiencia anterior que tiene en el equipo. Por esta razón no es importante exponer los costos que generaron dichas fallas.

La presentación de este protocolo es similar al usado por el departamento teniendo el siguiente diseño:

Figura 12. formato de historial de fallas y/o averías para uso en las máquinas.

FICHA HISTÓRICA DE MÁQUINA

TIPO DE MÁQUINA: _____ Marmita de acero inoxidable _____ CÓDIGO: _____ 01-02-M-002 _____						
FECHA	FALLA O AVERÍA REPARADA	MATERIALES USADOS	DURACIÓN	TRABAJADO POR	CÓDIGO PERSONAL	No.
2-10-03	Fuga válvula de descarga de PT	Válvula, Teflón	0.5 Hrs.	Rolando Cifuentes	1057	010
18-1-04	Fuga válvula de entrada de vapor	Válvula, Teflón	1.5 Hrs.	Rene Barrio	0578	018
23-4-04	Fuga válvula de entrada de agua	Válvula, Teflón	1.0 Hrs.	Carlos Palencia	1245	021

3.2.6. Ficha técnica

La ficha técnica es un protocolo que tiene como objetivo funcionar como un manual, elaborado por la empresa, se tendrá que realizar una ficha técnica por cada máquina, en ellas se recopila información como el código y tipo de la máquina y la característica de la misma, partes móviles, partes fijas, partes de mantenimiento constante, partes de mantenimiento periódico, partes, variables y condiciones a inspeccionar, también llevará descrito el procedimiento a aplicar en el mantenimiento preventivo de la maquinaria.

Con esto se busca que la empresa vaya creando sus propios manuales en especial para las máquinas de las cuales por su antigüedad o por ser de segundo uso, no se tienen los manuales.

Estos protocolos o manuales contribuirán en el departamento de mantenimiento en las inducciones que se le dan al personal nuevo, para que este vaya conociendo el equipo, como funciona y que partes podrían ocasionar al técnico un accidente laboral, si este no conoce el funcionamiento de dicho equipo. El técnico también irá conociendo como le debe dar mantenimiento a cada máquina y en que forma. Además en estos protocolos se irán registrando las condiciones y trabajos más importantes que se le hagan a las máquinas.

Este formato tendrá el siguiente diseño en el cual se incluirá una fotografía del equipo de producción para una rápida identificación del equipo se está describiendo en la ficha técnica.

En ficha técnica se registra también el procedimiento técnico de mantenimiento preventivo, de los cuales se ejemplifican algunos, en el anexo 2.

Figura 13. formato de fichas técnicas de máquinas.

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA

TIPO DE MÁQUINA: _____ Engomadora _____
 CÓDIGO: _____ 00-10-M-002 _____

Característica: Fija Móvil
 Marca: BALDOR Modelo: DES12
 No. Serie: F989 Voltaje: 110

Partes principales: 1. Motor eléctrico. 2. Sistema de transmisión de potencia (poleas y engranajes). 3. Rodillo y guía de etiqueta. 4. Bandeja portagoma.

Partes móviles: Eje del motor eléctrico, sistema de transmisión de potencia (poleas, faja y engranes), rodillo y guía de etiqueta.

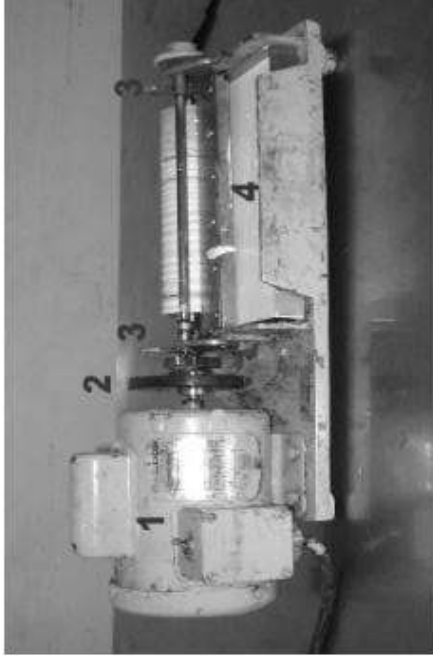
Partes fijas: Motor eléctrico por estar anclado, bandeja, bases de instalación del rodillo y guía de etiqueta.

Partes de mantenimiento constante y periódico: CONSTANTE: Cojinete del rodillo derecho e izquierdo, Cojinete de la guía de etiquetas derecho e izquierdo, Lubricación durante su uso. PERIÓDICO: Cojinetes internos del eje del motor eléctrico.

Condiciones y variables a inspeccionar: LUBRICACIÓN: constante de cojinete del rodillo y guía de etiquetas. LIMPIEZA: de la bandeja al final de uso.

Partes a inspeccionar: cojinete del rodillo y guía de etiquetas, graduación del recolector de goma.

Procedimiento de mantenimiento: Según rutina de visita o inspección, la cual se anexan a esta ficha.



3.2.7. Realización de inspecciones

Cuando se cuenta con el manual de cada máquina es más fácil realizar las inspecciones a cada equipo, pero cuando no se tiene dicho manual se da el problema de no saber ¿Qué partes del equipo se deben inspeccionar? Y ¿Cada cuanto debe de hacerse dicha inspección? entonces se debe determinar que partes, condiciones y variables de la máquina se deben inspeccionar.

Para iniciar estas inspecciones se puede realizar en base a la experiencia de los operarios y técnicos e ir afirmando y corrigiendo con la recopilación de la información plasmada en los protocolos. Es por ello que en el programa de mantenimiento se deben contemplar las visitas e inspecciones a la maquinaria y como resultado de estas se puede dar una intervención del equipo.

3.2.7.1. Visitas

Las visitas que se realizarán a la maquinaria se harán por medio de la observación y reparaciones menores, con el objetivo de verificar el funcionamiento del equipo de producción así como la evolución de las fallas que se presentan y se hayan corregido. En estas visitas se deben de realizar trabajos de limpieza y lubricación a partes accesibles, es decir donde no se necesite de mucha herramienta para realizar la visita.

En la visita se incluyen tareas de lubricación de partes móviles de acceso rápido, chequeo de niveles de aceite, limpieza exterior de la máquina y reparaciones menores como los ajustes de tornillos o cubiertas de los equipos. Las visitas tendrán una duración de tiempo relativamente corto, aproximadamente de una hora y se deben realizar con una mayor frecuencia.

En cada visita se llevará un registro de las condiciones en las que se encuentra la maquinaria, los trabajos menores que se realizaron así como la causa de los mismos. Mas adelante se presentará el formato que se usará para las visitas, debido a que tienen la misma información de las inspecciones, este protocolo no es más que un reporte de todas las actividades que se llevaron a cabo durante la visita.

3.2.7.2. Inspecciones

Las inspecciones tienen una menor frecuencia que las visitas, debido a que en ellas se planea una intervención de la maquinaria, en las inspecciones se debe realizar una limpieza profunda de las piezas de las máquinas al igual que la lubricación del equipo.

Por esta razón se debe contar con la herramienta necesaria para realizar la inspección del equipo y no dejar a medias el trabajo, estas inspecciones además de apoyarse de los manuales, la experiencia del técnico quien realice la inspección, también podrá apoyarse con instrumentos de inspección para asegurarse que las piezas se encuentran en buen estado de lo contrario procederá al cambio de las piezas desgastadas o que se consideren que fallarán.

Estas inspecciones también irán registrados en un formato el cual será el mismo que el de visitas, teniendo la opción de marcar en el protocolo que tipo es, si es una visita o una inspección, también se registrará si la visita/inspección es planificado o no, ya que estas pueden realizarse en forma repentinas aprovechando el paro de los equipos de producción.

Este protocolo también tendrá la identificación de la máquina y código de la misma en la cual se aplicó la visita o inspección, se registrarán los daños que se encontraron y si fueron reparados, debido a que en distintas circunstancias puede darse que no se cambie la pieza dañada, por lo que se registrará el motivo del cambio o no de dicha pieza.

Se indicaran algún tipo de observación que se haya determinado durante la visita o inspección, como el girar una orden de trabajo para una intervención de mayor magnitud. Esta ficha se finalizará con el nombre, firma y código personal del técnico que realizó la visita, además del nombre firma y código personal del jefe de mantenimiento.

Figura 14. formato de control de visita/inspección.

PROTOCOLO DE CONTROL DE VISITA/INSPECCIÓN

Fecha: Guatemala 26 / 01 / 2004 .

No.: 022

Vista

Inspección

Tipo de máquina: Engomadora

Código: 00-10-M-002

La visita/Inspección es de tipo:

Planificado

No planificado

Hora de Inicio: 7 : 30 Hrs.

Hora de fin: 10 : 30 Hrs.

Duración: 3 : 00 Hrs.

Posible falla encontrada o mantenimiento preventivo	Reparada		Motivo
	Sí	No	
Condiciones eléctrica	X		Todo en buen estado
Faja de transmisión	X		En buen estado
Cojinetes del rodillo	X		En buen estado y lubricados
Cojinetes de guía	X		En buen estado y lubricados
Limpieza de rodillo y bandeja	X		Libres de goma

Observación: El cojinete derecho que se cambio hace un mes esta en buen estado.

Nombre del técnico: Carlos Palencia Código personal: 1245

Firma del técnico: Ca. Pa.

Nombre de jefe de técnicos: Roberto Hernández Código personal: 0634

Firma de jefe de técnicos: R. H.

3.2.7.3. Intervención de la maquinaria

La intervención del equipo de producción será el resultado de realizar una visita o una inspección al equipo, en las cuales se determina en que estado se encuentra las piezas de la máquina que ameriten un cambio y para lo cual se necesita trabajar en el equipo a mayor escala, con lo que se tenga que detener completamente el equipo.

También puede darse una intervención cuando ocurra una falla debido a que se colocaron piezas de mala calidad que a simple vista no se pueden detectar. Esta mala calidad pueden ser los defectos de fábrica en los repuestos que se encuentran internamente y no en el exterior de la pieza, por lo que se puede dar una ruptura de la pieza durante su uso.

En el caso en que se presenta una situación en que se debe intervenir la máquina, para corregir una falla inmediatamente, aplicando mantenimiento correctivo o por la programación de una visita/inspección, aplicando el mantenimiento preventivo, se debe realizar una orden de trabajo.

3.2.8. Orden de trabajo

Este formato es parte importante de los protocolos de mantenimiento, estos son generados como resultado de las visitas, inspecciones realizadas al equipo o por llenar un protocolo de solicitud de ajuste/reparación o reporte de anomalías, cuando las fallas se presentan.

La orden de trabajo servirá para autorizar la reparación de la maquinaria que ha sufrido una falla o autorizar la visita/inspección del equipo aplicando el mantenimiento preventivo que estará indicado en el cronograma de acción de mantenimiento preventivo.

Este protocolo tendrá la siguiente información: código y tipo de máquina para identificar el equipo al cual se le realizará el trabajo. Número de orden el cual será el mismo que se le colocará a la solicitud que se haga para la intervención de la máquina. Fecha y hora de ejecución del trabajo que se sugiere, debido a que la orden de trabajo no podrá, en algunos casos, ser atendida de inmediato y se realizará en otras fechas.

Además tendrá la descripción del trabajo a realizar, herramienta y materiales a utilizar, lo que permitirá conocer que trabajo necesita la máquina, la herramienta se debe utilizar en el desarrollo de la tarea y que materiales son los adecuados para realizar la reparación de una forma correcta. Esto también servirá para llevar el control en los inventarios de repuestos, materiales e insumos para reparación, así como el inventario de herramienta.

El espacio de nombre de técnico asignado, servirá para asignar al encargado de realizar la tarea, este personal será asignado por la persona que realiza la orden de trabajo, en este caso será el jefe del departamento de mantenimiento, quien conoce más como se encuentra las cargas de trabajo del personal del departamento de mantenimiento.

El técnico asignado recibe la orden de trabajo la cual debe ejecutar y llenar con la información siguiente: la fecha y hora de ejecución del trabajo, debido a que el trabajo puede ser ejecutado mucho tiempo después de lo señalado por distintas causas, como falta de disponibilidad del personal asignado o por atención en otras ordenes de trabajo.

Debe de registrar la hora de finalización del trabajo y la duración del mismo para tener registros del tiempo invertido en el trabajo en caso de fallas similares y poder programar la intervención sin afectar la producción. El técnico debe firmar y colocar su código personal, además debe recopilar la firma del solicitante del trabajo y su código personal para que quede constancia de recepción del trabajo efectuado.

Al cumplir con la orden de trabajo el jefe de mecánicos firma este protocolo y coloca su código personal para indicar que el trabajo fue terminado y le da el visto bueno. La orden de trabajo también servirá para generar el archivo del departamento de mantenimiento e ir mejorando el programa de mantenimiento preventivo.

Esta orden de trabajo tiene la siguiente presentación:

Figura 15. formato de orden de trabajo.

FICHA DE ORDEN DE TRABAJO

MÁQUINA A REPARAR: _____ Engomadora _____	No.: <u>022</u>
CÓDIGO: _____ 00-10-M-002 _____	

FECHA: Guatemala, 26 / 01 / 2004. **HORA DE EJECUCIÓN:** Hrs. 8 : 45

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR: Mantenimiento preventivo según se especifica en la ficha técnica de la máquina que corresponda a una visita técnica.

REPUESTOS A UTILIZAR: Ninguno, solamente que se encuentre piezas bien dañados.

HERRAMIENTA A UTILIZAR: Cangrejo No. 8, desarmadores castigadera y estrella, aceitera.

MATERIAL A UTILIZAR: Aceite lubricante 40w, trapo para limpieza.

OBSERVACIONES: Inspeccionar detenidamente el cojinete derecho el cual fue cambiado por falla hace un mes.

NOMBRE DE TÉCNICO ASIGNADO: Carlos Palencia

Fecha y hora sugerida: Guatemala, <u>26</u> / <u>01</u> / <u>2004</u> .	Hrs. <u>8</u> : <u>45</u> .
Fecha y hora de ejecución del trabajo:	Guatemala, <u>26</u> / <u>01</u> / <u>2004</u> .
Hora de inicio:	Hrs. <u>9</u> : <u>00</u>
Hora de finalización:	Hrs. <u>10</u> : <u>00</u> Duración: Hrs. <u>1</u> : <u>00</u>
Firma del técnico: <u>Ca. Pa.</u>	Código personal: <u>1245</u>
Firma solicitante: _____ R. M. _____ (Recibido)	Código personal: <u>0536</u>

Firma jefe de mantenimiento: R. H. **Código personal:** 0634

3.2.9. Cronograma de acción del programa de mantenimiento

Para realizar la estructura del mantenimiento preventivo y programación de las visitas, inspecciones e intervenciones, se debe tener un plan o recorrido de cómo se van a inspeccionar las máquinas. Para esto existen varias formas, según el criterio de la empresa en donde se aplique el programa, uno de ellos es hacer las inspecciones por tipo de máquina, es decir inspeccionar las máquinas de un solo tipo antes de pasar a otro tipo.

Otro criterio que se utiliza es el de agrupar las máquinas por línea de producción, es decir que en esta agrupación se encuentran distintos tipos de máquinas. Mientras que otro criterio es el de programar de forma alterna las máquinas, las de mayor uso con otras que no tienen tanta carga de producción.

Para la escogencia del tipo de recorrido del mantenimiento preventivo en la maquinaria, se hace en base al diagnóstico inicial el cual permite analizar el estado de cada máquina, además de observar el funcionamiento y la importancia de cada equipo dentro de la línea de producción y los pedidos que se hagan a la empresa o si existen otras máquinas que puedan realizar la misma función.

Luego de establecer el recorrido que tendrá el mantenimiento preventivo se debe de establecer las fechas para efectuar la revisión periódica del equipo de producción, para esta fijación de fechas se debe tener en cuenta:

Tiempo de servicio establecido en los manuales o en su defecto inicialmente por la experiencia de los técnicos y con la aplicación de los protocolos se hará según los análisis de la información recopilada para establecer el tiempo de servicio.

También debe considerarse el uso, es decir las horas de operación, la condición de máquina lo que se efectuará según el análisis preliminar del equipo.

Se deberá considerar que tanto la máquina es expuesta al desgaste por la fricción o corrosión, la exposición al daño por mal uso de la máquina o agentes externos que provoquen daños al equipo, el desajuste que sufre la máquina por el uso continuo del equipo.

El cronograma de acción mostrará las distintas fechas en las que deberá intervenir la maquinaria, ya sea con visitas o inspecciones. Este cronograma también servirá como un aviso para el departamento de producción para que se tome en cuenta estas fechas al momento de programar la producción de los distintos productos.

También cabe mencionar que el cronograma de acción es una sugerencia del tiempo en que el equipo de producción se debe intervenir, debido a que también existen circunstancias en que se deben correr las fechas estipuladas en el cronograma de acción, como por ejemplo, al cumplir con algunos pedidos hechos a la empresa.

Teniendo estas consideraciones dentro de la empresa se ha inclinado por diseñar el programa de mantenimiento preventivo de las máquinas como se muestra a continuación el cual corresponde solamente al área designada como 01 de la planta.

En este formato se presenta para un mes de trabajo, en donde se indica en las casillas si es una inspección o una visita, también se indicará el técnico designado para la realización de las visitas e inspecciones, también puede indicarse el día y fecha en que se efectuará, se podrá indicar algún tipo de observación que se considere pertinente en el cronograma, ejemplo de ellos sería la falta del cumplimiento de cronograma o una indicación de nueva fecha para aplicar la visita o inspección.

Este protocolo es firmado por el superintendente de producción así como por el jefe del departamento de mantenimiento, esto indicará el total acuerdo de ambos para la aplicación del mantenimiento preventivo en las fechas indicadas.

3.2.9.1. Procedimiento de mantenimiento

Con los protocolos de mantenimiento lo que se busca es establecer un procedimiento, tanto técnico como administrativo, para la aplicación del mantenimiento preventivo de la maquinaria de las líneas de producción.

Para que la máquina sea intervenida se debe dar la ocurrencia de una falla inesperada o que sea el momento de aplicar una visita o una inspección según el cronograma de acción del programa de mantenimiento preventivo, para ello se debe girar una solicitud para dicha intervención, llevando el siguiente procedimiento, iniciando así el procedimiento administrativo.

El solicitante debe llenar el reporte de anomalías o la de solicitud de ajuste/reparación para el caso en que se presente una falla inesperada, mientras que si la intervención es generada por el cronograma de acción esta deberá ser llenada por el superintendente de producción o por el mismo jefe de mantenimiento.

Al llenar una solicitud de ajuste/reparación se debe elegir que tipo de trabajo se solicita, colocando una x en las casillas, en el caso de la aplicación del cronograma de mantenimiento preventivo se debe marcar la casilla de otros, describiendo luego la tarea que se solicita, si es una reparación o la aplicación del mantenimiento preventivo a la máquina, este mantenimiento preventivo se realizará según los procedimientos que se describen en la ficha técnica.

El llenado de la solicitud deberá llevar tres copias, de las cuales una se debe quedar en el departamento de producción para llevar el control de las solicitudes hechas, mientras que las otras dos son llevadas al departamento de mantenimiento de la cual una copia será para el archivo de este departamento, mientras que la original deberá regresar al departamento de producción al terminar el trabajo solicitado al equipo.

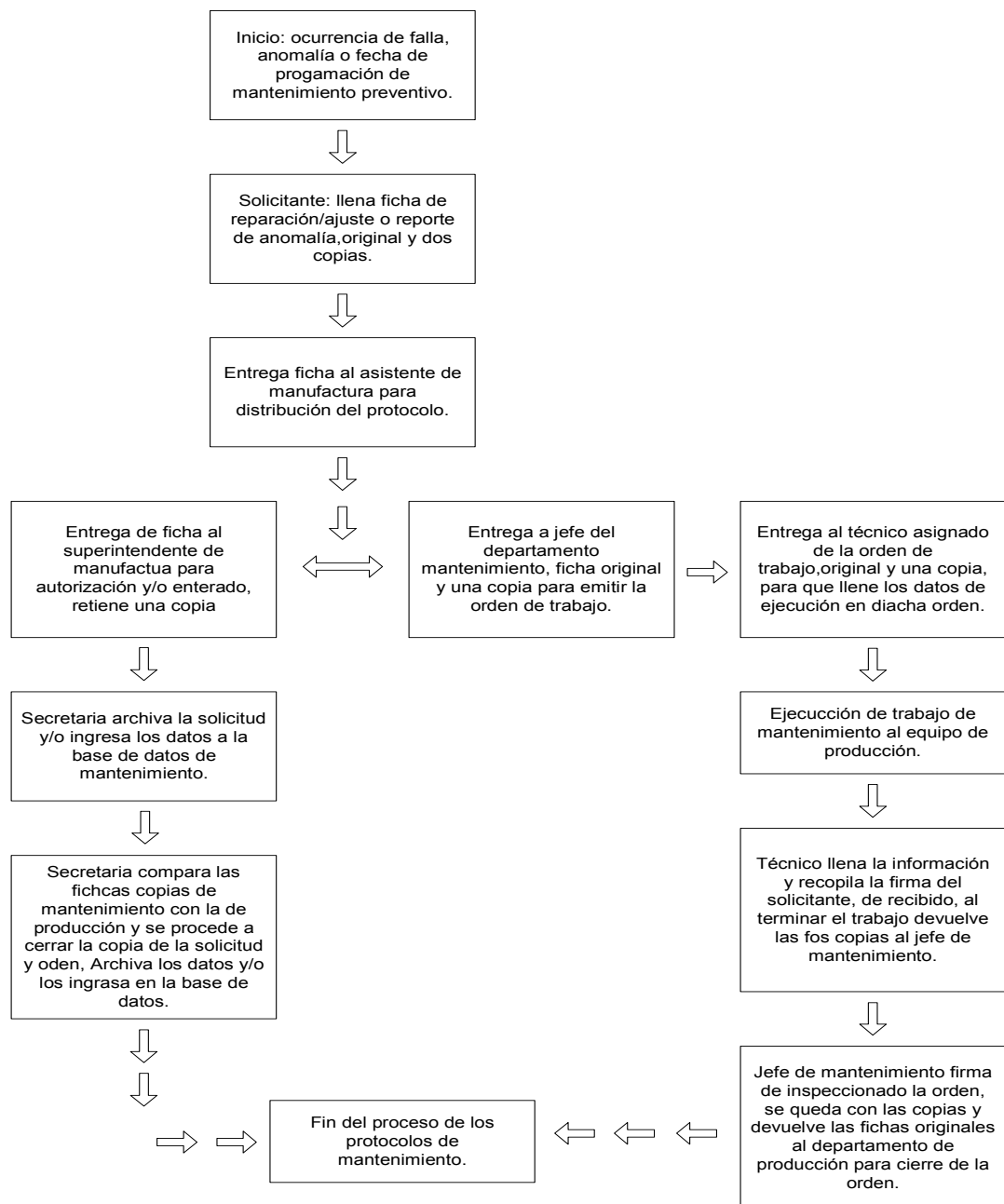
El jefe del departamento de mantenimiento evalúa la solicitud y emite la orden de trabajo, asigna a un técnico del departamento para el trabajo, quien recibe la orden de trabajo, realizará la tarea indicada, con ayuda de los procedimientos técnicos de mantenimiento de cada máquina registrados en las fichas técnicas, en el caso que no se cuente con el manual de la máquina.

El técnico también llenará la información que se le solicita en la orden de trabajo a causa de la ejecución del trabajo, además de obtener la firma de recepción del trabajo de quien realizó la solicitud, para que luego sea firmado por el jefe de mantenimiento para darle el visto bueno al trabajo finalizado.

De esta orden de trabajo se llevará dos copias, una para el archivo del departamento de mantenimiento mientras que la original regresa al departamento de producción junto con la solicitud para dar por finalizado el trabajo en el equipo y se le da el cierre a la solicitud del trabajo.

Para un mejor entendimiento se presenta un esquema de la logística del manejo de los protocolos.

Figura 17. de logística de los protocolos de mantenimiento.



Los demás protocolos de mantenimiento se llevaran de una forma interna entre los departamentos de mantenimiento y producción, debido a que es información que será utilizada en el análisis del programa de mantenimiento preventivo, por lo que estos protocolos no tendrán algún tipo de trámite con el personal de planta quien es el solicitante de trabajos de mantenimiento.

3.2.10. Métodos de supervisión

Para que cualquier proyecto funcione efectivamente, se debe llevar un control del mismo, en el caso del programa del mantenimiento preventivo se llevaran algunos métodos de supervisión, como lo son:

- Control de visitas/inspección.
- Reporte mensual del departamento de mantenimiento.
- Control de paros de la línea y tiempos muertos.
- Control de eficiencia de la línea de producción.

3.2.10.1. Control de visitas/inspecciones

Para el control de las visitas/inspecciones se llevaran dos controles. El primero tiene el objetivo de ver que se efectúen las visitas e inspecciones en el momento en que se ha indicado en el cronograma de acción y que el tiempo que se utilizó para efectuar la visita/inspección sea el necesario, para evitar que se pase por desapercibido piezas en malas condiciones que puedan causar una falla más adelante.

Este protocolo de control tendrá la fecha en que la máquina fue programada para la intervención, que tipo de máquina y su código para saber a que equipo se le hizo el trabajo, tipo visita o inspección el cual se debe de indicar en este protocolo.

Se registrará que número de orden de la solicitud que pide el trabajo de mantenimiento preventivo, por medio de una visita/inspección, así como si fue ejecutado el trabajo, en dado caso que por algún motivo no se haya efectuado el trabajo, como por ejemplo programaciones altas de producción en las máquinas, se sugiere una nueva fecha para realizar el trabajo.

Se registrará quien efectuó el trabajo, la duración del mismo, el cual será el tiempo de la visita/inspección y al final se dará el visto bueno por parte del jefe del departamento de mantenimiento.

Figura 18. formato de control de visitas/inspección.

FICHA DE CONTROL DE VISITAS/INSPECCIONES

Fecha de intervención	Máquina	Código	Visita / inspección	No. de orden	Ejecución sí/no	Fecha sugerida	Código operario	Duración	Vo. Bo. JDM.
26-01-04	Engomadora	00-10-M-002	Visita	022	Sí	Ninguna	1245	1 Hrs.	R.H.
28-02-04	Marmita	01-02-F-001	Inspección	030	No	01-03-04	1057		R.H.
03-03-04	Agitador	01-03-M-002	Inspección	037	Sí	Ninguna	0578	3 Hrs.	R.H.

El segundo control tiene el objetivo de generar una lista de todo lo que se ha revisado o cambiado en la máquina durante la visita o inspección, la cual podrá ser comparada con los procedimientos que estarán en las fichas técnicas o en el manual, también servirá para ir mejorando los procedimientos de mantenimiento preventivo que se encuentran en las fichas técnicas, este formato es el reporte de visita/inspección.

Para realizar una visita/inspección el técnico deberá contar con una copia de los procedimientos técnicos de mantenimiento que se encuentran en la ficha técnica.

3.2.10.2. Reporte mensual del departamento de mantenimiento

Este protocolo es un resumen de todas las actividades que realiza el departamento de mantenimiento durante un mes. Tienen el objetivo de reportar a la alta gerencia todos los problemas que se dan en la maquinaria, lo que ayudará a analizar la compra de nuevo equipo, si fuere necesario, también para coordinar de mejor manera, con el departamento de producción sus actividades.

Este protocolo es realizado por el departamento de mantenimiento con base a las órdenes de trabajo atendidas y las fichas históricas de las máquinas.

Llevará el período al que corresponde el reporte mensual, la fecha de actividad, máquina y su código para identificar el equipo, además de la causa para que se haya realizado un trabajo en la máquina, la cual podrá ser mantenimiento preventivo o correctivo, el número de orden que se usó para cubrir este trabajo, que medidas se tomaron para solucionar el problema y principalmente el costo del trabajo ejecutado.

Figura 19. formato de reporte mensual de actividades del departamento de mantenimiento.

REPORTE MENSUAL DE ACTIVIDADES

Periodo comprendido de 01 / 01 / 200 4 al 31 / 01 / 200 4.

Fecha	Maquina	Código	Causa	No. de orden	Solución	Costo
18-01-04	Marmita	01-02-F-002	Falla de válvula de vapor	018	Cambio de la misma	Q 49
28-01-04	Engomadora	00-10-M-002	Mantenimiento preventivo	022	Aplicación visita	Q 10

Nombre del jefe del departamento: Roberto Hernández Firma: R.H. Código personal: 0634

3.2.10.3. Control de paros de la línea y tiempos muertos

En este protocolo quedarán registrados todos los paros de la línea de producción a causa de la ocurrencia de una falla o desajuste. Se dice que este es uno de los protocolos que se desea eliminar dentro de la empresa, debido que los paros se dan por fallas inesperadas en el equipo, lo que se busca con el mantenimiento preventivo es eliminar estas fallas repentinas.

Se deberá registrar entonces la fecha en que ocurre el paro de la línea, el motivo o falla que ocasionó el paro, código y tipo de la máquina en donde ocurre la falla, tiempo en que se mantuvo detenida la línea, con lo que se podrán justificar las producciones bajas.

También se debe indicar el producto y el lote que se vio afectado al ocurrir la falla, esto se hará para justificar el tiempo de producción elevado, las producciones bajas y en casos extremos justificar algún problema que se tenga con el lote del producto, por ejemplo que el cliente este insatisfecho con algo del producto, que implique el uso de una máquina en donde haya ocurrido una falla.

Se registrará también el número de la orden que se realizó para atender la falla, luego llevará la firma del técnico para avalar la información e indicar que el paro de la línea de producción es completamente por un problema en la maquinaria y no por alguna causa ajena a la misma.

Los tiempos muertos en la maquinaria de la empresa no ocurren debido al tipo de máquinas que usa para fabricar, las que no permiten trabajar con dos equipos al mismo tiempo, para manejar los diagramas de hombre máquina.

3.2.10.4. Control de eficiencia de la línea

La disminución de la eficiencia de la línea de producción da la pauta de que algo en ella está funcionando incorrectamente, en el caso de que esto ocurra se debe analizar cuáles son las causas de dicha disminución. Si esta disminución es por causa del proceso se deberá de realizar los estudios de métodos pertinentes para aumentar la eficiencia de la línea.

En el caso de que la eficiencia de la línea sea disminuida a causa de fallas en las máquinas, ocasionando paros en las líneas, desperdicio de materia prima, mayor consumo de tiempo para la producción, etc., entonces el análisis correcto de las causas de las fallas permitirá ir mejorando el programa de mantenimiento preventivo y con ello disminuir las averías y aumentar la eficiencia de la línea.

Se debe localizar las máquinas que dan mayor problema durante el proceso de fabricación y programar un mantenimiento preventivo más profundo para evitar las fallas durante la producción.

El control de la eficiencia se hará en función del control de los paros, se debe incluir el tiempo invertido para realizar un lote de producto, desde recibir la materia prima hasta la entrega en bodega de producto terminado, como en el protocolo de control de paros se registran los paros ocurridos en la línea y el producto afectado se podrá realizar el cálculo de la eficiencia. Estos datos serán calculados por el departamento de producción y no por el departamento de mantenimiento.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Al proceder a la implementación del programa de mantenimiento preventivo, una correcta introducción del programa, permite que todo el personal operativo y técnico se adapte a los nuevos sistemas para la realización de las operaciones de mantenimiento y reparaciones de los equipos.

4.1. Forma de implementar el programa de mantenimiento preventivo

La implementación del programa de mantenimiento necesita del apoyo de la alta gerencia, la aplicación del programa debe basarse en las políticas administrativas de la empresa para una mejor implementación.

La implementación del mantenimiento preventivo en la empresa inicia desde el momento en que se esta consiente en que se necesita mejorar en el área de mantenimiento, por lo tanto desde ese momento se empiezan a definir las bases para la implementación del programa. Se necesitará realizar las siguientes etapas para que el programa de mantenimiento preventivo funcione:

- Establecer los objetivos que se alcanzaran con la implementación del programa de mantenimiento, así como los beneficios que se obtendrán con dicha implementación.

- El anuncio por parte de la gerencia de la introducción del programa de mantenimiento preventivo, servirá para evitar malas interpretaciones del personal operativo de planta y técnico del departamento de mantenimiento. Este anuncio dará a conocer que la gerencia apoyará en lo necesario para la implementación del programa de mantenimiento preventivo.
- Analizar la situación de la empresa, para tener una mejor visión, de cómo aplicar el mantenimiento preventivo dentro de la planta.
- Diseño de los protocolos, como lo son los inventarios técnicos, herramienta, repuestos y materiales para la reparación, solicitud de ajuste/reparación, reporte de anomalías, orden de trabajo, fichas históricas, control de visitas/inspecciones, de paros y reporte mensual de actividades, los cuales servirán para recopilar información que se usará para el análisis del programa de mantenimiento preventivo y buscar la mejora continua del mismo. Esto también permitirá llevar un mejor control del mantenimiento preventivo.
- Se inicia la recopilación de la información por medio de la realización de los inventarios, búsqueda de manuales, planos, características del equipo de producción, investigación de la maquinaria y el análisis de la misma con apoyo del personal técnico de la empresa.

- Paralelo a la recopilación de la información disponible, se debe de preparar al personal para el uso de los protocolos de mantenimiento, es decir que se deben mentalizar, educarlos y capacitarlos, tanto al personal técnico, como al personal operativo y supervisores, para que el programa de mantenimiento preventivo no fracase por causa de la resistencia al cambio de un nuevo sistema.
- Antes de la implementación de los protocolos de mantenimiento se debe de pasar un memo para que el personal de planta para que este sepa que el nuevo sistema se encuentra en funcionamiento y también para que conozca que la gerencia esta pendiente del desarrollo y aplicación del programa preventivo y que brindará todo su apoyo.
- Durante la implementación de los protocolos de mantenimiento preventivo, se debe estar dispuesto a escuchar ideas para mejorar el programa, tanto del personal técnico, operativo y de la administración del departamento de producción y mantenimiento, tanto para los protocolos y el programa de mantenimiento preventivo. Al aplicar las mejoras sugeridas, se busca obtener mejores resultados en la recopilación de información y aplicación del programa.
- Se deberá llevar un control de las visitas/inspecciones programadas en el cronograma de acción y también se debe de controlar las actividades del departamento de mantenimiento. Por lo que el análisis de la información que se ira recopilando permitirá efectuar mejores evaluaciones y control del funcionamiento del programa de mantenimiento, permitiendo retroalimentar al programa con lo que se podrán efectuar las mejoras necesarias del mismo.

- Con el historial de cada máquina y el análisis de los protocolos se podrán crear las rutinas de mantenimiento preventivo de cada equipo, en los anexos se incluyen las rutinas de unos equipos.

Con la retroalimentación continua se puede decir que el programa de mantenimiento preventivo se encuentra en funcionamiento por lo que solamente queda evaluar periódicamente los resultados que se obtendrán y aplicar las correcciones necesarias al programa de mantenimiento.

4.2. Capacitación del departamento de mantenimiento

Para efectuar un trabajo se debe tener la capacidad de hacerlo, dentro de la empresa. Es importante que el personal de mantenimiento tenga las habilidades ideales, deben de ser capaces y responsables para desarrollar las actividades de reparación en el equipo. El personal debe evitar que se presenten problemas en la maquinaria y no así que ocurran a causa de la falta de conocimiento para aplicar el mantenimiento.

Es importante que las visitas, inspecciones y reparaciones se realicen de la mejor forma y es aquí donde se observa la importancia de la capacitación, por lo que es necesario establecer las necesidades del personal, es decir en que temas necesita ser capacitado el departamento de mantenimiento y crear programas de capacitación según sus necesidades.

Estos programas de capacitación serán determinados por el departamento de producción en coordinación con el departamento de mantenimiento y el departamento de recursos humanos, esto es por el tipo de organización que existe dentro de la empresa, debido a que el superintendente de producción es el encargado de ambos departamentos.

Puede evaluarse que las capacitaciones sean dadas dentro de la empresa o se tenga la necesidad que el personal tenga que recibir estas capacitaciones fuera de la empresa, por ejemplo en instituciones como el INTECAP.

Se debe tomar en cuenta que las capacitaciones deben cubrir los aspectos más necesarios dentro de la empresa y también deben ser proyectadas a necesidades futuras, como la instalación de nueva maquinaria.

4.2.1. Capacitación teórica de mantenimiento preventivo

Es importante que el personal del departamento de mantenimiento conozca los conceptos y definiciones básicas que se deben tener para la aplicación del mantenimiento preventivo, una falta de conocimiento de estos conceptos puede ocasionar la falta de interés en el personal para aplicar el mantenimiento preventivo o tener una mala interpretación del mismo.

La capacitación teórica del personal ayudará a complementar la habilidad práctica del personal del departamento. La capacitación debe ser respaldada por la alta gerencia.

En la aplicación del programa del mantenimiento preventivo se recomienda una capacitación que brinde al personal los conocimientos teóricos necesarios para la comprensión y aplicación del programa de mantenimiento preventivo por lo que este tipo de capacitación deberá contener la siguiente información:

- Definición de mantenimiento.
- Objetivos del mantenimiento.
- Definición de los tipos de mantenimiento como: mantenimiento correctivo, predictivo y preventivo.
- Las ventajas que ofrece cada mantenimiento.
- Las fases de como será aplicado el mantenimiento preventivo.

Esta información debe de ser lo más breve para evitar confusión en el personal, debido a que existen muchas definiciones diferentes de mantenimiento. Además se debe tomar en cuenta el momento en que se darán dichas capacitaciones, el cual se debe evaluar que sea el más oportuno para no afectar las actividades de la planta, por existir algunas de ellas que se respalda en el departamento de mantenimiento.

Una segunda capacitación se hará con el objetivo de introducir los protocolos de mantenimiento, de manera que el personal de mantenimiento tenga conocimiento teórico a cerca de los protocolos y de cómo manejarlos e interpretarlos, por lo que esta capacitación tendrá que exponer información como:

- Definición de los protocolos de mantenimiento.
- Objetivos y beneficios de los protocolos de mantenimiento.
- Definición de cada protocolo, así como la presentación del diseño del mismo.
- Enseñar al personal de cómo llenar e interpretar cada protocolo.

Se debe tomar en cuenta que durante la implementación del programa de mantenimiento preventivo y sus protocolos existirán algunos cambios, debido al análisis de la información que se recopila con la aplicación de los mismos. Esto implica que se tendrá que dar una constante capacitación al personal en cada cambio que se considere de gran magnitud, no así en los cambios pequeños, los cuales se pueden informar por medio escrito o personal, considerando que no se consuma mucho tiempo para comunicar dichos cambios.

4.2.2. Capacitación práctica de mantenimiento.

La capacitación práctica del personal es el resultado de evaluar las necesidades del mismo, donde se necesita que sus habilidades tengan un refuerzo. Además debe enfocarse en las partes más comunes del equipo de la empresa. La capacitación puede incluir temas como:

Tornillos y tuercas: toda máquina esta construida de una serie de piezas las cuales están unidas unas con otras por medio de estos fijadores, los cuales para su instalación necesitan un torque adecuado, para el correcto armado del equipo, de lo contrario se podría ocasionar una falla y posiblemente un accidente, por no dar el torque adecuado a los tornillos y tuercas durante el armado.

Con este tema en la capacitación se busca explicar el porque del adecuado torque de los diferentes tipos de tornillos y los materiales que lo conforman, así como la interpretación de los dibujos técnicos, planos y símbolos. Aprender métodos confiables para el aseguramiento de los tornillos y tuercas en las máquinas.

Cuñas y cojinetes: las cuñas se encuentran entre las conexiones de poleas y ejes, su diseño depende de la carga a la que estará sometido, en rotación, una mala instalación de la misma podrían causar daño o evitar la rotación de las distintas partes que lo hacen. Es importante que en esta capacitación se conozca los distintos tipos de cuñas, su correcto desmontaje e instalación.

En el caso de los cojinetes es el conocer la importancia de los cojinetes, los distintos tipos, también debe explicarse la importancia de un correcto desmontaje e instalación y la importancia de su lubricación, debido a que estos dispositivos mecánicos son encontrados en cualquier tipo de máquina.

Engranajes, bandas y cadenas: en este tema se debe dar a conocer la interpretación de la nomenclatura de estos, la importancia del correcto ensamble de los transmisores de potencia y según el caso la lubricación y ajuste.

Neumática, hidráulica y sellos: se debe dar a conocer los principios básicos de cada tema, como leer símbolos de los sistemas, como prevenir fugas del fluido principal del sistema, el apropiado uso de los empaques para el correcto sellado de los sistemas, interpretación de tableros principales de control de estos sistemas y diseños de los sistemas al alcance de la realidad de la empresa.

Instalaciones eléctricas: en la mayoría de los equipos industriales se cuenta con motores eléctricos de distintos tipos, por lo que se tiene que tener un conocimiento adecuado a cerca de los principios de la electricidad, tanto para realizar las reparaciones de estos equipos, así como su correcta instalación.

Con la introducción de cada tema en la capacitación y la práctica que se tiene y se adquiere durante la capacitación, cada técnico esta listo para hacer los ensambles y reparaciones de maquinaria de una forma más correcta y segura evitando fallas y accidentes por inadecuados ensambles.

4.3. Capacitación del personal de la planta

La capacitación del personal de planta es muy importante, debido a que este también va a participar en la implementación del programa de mantenimiento preventivo, por lo que se le debe tomar en cuenta y diseñar capacitaciones que se adapten a la participación que estos tendrán en la implementación del programa.

Debe considerarse que el personal de planta no está familiarizado con los conceptos de mantenimiento, ni con los principios de funcionamiento de la maquinaria, tampoco tiene la habilidad necesaria para realizar trabajos de reparación y/o ajuste de la maquinaria por ser estas tareas completamente del departamento de mantenimiento, por lo que las capacitaciones se pueden enfocar al uso correcto de los equipos de producción.

4.3.1. Capacitación teórica de mantenimiento preventivo

Se debe tener en cuenta para el diseño de la capacitación del personal operativo de planta, las actividades que estos realizan no son enfocadas al trabajo técnico o de reparación de la maquinaria, sino que al uso del equipo de producción.

Antes de poner en marcha el programa de mantenimiento preventivo, algo importante que se debe realizar en la capacitación del personal de producción es dar a conocer las definiciones básicas del mantenimiento preventivo, las cuales no deben ser muy profundas, ya que el propósito principal es que el personal tenga conocimiento a donde se quiere llegar con el programa de mantenimiento preventivo y evitar la falta de interés por parte de los operarios en la aplicación.

Las definiciones ayudarán al personal de producción a una mejor comprensión de todas las situaciones que se generen durante la aplicación del programa de mantenimiento, por lo que estas capacitaciones también deben ser respaldadas por la alta gerencia, departamento de producción, departamento de mantenimiento y departamento de recursos humanos.

La siguiente capacitación que se debe realizar es con el objetivo de introducir los protocolos de mantenimiento, de manera que el personal de producción tenga conocimiento teórico a cerca de los protocolos y de cómo manejarlos e interpretarlos, cuales de estos serán manejados por ellos, en esta capacitación se debe exponer información como:

- Definición de los protocolos de mantenimiento.
- Objetivos y beneficios de los protocolos de mantenimiento.
- Definición de cada protocolo, así como la presentación del diseño del mismo.
- Enseñar al personal de cómo llenar e interpretar cada protocolo.

Como es de suponer no todos los protocolos serán usados por el personal de producción, por lo que solamente se expondrán a estos los formatos que manejarán. Se debe tomar en cuenta que durante la implementación del programa de mantenimiento preventivo y los protocolos existirán algunos cambios, debido al análisis de la información que se vaya generando, por lo que se tendrá que dar una constante capacitación al personal en cada cambio significativo hecho, no así en los pequeños cambios, los cuales se pueden informar por medio escrito o personal sin afectar los tiempos de producción del personal.

4.3.2. Capacitación práctica de mantenimiento.

A todo el personal de producción se le debe dar una capacitación práctica de mantenimiento, porque ellos son los que manejan de forma constante el equipo de producción. El propósito de dar esta capacitación práctica al personal es de obtener lo que se conoce como mantenimiento autónomo.

El mantenimiento autónomo esta enfocado en la prevención del deterioro y es desempeñado por los operadores de las máquinas. Este tipo de mantenimiento contribuye a alcanzar los objetivos del mantenimiento preventivo.

En este tipo de capacitación, al personal se le debe enseñar condiciones básicas del equipo, como efectuar ajustes de calibración en el cual no se necesite de mucha herramienta o gran habilidad en la mecánica. Con lo que el operario colaborará con el departamento de mantenimiento así como con el programa de mantenimiento preventivo y a recopilar información para las mejoras del programa.

Con esta capacitación se busca que el operario realice ciertas actividades de mantenimiento que son fáciles de ejecutar, como lo son:

- El manejo correcto de la maquinaria.
- Realizar limpieza, lubricación y fijación de piezas.
- Realización de ajuste menores de una forma adecuada.

Con la capacitación del uso correcto de la maquinaria se evita fallas a causa de un mal manejo o mala utilización del equipo.

La capacitación sobre la limpieza del equipo, se debe enfocar la importancia de remover suciedad y polvo, el que se adhiere fácilmente a la máquina, en especial si esta tiene aceite, grasa o producto en su superficie. Las suciedades y partículas se le adhieren a estas sustancias las cuales producen, con el paso del tiempo y el uso, resistencia, desgaste, bloqueos, trabas, etc., en las piezas. También se debe explicar como efectuar la limpieza a las máquinas y el manejo de los solventes.

El capacitar al personal para aplicar una correcta lubricación y su forma de aplicación, contribuye al buen funcionamiento de la maquinaria y prolonga la vida del equipo. A veces se pasa por desapercibido los niveles de lubricante de las máquinas y el estado del mismo (evaluación cualitativa), debido a que los operadores no se les enseña la importancia de la lubricación y las consecuencias por mala o falta de la misma. Se les debe capacitar principalmente en como aplicar la lubricación en los equipos.

Una capacitación que promueva la apropiada fijación de piezas menores. Los operadores están en mejor posición para fijar diariamente, todos los sujetadores o tornillos se encuentren a su vista. Las tuercas, tornillos y otros medios de fijación flojos puedan causar pérdidas mayores, directa o indirectamente, causando fracturas en las piezas. El correcto apriete de los tornillos permite alarga la vida del equipo de producción.

Con esta capacitación se desea que los operarios lleguen a un mantenimiento autónomo, con lo que se necesitara que el departamento de mantenimiento de la empresa asista y dirija correctamente a los operarios de una manera apropiada. El departamento de mantenimiento determinará que actividades podrá realizar el operario para introducirlo al mantenimiento autónomo, debido a que estas actividades serán a menor escala a comparación al mantenimiento preventivo y contribuya a alcanzar los objetivos establecidos del mantenimiento preventivo.

4.4. Conferencias para evitar la resistencia al cambio

La resistencia al cambio es una de las principales razones del fracaso de los proyectos, debido a que los trabajadores se acomodan al sistema de trabajo actual y se resisten a cambiar disfrazando esta resistencia con distintas excusas, las cuales pueden ser:

- Que el sistema es una forma de controlar sus actividades dentro de la empresa.
- Resistencia a llenar los distintos protocolos de mantenimiento.
- Creer que no se tendrá el apoyo de la administración.
- Creer que el nuevo sistema es una pérdida de tiempo.

- Temor de realizar tareas incorrectas en la aplicación del programa de mantenimiento.
- Que no existirá colaboración entre los departamentos.

Por estas razones se deben diseñar conferencias por parte del departamento de recursos humanos para motivar la participación del personal y de cada miembro de los departamentos involucrados en la aplicación del programa de mantenimiento preventivo. Estas conferencias también deben estar enfocadas al trabajo en equipo, debido a que los departamentos de producción y de mantenimiento trabajarán estrechamente en la aplicación del mantenimiento preventivo.

Estas conferencias de motivación y trabajo en equipo, ayudarán a eliminar las barreras anteriormente mencionadas, por lo cual el departamento de recursos humanos también se debe apoyar en los departamentos de producción y mantenimiento para enfocar bien las conferencias a los temas mencionados y alcanzar los objetivos planteados de cada capacitación.

4.4.1. Conferencia de motivación

El propósito principal de este tipo de conferencias es hacer que el personal participe en la aplicación del programa de mantenimiento y pongan el mayor empeño en el, esta capacitación ayudará a reducir pensamientos negativos sobre el nuevo sistema que se desea implementar.

Estas conferencias eliminarán pensamientos como que el sistema es un medio de control, que el nuevo sistema de mantenimiento no funciona y es una pérdida de tiempo, eliminará la resistencia del uso de los protocolos. Además ayudará a los distintos trabajadores de cada departamento involucrado, realizar sus respectivas tareas planteadas por el programa de la mejor manera y tendrán la confianza haber realizado un trabajo correcto.

4.4.2. Conferencia de trabajo en equipo

Al diseñar las conferencias de trabajo en equipo, el departamento de recursos humanos debe de enfocarlas a limar las asperezas entre los departamentos de mantenimiento y producción, debido a que actualmente se trabaja con mantenimiento correctivo se han creado situaciones de conflicto entre ambos departamento, por lo que en la aplicación del nuevo sistema se necesitará que ambos departamentos colaboren uno con otro, de forma de alcanzar los objetivos trazados para la implementación del programa de mantenimiento preventivo.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

No se debe olvidar que todo proyecto necesita de una retroalimentación de información, para alcanzar mejores resultados con el paso del tiempo. Para esta retroalimentación de información se necesitará determinar que variables de información se analizarán y cuales son las distintas fuentes de mejoras del programa de mantenimiento preventivo.

Es muy importante hacer notar que para el análisis del programa de mantenimiento, se debe realizar solamente con la información necesaria, por lo que será necesario llevar un mejor control de esta, demasiada información para el análisis, puede ocasionar un mal enfoque y desviación del objetivo principal del programa de mantenimiento y no obtener los resultados deseados.

Una forma para llevar a cabo este control es la elaboración de una base de datos en la cual se incluirá solamente la información pertinente para el análisis y ayude al desarrollo correcto del programa de mantenimiento.

5.1 Definición de las variables de información que se deben conservar

La aplicación del programa de mantenimiento preventivo y el uso de los protocolos de mantenimiento provocará que se genere una gran cantidad de información la cual debe de ser analizada. Por tal razón será necesario eliminar información que no sea representativa para la mejora del programa de mantenimiento, así como también información que sea repetitiva.

Se debe evaluar solamente la información representativa del comportamiento del programa de mantenimiento y se considere importante y que sirva de apoyo para realizar los análisis como lo es:

- Códigos y tipos de máquinas e información de estas como marca, modelo, etc.
- Fechas y horas de solicitudes.
- Descripción de fallas.
- Descripción de tareas y quienes las realizan.
- Fechas y horas de ejecución de trabajos.
- Inventarios de repuestos, materiales para reparaciones y herramientas.

Con esta y otras informaciones que se plasman en los protocolos se puede realizar una base de datos o programa en computadora que facilite la toma de decisiones a cerca del mantenimiento preventivo que se aplica en la empresa.

5.1.1. Creación de base de datos para el control de información

Existen programas computarizados para analizar el mantenimiento que se aplica dentro de las empresas, muchas empresas pueden inclinarse a adquirir estos paquetes computarizados, el problema principal es el buscar un paquete que se adapte a las necesidades y magnitud de la empresa, porque algunos de estos programas son muy específicos para la introducción de información, debido a que se diseñan para grandes plantas internacionales como por ejemplo plantas petroleras.

Para el análisis de toda la información que se incluye en los protocolos se puede diseñar una base de datos, con ello se busca analizar de una forma más rápida toda la información generada. Para la realización de esta base de datos en computadora, se necesitará el apoyo del departamento de computo de la empresa, el cual estará encargado del diseño del programa, eligiendo en que tipo de paquete se donde realizará dicha base de datos.

Durante el diseño de la base de datos se debe contar con la asesoría del departamento de producción y de mantenimiento para que el programa computarizado contribuya al alcance de los objetivos del proyecto y se obtenga una mejora en la aplicación del mantenimiento preventivo dentro de la empresa.

El programa debe manejar información obtenida de los protocolos de mantenimiento, de los cuales se generan los campos de información como:

INVENTARIO TÉCNICO

Código de máquina
Tipo de máquina
Marca
Modelo
No. de serie
Porcentaje de funcionalidad
Característica

AJUSTE/REPARACIÓN

No. de solicitud
Código
Tipo de máquina
Fecha de solicitud
Hora de solicitud
Nombre del solicitante
Código personal del solicitante
Tarea solicitada
Prioridad de la tarea
Nombre del receptor de solicitud
Código personal del receptor
Fecha de recepción
Hora de recepción

REPORTE DE ANOMALÍAS

No. de reporte
Código de máquina
Tipo de máquina
Fecha de reporte
Nombre de quien reporta
Código personal
Tipo de anomalía
Nombre del receptor del reporte
Código personal del receptor
Fecha de recepción
Hora de recepción

CRONOGRAMA DE ACCIÓN

Código de máquina a intervenir
Tipo de máquina a intervenir
Fecha de intervención
Código de técnico asignado
Nombre de técnico asignado

ORDEN DE TRABAJO

No. de orden de trabajo
Código de máquina
Tipo de máquina
Fecha de emisión de orden
Hora sugerida de ejecución
Descripción de tarea a realizar
Técnico asignado
Código personal del técnico
Fecha de ejecución
Hora de inicio
Hora de finalización
Duración
Nombre del jefe de técnicos
Código personal

HISTORIAL DE FALLAS Y TAREAS

Código de máquina
Tipo de máquina
Fecha de ocurrencia de falla
Trabajo o tarea realizada
Repuestos usados
Materiales para reparación usados
Herramienta usada en reparación
Costo interno/externo mano de obra
Costo materiales para reparación
Costo repuestos
Otros costos

El propósito de cada campo de información es el de facilitar el archivar la información, tanto físicamente así como en la base de datos y facilitar las evaluaciones de la información. Pero dentro de la base de datos algunos de estos campos de información solamente se usarán como enlaces dentro del programa.

La información a veces se repite entre los protocolos como número de orden, código de máquina, tipo de máquina, nombres de personal, códigos personales y fechas. Estos son los campos de información que pueden ser utilizados como uniones entre los distintos campos y se facilitará la elaboración de consultas de información.

Las fechas, códigos personales, nombres y firmas en los distintos protocolos servirán para dar un respaldo serio a los protocolos, los cuales son revisados por las empresas que realizan las auditorias externas.

Los demás campos de información como la marca, modelo y número de serie en el inventario técnico, permiten tener presente la información para buscar apoyo en cualquier momento en otras empresas o talleres que trabajen esta maquinaria o facilitar la búsqueda de información del equipo como manuales, catálogos, etc. Mientras que la confiabilidad dará en forma de porcentaje la utilidad del equipo, es decir que evaluará el servicio que presta la máquina al momento de ser utilizada en el proceso de producción.

En el caso de las solicitudes de ajuste/repación y reporte de anomalías, el campo de tarea solicitada o falla reportada, ayudará a determinar las fallas que comúnmente se presentan en la maquinaria, así como en que equipo son más frecuentes, la frecuencia del mantenimiento preventivo que se aplica a cada máquina etc.

Con las órdenes de trabajos y el historial de fallas, específicamente en los campos de fallas, tareas a realizar, materiales, herramientas y repuestos utilizados, duración de la intervención y los costos de cada uno, permitirá llevar un mejor control en los inventarios utilizados en el departamento de mantenimiento. También controlar las fallas, tareas realizadas y los costos que se producen al departamento de mantenimiento por los trabajos.

Mientras la información que se genere con los campos de cronograma de acción permitirá llevar un mejor control a cerca de la aplicación del mantenimiento preventivo que se realiza en cada máquina, también permitirá tener presente esta información al momento de programar los lotes de fabricación de productos y no programar en fechas en que las máquinas serán intervenidas.

Con estos campos y otras informaciones que la empresa considere pertinente, en la base de datos se puede generar consultas que ayuden a realizar los análisis de una forma rápida enfocada al alcance de los objetivos, las consultas pueden ser las siguientes:

Generar una tabla de información de gastos generales, donde se indique la fecha, código y tipo de máquina en donde se realizó la tarea, en que fue invertido el dinero, la cantidad del mismo, desplegando dicha información por intervalos de tiempo, de forma individual por máquina o grupo de estas.

Está misma tabla puede ser generada con la diferencia que permita visualizar solo las actividades que fueron enfocadas en mantenimiento correctivo y otra a mantenimiento preventivo.

Esta consulta puede considerarse que es un mismo protocolo denominado reporte mensual de actividades, con la diferencia que se podrá obtener de una forma más rápida por medio de la base de datos.

Esto facilitará el análisis de los costos que genera el programa de mantenimiento preventivo, dando la pauta de una correcta o incorrecta aplicación del mismo, también brindará una excelente herramienta para evaluar las inversiones en el equipo actual o la toma de decisión de compra de nuevo equipo.

Otra tabla de consultas puede ser la del estado de atención de las solicitudes que se hacen al departamento de mantenimiento, llevando información como fecha y hora del ingreso de la solicitud, número de orden, fecha de atención y la hora, en caso de que no haya sido atendida dicha solicitud permitir visualizar la falta de atención y así programar la tarea más adelante en el momento indicado.

Una consulta muy importante es la del cronograma de acción del mantenimiento preventivo, la cual debe llevar la fecha en que se intervendrá la máquina, código y tipo de la misma, quien realizará dicho trabajo, con la cual se podrá determinar el grado de cumplimiento del cronograma de acción. Esta consulta puede considerarse que es el protocolo de control de visita/inspección, ya que tienen la misma función.

La consulta del estado de confiabilidad es otra de las importantes, la cual indicará el como se encuentra el equipo de producción en cualquier momento, ya sea de forma individual o en grupo de máquinas del mismo tipo.

El reporte de las actividades del departamento de mantenimiento podrá obtenerse de esta base de datos, la cual incluirá fecha en que se realiza la actividad, la descripción de la actividad, quien realizó la actividad y la duración de la misma, generándose esta información por intervalos de tiempo. Esta consulta se puede considerar que es el protocolo de historial de fallas.

Otra consulta en la base de datos serán las actividades hechas por cada técnico, para determinar la igualdad de cargas de trabajo de cada uno y establecer áreas en las cuales el empleado necesite ser capacitado. Una mayor carga en un técnico puede indicar que él esta mejor capacitado que otros o si este realiza solo un tipo de trabajo, indicará que no esta capacitado para hacer otra tarea. Esto dará la pauta que se debe capacitar al personal técnico, para que este sea capaz de realizar cualquier tarea.

Algo importante de la base de datos es que debe generar gráficas de los costos de mantenimiento de una forma general, pero también es útil que las realice de forma separada, de lo que se invierte en mantenimiento preventivo y en correctivo, para realizar una comparación entre estos y analizar el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo, el cual se puede realizar en intervalos de tiempo.

De igual forma deberá generar gráficas para el estado de confiabilidad del equipo, de forma individual para cada máquina o de una forma colectiva según los tipos de máquinas. También es útil que se genere gráficas para el porcentaje de atención de las solicitudes que entran al departamento, en estas gráficas también se necesitará que sean desplegadas por intervalos de tiempo, debido a que el comportamiento en el tiempo será distinto durante el desarrollo del programa.

5.2 Fuentes de mejora del programa de mantenimiento

No solo la retroalimentación del proyecto es una fuente de mejora del programa de mantenimiento preventivo, la cual proviene de la utilización de los protocolos y la aplicación de una base de datos para un mejor control del mantenimiento, sino que existen otras fuentes que a veces se pasan por inadvertidas las cuales pueden aportar mejoras al programa de mantenimiento, que se adapten de una forma rápida y sencilla. Estas fuentes pueden ser de tipo externo o interno.

5.2.1. Externas

Las fuentes externas se considera a toda información que puede generar una mejora que se obtenga fuera de la empresa, estas fuentes pueden ser las experiencias de otras empresas al aplicar los programas de mantenimiento preventivo, pero el más importante aporte que se genera como fuente de mejora externa son las auditorias que realizan las empresas clientes.

Estas empresas como una forma de velar los intereses de ellas mismas, debido a que son a estas a quienes se les maquila el producto, realizan sugerencias en cada auditoria. Sugerencias que pueden ser enfocadas hacia el programa de mantenimiento preventivo o al departamento de mantenimiento.

Estas sugerencias pueden ser de cualquier tipo, las cuales se deben evaluar para su aplicación, que cambios traerá al programa de mantenimiento preventivo, si son factibles de realizar, evaluar el tiempo de aplicación de las mismas etc., para luego ser aplicadas de la mejor manera.

Otra fuentes externas son las del tipo que hacen los fabricantes, debido a que ellos ya han sometido a distintas pruebas a las máquinas o piezas que vende, conociendo el límite de servicio que pueden prestar los equipos, dando sugerencias de como aplicar el mantenimiento preventivo a las máquinas por medio de las especificaciones que se encuentra en los manuales.

5.2.2. Internas

Las fuentes internas de mejora del programa de mantenimiento preventivo son las que se generan dentro de la empresa, producto de las decisiones tomadas en la administración o sugerencias del personal técnico y operativo. Esto quiere decir que cualquier persona que labore en la empresa puede sugerir cambios en el programa de mantenimiento, las cuales también deben de evaluarse para su aplicación.

Un claro ejemplo son los cambios en la papelería sugeridas por el personal operativo y técnico, debido a que son estos los que manejarán los protocolos que exige el programa, por lo que se deberá estar dispuesto a escuchar dichas sugerencias.

Las sugerencias de cambios pueden darse por las visitas e inspecciones que se realizan al equipo periódicamente. También se incluyen los registros e historial de reparación de cada máquina, archivos de los equipos, instalación, especificaciones, planos generales y de detalle, inventarios, experiencia del personal de técnico y operativo que son los que utilizan las máquinas con mayor frecuencia.

Otras fuentes internas muy importantes de mejora del programa de mantenimiento preventivo son las capacitaciones, la supervisión constante del programa de mantenimiento, así como el análisis de la información que se genere con la implementación de los protocolos del programa de mantenimiento preventivo, de los cuales se pueden obtener los índices de evolución del mantenimiento preventivo.

5.2.2.1. Capacitación

La programación de las capacitaciones del personal operativo y técnico de la empresa, permite que este tenga una mejor visión a cerca del mantenimiento preventivo del equipo de la planta, por lo que también estará apto para aportar sugerencias en beneficio de dicho programa. Estas capacitaciones permiten coordinar mejor las actividades del departamento de mantenimiento así como administrar mejor el programa de mantenimiento preventivo.

5.2.2.2. Métodos de supervisión

La supervisión del programa de mantenimiento preventivo permite estar pendiente del desarrollo del programa, identificar en que áreas el programa no es eficiente o en que áreas se esta sobre estimando la aplicación, con lo cual se pueden realizar evaluaciones de cómo se esta aplicando el programa de mantenimiento preventivo y realizar las correcciones necesarias en beneficio de la empresa.

Los métodos de supervisión que se utilizarán en la aplicación del programa de mantenimiento preventivo, son los protocolos que se describieron en el capítulo 3, cada método aportará un mecanismo de control que contribuirá a la mejora continua del programa, estos métodos de control son:

- Control de visitas/inspección
- Reporte mensual del departamento de mantenimiento
- Control de paros de la línea y tiempos muertos
- Control de eficiencia de la línea de producción

A estos métodos de control o supervisión también serán apoyados con los índices de evaluación del mantenimiento.

5.2.2.3. Índices de evaluación del mantenimiento

Un indicador o índice de evaluación del mantenimiento no es más que el parámetro numérico que facilita el análisis de la información o factores críticos que se presenten en el mantenimiento del equipo.

En esta parte del programa del mantenimiento preventivo se necesitará realizar análisis numéricos con la información que se genera con la aplicación del programa. La aplicación de los índices depende del enfoque que desee realizar la empresa, algunos de ellos pueden obtenerse de una forma fácil solamente se debe de dedicar tiempo para depurar la información para la obtención de los mismos.

Según la utilidad que se evalúen dentro de la empresa los indicadores pueden ser:

- Pocos, solamente los que se necesiten.
- Fáciles para su interpretación
- Fáciles de calcular
- Que con ellos se obtenga rápidamente la situación de cómo se desenvuelve el programa de mantenimiento en cualquier momento.

Con esto se observa que para la aplicación de los índices se debe contar con una fuente de información verídica en la cual se registren las actividades del departamento de mantenimiento, esta se puede obtener de la base de datos del mantenimiento preventivo o directamente de los protocolos llenados en la aplicación del mantenimiento. El uso de la base de datos permite procesar de una forma más eficaz la información y obtener más rápido los resultados.

El siguiente problema que se debe enfrentar es el determinar el período de cálculo de dichos índices, pero este es el más fácil de resolver, debido a que estos intervalos de tiempo dependerán de las necesidades que tenga la empresa, los cuales pueden ser por semanas, meses o en años.

Existen varios índices para evaluar el programa de mantenimiento preventivo de los cuales los más mencionados son los siguientes:

- Índice de confiabilidad.
- Eficacia del equipo.
- Índice de horas de averías.
- Índice de trabajos atendidos.
- Índice de costos total de mantenimiento.

Cada índice está enfocado en alcanzar una mejor aplicación del mantenimiento preventivo.

5.2.2.3.1. Índice de confiabilidad

El índice de confiabilidad no es más que la probabilidad de que un equipo, máquina o sistema, desempeñará sus funciones para lo que fue diseñado sin ningún problema, en un período determinado, trabajando bajo situaciones específicas como por ejemplo: presión, temperatura, velocidad, etc.

La confiabilidad de los equipos se basa en dos factores:

- Confiabilidad intrínseca
- Confiabilidad en operación o manipulación

La confiabilidad intrínseca se base en el diseño de la máquina, el ensamble de la misma, la instalación de la máquina. Mientras que la confiabilidad en operación o manipulación se base en el manejo de la maquinaria durante la producción, los ajustes que se realizan para su uso, así como el mantenimiento que se le da a las mismas.

La confiabilidad es uno de los primeros índices que se utilizarán para la aplicación del programa de mantenimiento preventivo, el cual será utilizado en el inventario técnico, el cual se tendrá que evaluar en intervalos de tiempo según consideración de la empresa, debido a que este ira cambiando con forme se le aplique el mantenimiento preventivo o ya sea que no se le haya aplicado por distintas razones.

5.2.2.3.2. Eficacia del equipo

La eficacia del equipo o tasa de efectividad, permite conocer que tan efectivo es el mantenimiento preventivo que se aplica dentro de la empresa, se consideran tres factores que se deben analizar los cuales son:

- Tasa disponibilidad del equipo
- Tasa de desempeño del equipo
- Tasa de calidad

La **tasa disponibilidad** del equipo esta en función de la frecuencia de fallas y de su duración, esta se obtiene de la fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = (TP - TI) / TP$$

Donde: TP es el tiempo programado de funcionamiento
TI es el tiempo de inactividad por falla el cual se puede obtener del control de paros por fallas.

La **tasa desempeño** del equipo, no es más que el cociente entre el tiempo que se necesita para realizar un producto (tiempo estándar) y el tiempo real que se lleva realizarlo.

$$\text{Desempeño} = Ts / Tr$$

Donde: Ts es el tiempo estándar
Tr Es el tiempo real

La **tasa de calidad** del servicio de mantenimiento se refleja en la calidad de los productos que se elaboran en las máquinas y se obtiene de la siguiente fórmula:

Tasa de calidad = $(CP - D) / CP$

Donde: CP es la cantidad de producto elaborado en la máquina
D es la cantidad que presenta defectos

Con estos datos se puede determinar la eficacia del equipo y usando la siguiente fórmula:

Tasa de efectividad = Tdisponibilidad X Tdesempeño X Tcalidad

Con la combinación de estas tasas se puede determinar que tan efectivo es el mantenimiento preventivo en la empresa.

5.2.2.3.3. Índice de horas de averías

El índice de horas de averías es la sumatoria de las horas en que ocurren las fallas, las cuales con la aplicación del mantenimiento preventivo deben disminuir. Estas horas se obtienen del control de paros de las líneas a causa de las descomposturas del equipo de producción.

Una alta acumulación de horas por averías indicará que el mantenimiento preventivo no se está aplicando correctamente y debe mejorarse, además es lógico que se generen grandes costos al aplicar solamente el mantenimiento correctivo. Al ser pequeño el índice este indicará que el mantenimiento preventivo está siendo enfocado correctamente.

5.2.2.3.4. Índice de trabajos atendidos

Este es un indicador el cual muestra la eficiencia del departamento de mantenimiento, en el cual se hace una relación entre las solicitudes de trabajos atendidas por el departamento y la recepción de las mismas. Con ello se puede aplicar la siguiente fórmula:

Índice de atención de trabajos = Solicitudes atendidas / Solicitudes hechas

Los datos para este índice también se pueden obtener de la base de datos en la cual se pueden cerrar los ciclos de solicitud hasta atención, o basarse en el control físico de los archivos de los protocolos. Debido a que la solicitud y la orden de trabajo llevan el mismo número y por lo que no existirá problema para obtener este índice, ya que si existe una solicitud y no existe la orden de trabajo esto indica que la solicitud no fue atendida.

5.2.2.3.5. Índice de costo total de mantenimiento.

El índice de costo total de mantenimiento servirá para analizar el gasto que generan las distintas actividades del departamento de mantenimiento, de una forma general.

Con el análisis de los costos se podrá determinar cuanto se esta invirtiendo en el mantenimiento preventivo en relación con el correctivo, este último debe ser menor conforme el mantenimiento preventivo se vaya afirmando en la empresa.

El análisis de este índice servirá también para evaluar los gastos que se hacen en cada máquina y evaluar si es necesario cambiarla o seguir trabajando con ellas.

El índice de costos de mantenimiento es uno de los más importantes para la alta gerencia para la toma de decisiones en las cuales tengan relación principalmente con el departamento de mantenimiento y el departamento de producción de la planta.

CONCLUSIONES

1. Con el análisis preliminar de la empresa, se determinó que el mejor programa de mantenimiento para Alfredo Herbruger Jr. & Co. Ltda.; es el mantenimiento preventivo, debido a que es el que se adapta a las condiciones actuales de producción y maquinaria existente en la planta, además de contar con los medios necesarios para la aplicación de este tipo de mantenimiento.
2. Con el inicio de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo, la empresa debe contar con un presupuesto para la implementación y desarrollo, el cual no se debe verse como un gasto sino como una inversión en una estrategia de calidad, la que será para alcanzar un nivel competitivo con otras empresas transnacionales.
3. Con el diseño, administración y aplicación del programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria de producción, se obtendrá una reducción en la ocurrencia de fallas en los equipos, con ello una reducción de costos, al disminuir los problemas de paros inesperados, atraso en la producción, incumplimiento de pedidos, horas extras innecesarias de los departamento de mantenimiento y producción, ambiente de estrés, condiciones inseguras de trabajo, costos elevados de reparación, etc.

4. Con el programa de mantenimiento preventivo no asegura la total eliminación del mantenimiento correctivo, pero si una disminución significativa en su aplicación, debido a las distintas variaciones de calidad en los repuestos que se utilizan las intervenciones del equipo, haciendo que las piezas no tengan una vida útil uniforme, teniendo la probabilidad que se presente una falla en cualquier instante por esta mala calidad, que a veces es difícil de apreciar a simple vista.
5. Los códigos en la maquinaria permitirá realizar el análisis del programa de mantenimiento preventivo y de la información generada, de una forma más ordena por cada máquina. Facilitará la elaboración del inventario de maquinaria, archivar el historial de fallas, reparaciones, identificación rápida del equipo de producción, su ubicación, etc.; llevando un mejor control de los programa de mantenimiento preventivo y sus protocolos.
6. El diseño de los protocolos del mantenimiento preventivo se efectúan de acuerdo a la evaluación preliminar de la situación de la empresa, para que recaben la mayor información posible, generada con la implementación del programa. También deben cumplir con los requisitos exigidos por las auditorias externas que realizan los distintos clientes y controlar con ellos, de una forma mas adecuada, todas las actividades de mantenimiento.

7. Toda la información obtenida de la implementación debe ser depurada detenidamente, para determinar las variables que se deben conservar para el análisis del programa de mantenimiento preventivo, buscando que esta no sea repetitiva e innecesaria y puede crear una desviación del objetivo principal del programa y los protocolos de mantenimiento, afectando el análisis que busca la mejora continua del programa de mantenimiento.
8. La depuración de la información también puede servir de base para el diseño de una base de datos, para facilitar el manejo de esta y la realización del análisis al programa de mantenimiento preventivo, haciéndolo de una forma rápida, por la automatización de los cálculos. Este programa debe ser fácil de manejar y debe cumplir con todas las necesidades que tenga la empresa.
9. Con una planificación adecuada del programa de mantenimiento, apoyo en las capacitaciones, conferencias de motivación y trabajo en equipo, dará como resultado en el personal de la empresa una disminución considerablemente en la resistencia al cambio, el cual es uno de los factores principales que puede influir en el fracaso del programa preventivo de mantenimiento.
10. Para el diseño de las capacitaciones y conferencias deberán estar involucrados los departamentos de producción, mantenimiento y recursos humanos, para enfocar de mejor manera los temas que ayudarán a introducir el programa de mantenimiento preventivo.

RECOMENDACIONES

1. Realizar evaluaciones constantemente a los equipos de producción, utilizando los índices de evaluación de mantenimiento, debido a que la maquinaria utilizada en esta empresa es de modelos pasados, lo que provoca demasiadas fallas, con lo que se podrá determinar si los equipos de producción deben ser reemplazados por otros.
2. Para una mejor implementación del programa de mantenimiento preventivo, surtir a cada técnico del departamento de mantenimiento de la herramienta necesaria para efectuar los trabajos asignados, debido a que actualmente no cuentan con la suficiente herramienta para realizar las tareas asignadas, teniendo a veces que prestarse entre ellos el equipo de trabajo.
3. Capacitar periódicamente al personal técnico en las áreas que sean de beneficio tanto para el técnico como para la empresa, ejemplo de estas capacitaciones son los temas a cerca de tornillos y tuerca, cuñas y cojinetes, engranajes, bandas y cadenas, neumática, hidráulica y sellos, electricidad y otros temas que se adapten a las necesidades de la empresa, para que las habilidades adquiridas en estas capacitaciones sean aplicadas en la maquinaria de la planta.
4. Capacitar al personal de planta para la introducción del mantenimiento preventivo buscando que con estas capacitaciones se enfoque a alcanzar el mantenimiento autónomo.

5. Realizar evaluaciones de personal de mantenimiento después de aplicar las capacitaciones y el programa de mantenimiento preventivo para determinar si este es el suficiente, debido a que actualmente no se alcanza el número de técnicos para atender las necesidades de la planta, porque actualmente se aplica más el mantenimiento correctivo.
6. Estar siempre dispuesto a escuchar las sugerencias del personal operativo, técnico y administrativo, evaluar dichas sugerencias y mejorar así la aplicación del programa de mantenimiento preventivo.
7. Que al jefe del departamento de mantenimiento se le capacite acerca de la planificación y la importancia de la puesta en marcha de la misma, debido que con la implementación del programa de mantenimiento preventivo aumentará en el departamento el trabajo administrativo.
8. Que para la elaboración de la base de datos del programa de mantenimiento preventivo se debe involucrar principalmente el departamento de mantenimiento y de producción, por ser estos departamentos los que conocen las distintas variables que se deberán medir con el programa y tener así mejores resultados.
9. Evaluar constantemente la información generada por el programa de mantenimiento preventivo para aplicar las correcciones necesarias y retroalimentar el programa y mejorar su aplicación.
10. Que la gerencia de a conocer su apoyo hacia el programa por medio de las capacitaciones y conferencias de motivación para eliminar la resistencia al cambio y evitar el fracaso del programa por el nuevo método de trabajo para la reparación de máquinas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arita sagastume, Manuel Eduardo Protocolos de mantenimiento preventivo en subestaciones de distribución de 69/13.8Kw. Tesis ingeniero mecánico industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 147 pp.
2. BY-CYCLE **Almacenamiento de datos.** www.by-cycle.com/spanish/maintenance_software/. 11 de Noviembre del 2003.
3. ESCOBEDO González, Otto Giovanni Diseño de un programa de mantenimiento preventivo, en la industria de artes gráficas de impresión offset y su relación con la calidad del producto final. Tesis ingeniero industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 163 pp.
4. MANTENIMIENTO Mundial **Tipos de mantenimiento.** www.mantenimientomundial.com/tipos/default.asp, 5 de Noviembre del 2003.
5. MANTENIMIENTO Mundial **Indicadores de mantenimiento.** www.mantenimientomundial.com/articulos/6calculo.asp, 11 de Noviembre del 2003.
6. **ORGANIZADOR de la materia de administración de mantenimiento.** www.insiste.industrial.uson.mx/materias/m5139/ 13 de Noviembre del 2003.
7. PRANDO, Raúl **Manual de gestión de mantenimiento a la medida.** www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/Manten_medida/pre_ma.htm, 5 de Noviembre del 2003.
8. Garrido Zanches, Luis Fernando Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para motores eléctricos de una planta productora de café soluble. Tesis ingeniero mecánico industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 178 pp.

9. SOLO Mantenimiento, www.solomantenimiento.com/diccionario.htm, 28 de Octubre del 2003.
10. SOLO Mantenimiento, Definiciones de mantenimiento tipos de mantenimiento. [www. solomantenimiento.com/contenidos.htm](http://www.solomantenimiento.com/contenidos.htm), 28 de Octubre del 2003.
11. SOZA Artola, Ervin Arturo Diseño de un programa de mantenimiento para una fábrica de calzado. Tesis ingeniero industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 100 pp.
12. TOBALINA Pons, Felix **TPM Como síntesis de la estrategia productiva.** www.puntex.es/mantenimiento/tpm131.htm, 5 de Noviembre del 2003.

APÉNDICES

APÉNDICE 1: PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A continuación se presentan varios de los procedimientos de mantenimiento preventivo de las máquinas que se utilizan en el proceso productivo de cosméticos, los cuales son considerados como las rutinas de mantenimiento, las que serán registradas en las fichas técnicas que se han sugerido en el diseño de programa de mantenimiento preventivo, con el fin de que sean medios de inducción al personal de nuevo ingreso al departamento de mantenimiento y principalmente como guías para la aplicación del mantenimiento preventivo de cada máquina.

Estos mismos procedimientos de mantenimiento preventivo son los que serán registrados en los protocolos de visita/inspección, en donde se registrará si fue efectuado o no el trabajo en caso de que no se realice el cambio que se indica, se debe registrar el motivo por el cual no se hizo para tener en cuenta este factor para las siguientes visitas/inspecciones.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MARMITA

Visitas: según programación de fechas.

1. Revisar estado de la válvula de descarga de producto.
2. Revisar estado de las tuberías y válvulas de entrada y salida de vapor para evitar fugas.
3. Revisar estado de las tuberías y válvulas de entrada y salida de agua de enfriamiento para evitar fugas.
4. Revisar los soportes y anclajes que sostienen la marmita.
5. Revisar en las uniones de las marmitas y limpiar el interior y exterior para evitar que la superficie este sucia y pueda contaminar el producto que se pueda fabricar.

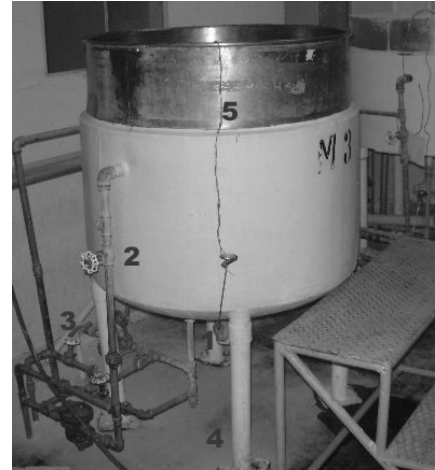


Figura 21. fotografía de marmita

Inspección: según programación de fechas, se recomienda cada año o seis meses según el uso del equipo.

1. Cambiar la válvula de descarga de producto.
2. Cambiar válvulas de entrada y salida de vapor, para lo cual debe cortar el paso de vapor hacia la marmita, por medio de la válvula principal, situada según el área en que se encuentra la marmita.

3. Cambiar válvulas de entrada y salida de agua para enfriamiento, para lo cual debe cortar el paso de agua hacia la marmita, por medio de la válvula principal, situada según el área en que se encuentra situada la marmita.
4. Paso 4 y 5 de la visitas deben ser efectuados.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA TANQUES

Visitas: según programación de fechas.

1. Revisar el estado de la válvula de descarga de producto.
2. Revisar el estado de los soportes del tanque.
3. Revisar el estado de las ruedas del tanque y lubricarlas para una fácil movilización y del freno para evitar que este se mueva cuando esta lleno de producto.
4. Revisar y limpiar la superficie del tanque para evitar que la suciedad contamine el producto que se pueda fabricar.



Figura 22. fotografía de tanque

Inspecciones: según programación de fechas, se recomienda cada año o seis meses según uso del equipo.

1. Cambiar la válvula de descarga de producto según uso cada seis meses o un año.
2. Cambiar las ruedas del tanque según su condición física.
3. Revisar y limpiar la superficie del tanque para evitar que la suciedad contamine el producto que se pueda fabricar.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AGITADORES NEUMÁTICOS

Visitas: según programación de fechas.

1. Revisar el torque del tornillo sujetador de la hélice del agitador.
2. Revisar el apriete de los tornillos sujetadores del eje con el cabezal del agitador.
3. Revisar que no existan fugas de aire en el cabezal y tuberías.
4. Revisar el sistema de anclaje del agitador con un tanque o marmita.
5. Revisar la unidad de mantenimiento evacuando el agua de la trampa y tener un nivel adecuado de lubricante en el depósito.

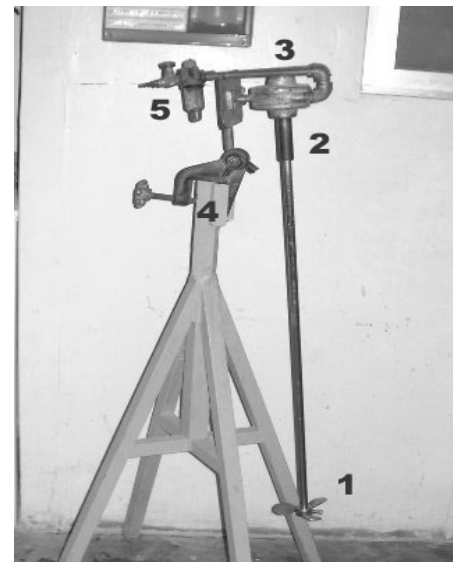


Figura 23. fotografía de agitador neumático.

Inspecciones: según programación de fechas se recomienda cada año o seis meses según el uso de la máquina.

1. Desmontar la hélice y limpiar para evitar contaminación.

2. Desmontar el eje del agitador, debiendo aflojar los tornillos del buje que une el eje con la cabeza del agitador y limpiarlo para evitar contaminación del producto.
3. Desarmar el cabezal del agitador quitando los tornillos de la tapa principal y cambiar cojinetes internos e impulsor del agitador.
4. Volver a ensamblar el agitador verificando el torque de los tornillos de la tapa del cabezal del agitador.
5. Aplicar los pasos 4 y 5 de las visitas.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BOMBAS NEUMÁTICAS

Visitas: según programación de fechas.

1. Revisar el apriete de tornillos del buje que sujeta el cabezal neumático y la bomba.
2. Revisar el torque de los tornillos del cabezal neumático y la base que sostiene el conjunto.
3. Revisar el torque de los tornillos de la bomba para evitar fugas.
4. Revisar el nivel de aceite y evacuar el agua en la unidad de mantenimiento neumático.
5. Evacuar los residuos de aceite y agua que se acumulan en el recipiente inferior.

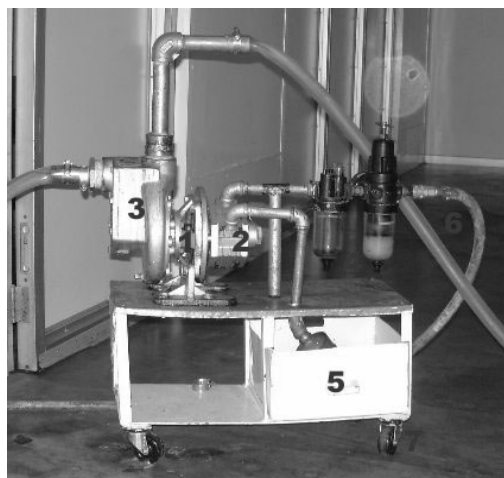


Figura 24. fotografía de bomba.
neumática.

6. Revisar el estado de mangueras de entrada y salida de producto al igual que la entrada de aire.
7. Revisar y lubricar las ruedas de la máquina para una fácil movilización.

Inspecciones: según programación de fechas, se recomienda que sean cada año o seis meses según el uso.

1. Separar el conjunto bomba/cabezal neumático de la base que los sostiene aflojando los tornillos que los sujeta, luego aflojar los tornillos del buje que los une para separarlos.
2. Desarmar el cabezal neumático aflojando los tornillos de la tapa y cambiar el cojinete e impulsor neumático.
3. Desarmar la bomba quitando los tornillos de la carcasa y tuerca de la tropela para extraer el cojinete y ser cambiado.
4. Cambiar las mangueras de entrada y salida de producto.
5. Cambiar ruedas de la máquina.
6. Armar el sistema de nuevo.
7. Nivelar el aceite de la unidad de mantenimiento y asegurarse de evacuar el agua del sistema.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LLEVADERA DE PISTÓN

Visitas: según programación de fechas.

1. Revisar la válvula de entrada del producto que no este obstruida.
2. Revisar que la boquilla de salida de producto no se encuentre obstruida.
3. Revisar y lubricar el sistema de corte de flujo de producto.
4. Revisar y lubricar el sistema de leva para accionar el pistón.
5. Revisar que el cilindro y pistón se encuentren bien instalados y sin fugas.
6. Revisar las conexiones eléctricas del motor, revisar el capacitor y termostato, que este libre de suciedad y humedad.
7. Revisar y asegurar el mecanismo de variación de movimiento.

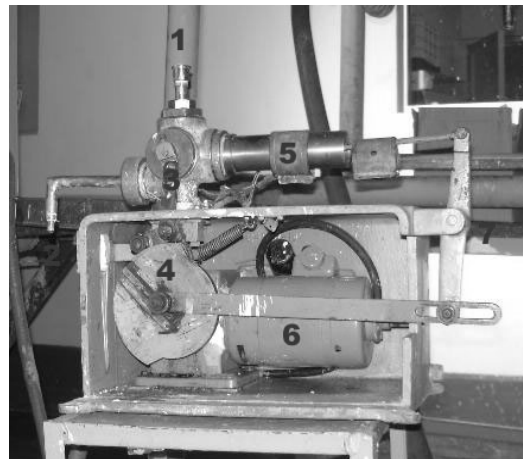


Figura 25. fotografía de bomba de pistón.

Inspecciones: según programación de fechas, se recomienda cada año o cada seis meses según el uso de la máquina.

1. Desmontar de la válvula de entrada de producto para cambiar los empaques de la misma.
2. Desmontar la boquilla de salida de producto para cambiar los empaques de la misma.

3. Desmontar el sistema de corte de producto para cambiar los empaques internos, quitando el tornillo que sujeta el sistema.
4. Cambiar el resorte de retorno del seguidor de la leva en el mecanismo de accionamiento del pistón.
5. Cambiar los empaques internos del pistón para asegurar el sello entre el cilindro y el embolo, desmontando el tornillo que une el pistón con el mecanismo de cambio de movimiento y luego extraer el pistón fuera del cilindro.
6. Cambiar los cojinetes del motor eléctrico, revisar el capacitor y termostato, que este libre de suciedad y humedad.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TAPONADORAS

Visitas: según programación de fechas.

1. Revisar las conexiones eléctricas del motor, revisar el capacitor y termostato, que esté libre de suciedad y humedad.
2. Revisar el nivel de lubricante de la caja de engranes por medio del tapón medidor.
3. Revisar el estado de protector de tapas.
4. Revisar el estado del cable tensor.
5. Revisar el torque de los tornillos de la base de la máquina y del tope de envases.

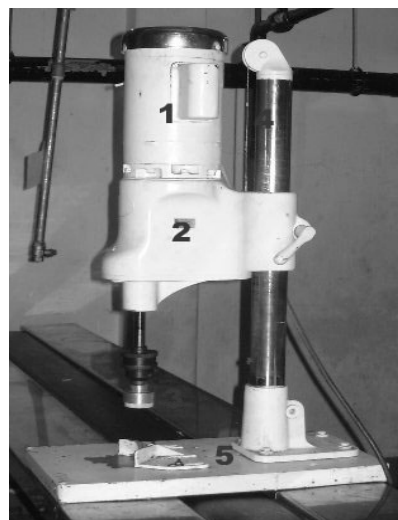


Figura 26. fotografía de taponadora

Inspecciones: según programación de fechas, se recomienda que sean cada año o seis meses.

1. Desmontar el motor eléctrico separándolo de la caja de engranes quitando los tornillos que los une, cambiar los cojinetes, revisar las conexiones eléctricas del motor, capacitor y termostato, que este libre de suciedad y humedad.
2. Desmontar la caja de engranes y revisar el estado de los mismo, cambiar cojinetes internos, volver a lubricar al nivel que indica el tapón medidor que se encuentra situado en la parte trasera de la taponadora.
3. Cambiar el protector de patas extrayendo el mismo por medio de un desarmador y evitar que el producto salga dañado.
4. Efectuar los pasos 4 y 5 de las visitas.

PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UNA FAJA TRANSPORTADORA

Visitas: según programación de fecha.

1. Revisar conexiones eléctricas del motor, revisar capacitor y termostato que se encuentre libre de suciedad y humedad.
2. Revisar la caja de variación de velocidad, que se encuentre tonel nivel de aceite adecuado y engrasar la cadena de transmisión de movimiento.

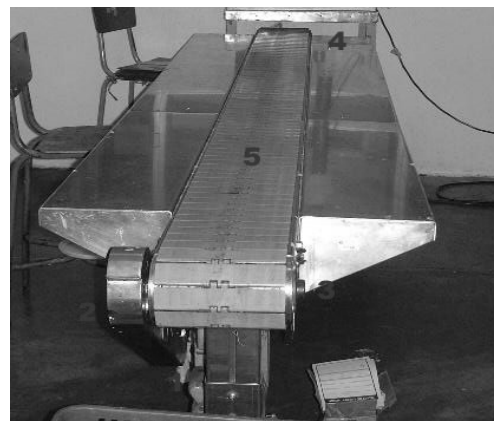


Figura 27. fotografía de faja transportadora.

3. Revisar que el rodillo de faja delantero se encuentre libre y girando.
4. Revisar que el rodillo trasero de la faja se encuentre libre y girando.
5. Revisar el estado la faja y limpiar todo la superficie de contacto para evitar que ésta vibre.

Inspecciones: según programación de fecha, se sugiere que sean cada año o seis meses según el uso del equipo.

1. Desmontar motor eléctrico y cambiar cojinetes, revisar capacitor, y termostato, que se encuentre libre de suciedad y humedad.
2. Desmontar la caja de variación de velocidad, cambiar cojinetes y revisar el estado de los engranajes, si es necesario cambiarlos al igual que la cadena de transmisión.
3. Desmontar los rodillos delanteros y traseros y cambiar los cojinetes de ambos.
4. Cambiar la faja de la mesa si esta se encuentra en mal estado.

PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ENGOMADORAS

Visitas: según programación de fecha.

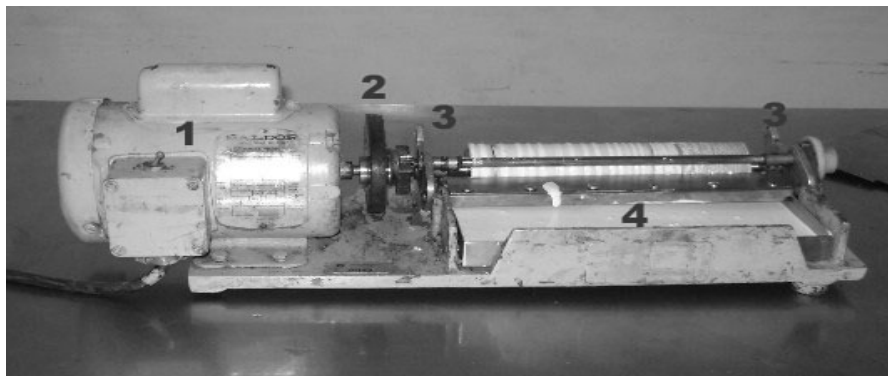


Figura 28. fotografía de engomadora.

1. Revisar las conexiones eléctricas, capacitor y termostato, que se encuentre libre de suciedad y humedad.
2. Revisar el estado de la faja, además de revisar el torque de las poleas.
3. Lubricar los cojinetes del rodillo y guía de etiqueta.
4. Limpiar el rodillo y bandeja que se encuentren totalmente libres de goma.

Inspección: según programación de fechas, se recomienda que sea cada año o cada seis meses.

1. Desmontar motor eléctrico y cambiar cojinetes, revisar conexiones eléctricas, capacitor y termostato que se encuentren libre de suciedad y humedad.
2. Cambiar faja del equipo.
3. Cambiar cojinetes del rodillo y guía de etiqueta.

APÉNDICE 2: BASE DE DATOS PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Una base de datos facilitará el procesamiento de información del departamento de mantenimiento, por lo que se presentan a continuación algunas de las pantallas que se pueden incluir dentro de esta base, las que en algunas de ellas, son simplemente los mismos protocolos de mantenimiento que se han diseñado y algunas bases de información que ayudarán a un mejor análisis de la información.

Figura 29. pantalla de solicitud de trabajo para todo tipo de máquina.

The screenshot shows a software window titled "Fichas de solicitudes" with a standard Windows-style title bar. The main content area is titled "Ficha de solicitud de ajuste y/o reparación". At the top, there is a "Tipos" label. Below this, there is a "No. Documento" field. A tabbed interface is visible with three tabs: "Solicitudes", "Orden de trabajo", and "Ejecución", with "Solicitudes" being the active tab. The form contains several input fields and controls:

- Fields for "Fecha:" and "Hora:" with a checkbox for "Máquina".
- A dropdown menu for "Problema".
- A dropdown menu for "Ubicación".
- Two input fields for "Código solicitante".
- A "Tarea solicitada" section with radio buttons for "Ajuste", "Reparación", "Otros", and "Mantenimiento".
- Buttons for "Grabar" and "Modificar".
- A "Descripción del trabajo" section with a text area.
- A "Prioridad" section with radio buttons for "Normal" and "Urgente".
- Fields for "Fecha a usar:", "Código autoriza", "Fecha recibida", and "Hora recibida".

En esta pantalla es donde se pueden solicitar cualquier tipo de tarea, principalmente el mantenimiento preventivo.

Figura 30. pantalla de orden de trabajo.

Fichas de solicitudes
Tipos

Ficha de solicitud de ajuste y/o reparación

No. Documento

Solicitudes | Orden de trabajo | Ejecución

Fecha: Hora de ejecución:

Descripción de trabajo

Material a utilizar

Herramienta a utilizar

Esta pantalla surge de recibir la solicitud de trabajo.

Figura 31. pantalla de ejecución del trabajo.

Fichas de solicitudes
Tipos

Ficha de solicitud de ajuste y/o reparación

No. Documento

Solicitudes | Orden de trabajo | Ejecución

Observaciones:

Técnico asignado:

Tiempo de ejecución

Fecha sugerida: Hora sugerida: Fecha de ejecución del trabajo:

Hora de inicio Hora de finalización Duracion Hrs

Grabar Modificar Finalizar

Pantalla que surge para registrar los datos obtenidos durante la ejecución del trabajo.

Figura 32. pantalla de inventario técnico y ficha técnica.

Mantenimientos

Codigo Maquina Marca

Modelo NSerie Funcionalidad

Observaciones

Caracteristica

Fija

Movil

Grabar

Foto P Moviles P Cambiables P Mantenimiento Constante Mantenimiento Periodico Condiciones a Inspeccionar Partes a Inspeccionar

Partes Moviles

Partes Moviles

En esta pantalla se incluyen dos tipos de protocolos.

Figura 33. pantallas de control de inventarios de materiales para reparación, herramienta y repuestos.

Mantenimiento de materiales , herramientas y partes

Código

Material o herramienta

Precio Categoría

Existencia

Veces de uso

Materiales consulta

Consulta de materiales, herramientas y partes

Descripción corta

Buscar todos

Materiales

Herramientas

Partes

APÉNDICE 3: CAPACITACIÓN DENTRO DE LA EMPRESA

Se presentan los diseños de dos capacitaciones que deben darse dentro de la empresa con el fin de preparar al personal involucrado en el programa de mantenimiento preventivo, la primera capacitación es a cerca del mantenimiento, la segunda capacitación es a cerca de los protocolos de mantenimiento que se manejarán dentro de la empresa.

El objetivo de cada capacitación fue definido anteriormente en el desarrollo del trabajo.

La primera capacitación involucra los conceptos teóricos del mantenimiento industrial para enfocar a los involucrados con todas las definiciones que ayuden a comprender la aplicación del mantenimiento preventivo dentro de la empresa.

Mantenimiento

Definición: tareas necesarias para que un máquina sea conservada o restaurada para que permanezca con una condición específica y se asegure así el mejor funcionamiento deseada de la misma .

El mantenimiento consiste en analizar el funcionamiento de la maquinaria, ver posibles fallas, preguntarse por las causas que la provocan, estudiar efectos y analizar consecuencias.

A partir de esta evaluación es que se determina la estrategia adecuada es decir que tipo de mantenimiento se debe aplicar para que sea factible y económicamente viable la operación del mismo.

Objetivos Del Mantenimiento :

- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad del funcionamiento de la maquinaria.
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- Cumplir con las normas de seguridad.
- Maximizar el beneficio global de la empresa.

Tipos de mantenimiento

- Correctivo o a la rotura:
 No planificado.
 Planificado.
- Predictivo o basado en la condición.
- Preventivo o basado en el tiempo.

Mantenimiento correctivo

Consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo que han fallado, ocurre de urgencia o emergencia y se consideran de dos tipos:

No planificado: corrección de averías o fallas cuando se presentan, se impide el diagnóstico de las causas que provocan la falla como lo es el mal trato, abandono, desconocimiento de manejo o desgaste natural. Una característica de éste es que no se tienen respaldos como de manuales, repuestos etc.

Planificado: Esta división del mantenimiento consiste en la reparación de la maquinaria cuando dispone del personal, repuesto, manuales y lo necesario para efectuar la reparación solamente que se espera a que esta ocurra y no se hace un estudio para evitar que ocurra la falla.

Mantenimiento predictivo

Este se basa en detectar las fallas antes de que suceda, para corregirla, sin perjudicar el servicio que presta la máquina o sin interrumpir la producción, por lo que es necesario inspeccionar el equipo por intervalos de tiempo. Para ello puede usarse una evaluación objetiva con aparatos o pruebas no destructivas y también subjetiva por experiencia de los operarios o del mismo mecánico o simplemente usando sus propios sentidos.

Ventajas

- Reduce tiempos de parada
- Permite seguir la evolución de una falla.
- Optimiza labores de mantenimiento.
- Decisiones de parar o no la producción.
- Planeación de compra de nuevo equipo.
- Facilita el análisis de las fallas.

Mantenimiento preventivo

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento, seguridad, ajustes, reparaciones, limpieza, lubricación, calibración, debe llevarse a cabo periódicamente en base a un plan establecido y no a la demanda del usuario, este se hace de una forma planificada ya que se corrigen las fallas antes que ocurran y en el momento oportuno, este se obtiene de experiencias, tiempos de operación así como de definir puntos débiles de la máquina por medio de recolección de información, para esto se debe contar con el material necesario a la mano.

Ventajas

- Confiabilidad en los equipos y condiciones de seguridad.
- Disminución de tiempo muerto por paradas de máquinas.
- Mayor duración de la maquinaria.
- Existencia de repuestos y mejor control de los mismos.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento.

- Menor costo de reparación.
- Obtención de información para la creación del archivo histórico para uso en la evaluación de las fallas que se presentan.
- Conocimiento del límite de la duración del servicio que proporciona la máquina.
- Mejor capacitación del empleado.
- Mejor ambiente de trabajo debido a que se reduce la tensión en el trabajo por laborar a veces bajo presión.

Fases del mantenimiento

- Inventario técnico, manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Registro de reparaciones, repuestos, herramienta y costos de trabajo por personal externo.
- Control de frecuencia, indicación exacta de la fecha para realizar el trabajo.

Factores claves para el éxito

- Compromiso e implicación de los departamento de producción y mantenimiento para la implementación del plan.
- Creación de un sistema de información de preferencia un software que será necesario para el análisis de la información recolectada.
- Optimización de los recursos disponibles como herramienta, stock, servicios etc. así como del personal que es el más importante.

Con la implantación del plan de mantenimiento evitaremos:

- Sobre costos de mantenimiento.
- Tareas rápidas e inseguras
- Costos de oportunidad.
- Falta de tiempo para producir.
- Nerviosismo en el ambiente de trabajo.
- Insatisfacción de nuestros clientes.

Mantenimiento mejorativo.

También conocido como de rediseños consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo, estos cambios no son un análisis propiamente de mantenimiento ya que la evaluación la realiza otros departamentos, pero el cambio lo realiza mantenimiento, a veces estos cambios son realizados para comodidad del operario durante su uso o para agilizar el proceso que realiza la máquina.

La segunda capacitación es para involucrar al personal con los conceptos de los protocolos de mantenimiento y el uso de los mismos dentro de la empresa.

Protocolos de mantenimiento

Estos no son más que fichas o formatos que son diseñados para facilitar la administración del mantenimiento, así como también para recolectar toda la información generada por el uso de las máquinas, debido a que es esta la que nos permite analizar el desempeño del equipo y evaluar el mantenimiento que necesita.

Objetivo de los protocolos

- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa por medio de garantizar el funcionamiento de la máquinas.
- Satisfacer las necesidades de nuestros clientes.
- Permitir seguir la evolución de una falla y facilitar su análisis.
- Optimizar labores de mantenimiento.
- Tener un mejor control de repuestos y la existencia los mismos.

- Obtener información para crear un archivo histórico y diseñar una base de datos que facilite el manejo de esta información y evaluar mejor las fallas que se presenten.
- Conocer el límite de la duración del servicio que se proporciona al equipo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento.
- Creación de programas de capacitación que ayuden a los empleados a desarrollar de una mejor manera sus actividades.

Beneficios de los protocolos

- Confiabilidad en los equipos y condiciones de seguridad.
- Menor costo de reparación.
- Ayuda a tomar decisiones de detener o no la producción.
- Disminución de tiempo muerto por paradas de máquinas.
- Mejor evaluación en la compra de nuevo equipo.
- Mayor duración de la maquinaria.

- Mejor conocimiento del uso de la maquinaria.
- Mejor ambiente laboral debido a que se reduce la tensión en el trabajo por laborar bajo presión.
- Realización de tareas más seguras.
- Menores probabilidades de falta de tiempo para producir.
- Satisfacción de nuestros clientes por cumplir con sus expectativas.

Inventario técnico

Este protocolo servirá para conocer la cantidad de maquinaria, marca, modelo, estado de la misma y algunas otras características importantes, que ayuden a tener una mejor visión de quienes pueden ayudarnos en cualquier momento, según quien distribuye dichas marcas. Este formato será llenado por el departamento de mantenimiento y serán registradas solamente las máquinas que de alguna manera se les aplique algún tipo de mantenimiento.

Alfredo Herbruger Jr. & Co. Ltda.
 INSTITUCIÓN DE FOMENTO Y DESARROLLO DE LA INDUSTRIA Y EL COMERCIO

REGISTRO INVENTARIO DE MAQUINARIA

COD	Marca	Modelo	Id. Serie	Estado (en uso)	Observación

Modelo: 2001-01-01-0001

Solicitud de ajuste/reparación

Este es un formato que permite al operario de línea, informar a cerca de que tipo de trabajo necesita la máquina y si es urgente, además de proporcionar otras característica importantes del equipo, deberá ser firmado por la persona que recibe dicha solicitud en mantenimiento. Este formato ayudará en la creación del archivo de mantenimiento.

Alfredo Herbruger Jr. & Co. Ltda.
 INSTITUCIÓN DE FOMENTO Y DESARROLLO DE LA INDUSTRIA Y EL COMERCIO

FORMULARIO SOLICITUD DE AJUSTE/REPARACION

FECHA: _____

CODIGO: _____

DEPARTAMENTO: _____

OPERARIO: _____

MÁQUINA: _____

DESCRIPCIÓN DE LA FALTA: _____

URGENTE: SÍ NO

OTRO: SÍ NO

FECHA DE EMISIÓN: _____

FECHA DE RECEPCIÓN: _____

FECHA DE FINALIZACIÓN: _____

Modelo: 2001-01-01-0001

Orden de trabajo

Después de recibida la solicitud que hace el operario, el jefe mantenimiento extenderá una orden de trabajo, donde será asignada la actividad a un mecánico, con la información necesaria para elaborar su trabajo. El mecánico deberá llenar otra parte de este protocolo según como se indica y por último deberá llevar esta orden de nuevo con el jefe de técnicos para que se de por terminada la tarea y se archive esta solicitud.

Alfredo Herbruger Jr. & Co. Ltda.
PUNTA ARENAL, PUERTO RICO

FORMULARIO DE REPORTE DE ANOMALÍAS

FECHA: _____

MAQUINA: _____

OPERARIO: _____

DESCRIPCIÓN DE LA ANOMALÍA: _____

CAUSAS: _____

REPARACIÓN: _____

OTROS: _____

FECHA DE REPORTE: _____

REPORTEADO POR: _____

REVISADO POR: _____

Reporte de anomalías

Podrá suceder que el operario detecte una anomalía que considere que dará problemas más adelante en la maquinaria, pero que considere que no necesite ser atendida todavía, pero se tendrá la necesidad de reportarla para que el departamento de mantenimiento tome en cuenta dicha anomalía y se asegure que la máquina no fallará en el momento menos indicado, este formato servirá como un aviso de los técnicos a mantenimiento.

Alfredo Herbruger Jr. & Co. Ltda.
PUNTA ARENAL, PUERTO RICO

FICHAS HISTÓRICAS

FECHA: _____

MAQUINA: _____

OPERARIO: _____

DESCRIPCIÓN DE LA ANOMALÍA: _____

CAUSAS: _____

REPARACIÓN: _____

OTROS: _____

FECHA DE REPORTE: _____

REPORTEADO POR: _____

REVISADO POR: _____

Fichas históricas

Estos serán formatos exclusivos de las máquinas, donde se registrará la falla que tendrá la máquina, la fecha en que ocurrió la falla, materiales usados en la reparación, quien la reparo y la autorización de la misma, existirán dos formatos uno para el archivo del departamento de mantenimiento y otra para colocarla en la máquina y que cada mecánico sepa que fue el último trabajo que se le realizó a dicha máquina.

Alfredo Herbruger Jr. & Co. Ltda.
PUNTA ARENAL, PUERTO RICO

FICHAS TÉCNICAS

FECHA: _____

MAQUINA: _____

OPERARIO: _____

DESCRIPCIÓN DE LA ANOMALÍA: _____

CAUSAS: _____

REPARACIÓN: _____

OTROS: _____

FECHA DE REPORTE: _____

REPORTEADO POR: _____

REVISADO POR: _____

Alfredo Herbruger Jr. & Co. Ltda.
PUNTA ARENAL, PUERTO RICO

FICHAS TÉCNICAS

FECHA: _____

MAQUINA: _____

OPERARIO: _____

DESCRIPCIÓN DE LA ANOMALÍA: _____

CAUSAS: _____

REPARACIÓN: _____

OTROS: _____

FECHA DE REPORTE: _____

REPORTEADO POR: _____

REVISADO POR: _____

Ficha técnica de máquina

Este es un formato que estará en el departamento de mantenimiento, en ella se registrará característica importantes de la máquina, como las partes principales, móviles, cambiables, de mantenimiento constate, de mantenimiento periódico, partes y condiciones a inspeccionar, además contará con un fotografía para una identificación más rápida de la máquina que se esta describiendo.

Alfredo Herbruger Jr. & Co. Ltda.
PUNTA ARENAL, PUERTO RICO

FICHAS TÉCNICAS

FECHA: _____

MAQUINA: _____

OPERARIO: _____

DESCRIPCIÓN DE LA ANOMALÍA: _____

CAUSAS: _____

REPARACIÓN: _____

OTROS: _____

FECHA DE REPORTE: _____

REPORTEADO POR: _____

REVISADO POR: _____