

 **PDF Complete**
Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.
[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)



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

**Diseño y prototipo de un sistema de mantenimiento en la industria
alimenticia orientado hacia el mejoramiento continuo**

José Armando Dionisio Chávez

Asesorado por Inga. María del Rosario Colmenares de Guzmán

Guatemala, febrero de 2005



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO EN LA
INDUSTRIA ALIMENTICIA ORIENTADO HACIA EL
MEJORAMIENTO CONTINUO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ ARMANDO DIONISIO CHÁVEZ

ASESORADO POR INGA. MARÍA DEL ROSARIO COLMENARES DE

GUZMÁN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

Guatemala, febrero de 2005



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
EXAMINADOR:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR:	Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



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 Y PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA ORIENTADO HACIA EL MEJORAMIENTO CONTINUO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 02 de agosto de 2004.

JOSÉ ARMANDO DIONISIO CHÁVEZ



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



DEDICATORIA

A Dios

Padre eterno, gracias por permitirme llegar a este momento. Tu que eres la luz de nuestro sendero., ilumínanos en todo momento.

A mis padres

Daniel A. Dionisio Solórzano y María Loreta Chávez de Dionisio.

Quienes han sido mi aliento, mi fortaleza, gracias por sus enseñanzas, por sus sacrificios, y por su apoyo en todo momento, con todo mi corazón y cariño.

A mis hermanos

Walter Alexander, Jonahtan Enrique, Daniel Alberto, Ada María.

Por su paciencia, y cariño, gracias por su ayuda en todo momento.

A mi sobrina

Madelin Dayana
Con todo mi amor y cariño.

A mi familia en general

A mis amigos



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA	
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1 Antecedentes históricos	1
1.2. Descripción y características del producto	1
1.2.1 Durabilidad de los productos	3
1.2.2 Descripción del mercado	3
1.3 Localización de la planta	4
1.3.1 Tipo de edificio	4
1.3.1.1 Tipo de edificio de acuerdo a la actividad	4
1.3.1.2 Techos	4
1.3.1.3 Ventilación	5
1.3.1.4 Ruido	6
1.4 Distribución de la planta	6
1.4.1 Distribución de maquinaria	6
1.4.2 Tipo de distribución con que se cuenta	7
1.4.3 Tipo de distribución recomendado	8
1.4.4 Justificación del tipo de distribución recomendado	8

2	EVALUACIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL	
2.1	Situación actual del funcionamiento del departamento de mantenimiento	9
2.1.1	Organigrama del departamento de mantenimiento	10
2.1.1.1	Descripción de obligaciones y atribuciones del organigrama del departamento de mantenimiento	11
2.2	Descripción del mantenimiento actual de la maquinaria y equipo	12
2.2.1	Tiempo de mantenimiento actual programado en a maquinaria	12
2.2.2	Tiempo muerto o de paro	12
2.2.3	Desperdicio	12
2.3	Descripción de la maquinaria y equipo en análisis	13
2.4	Diagramas de proceso	16
2.4.1	Flujograma de las solicitudes de mantenimiento	16
2.4.2	Diagrama de recorrido del proceso	18
2.5	Identificación de los problemas actuales u oportunidades de mejora	19
2.5.1	Análisis FODA en el departamento de mantenimiento	19
2.5.2	Análisis estadístico de maquinaria y equipo	22
2.5.2.1	Gráfica de pastel	25
2.5.3	Evaluación de consecuencias	26
2.5.3.1	Fallas ocultas	26
2.5.3.2	Seguridad y medio ambiente	26
2.5.3.3	Operacionales	27
2.5.3.4	No operacionales	28

3	PROPUESTA DE PROTOTIPO DE MANTENIMIENTO	
3.1	Tipo de mantenimiento propuesto	29
3.1.1	Tipos de mantenimiento	29
3.2	Técnica de investigación utilizada para definir el tipo de mantenimiento propuesto	31
3.2.1	Diferenciación de maquinaria	31
3.2.2	Resultados de diferenciación de maquinaria	35
3.2.3	Descripción de categorías	37
3.2.4	Gráfica de Pareto	39
3.3	Sistema automático para el control de inventario de repuestos	41
3.3.1	Descripción del diseño preliminar de base de datos	41
3.3.2	Análisis económico	42
3.3.3	Código de repuestos	44
3.3.3.1	Codificación de repuestos	44
3.3.3.2	Código de maquinaria y equipo	46
3.4	Beneficios de la propuesta de mantenimiento	49
4	IMPLEMENTACIÓN	
4.1	Proceso administrativo en el departamento de mantenimiento	53
4.1.1	Funciones administrativas	53
4.1.1.1	Planeación	53
4.1.1.2	Organización	54
4.1.1.3	Dirección	55
4.1.1.4	Inspección	56
4.2	Capacitación	56
4.3	Procedimientos	58
4.3.1	Ficha técnica y registro de la maquinaria y equipo	58
4.4	Manual de mantenimiento	61
4.4.1	Instrucciones de servicio	61

4.4.2	Instrucciones de mantenimiento	61
4.4.2.1	Compresores	61
4.4.3	Trabajos a realizar	64
4.4.3.1	Mantenimiento de los filtros	66
4.4.3.2	Mantenimiento de la sección de impulsión	68
4.4.3.3	Ventilador	68
4.4.3.4	Motor	69
4.4.3.5	Transmisión	69
4.4.3.6	Lubricación	70
4.5	Papelería	72
4.6	Control e historial de actividades programadas y no programadas	73
5	MEJORA CONTINUA	
5.1	Mantenimiento productivo total	77
5.2	Inducción y capacitación	77
5.2.1	Proyectos de mejoramiento en los sistemas y maquinaria	78
5.2.2	Guía de técnicas y herramientas para la identificación, análisis y selección de oportunidades de mejora	79
5.3	Índices de evaluación de mantenimiento	81
5.3.1	Sistemas de confiabilidad	81
5.3.2	Costo de averías	81
5.3.3	Reporte de inventario de consumo de repuestos	82
5.3.4	Productividad y eficiencia de mano de obra	83
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	89
	BIBLIOGRAFÍA	91
	ANEXOS	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama departamento de mantenimiento	10
2.	Flujograma de solicitudes de mantenimiento	17
3.	Diagrama de recorrido	18
4.	No. de días de un mantenimiento a otro	25
5.	Gráfica de Pareto	40
6.	Posición de letras y números de código de repuestos	46
7.	Flujograma propuesto de solicitudes de mantenimiento	57
8.	Anverso de ficha técnica para el registro de la maquinaria	59
9.	Reverso de ficha técnica para el registro de la maquinaria	60
10.	Compresor 50 HP	67
11.	Bomba de aceite de compresor	63
12.	Partes del sistema de lubricación del compresor	64
13.	Motor de compresor	65
14.	Filtros interiores de compresor Comp-Air	66
15.	Correcta alineación de poleas y fajas en un compresor	70
16.	Formato de solicitud de servicios de mantenimiento	74
17.	Formato de orden de trabajo	75
18.	Indicadores para el costo de averías	82
19.	Ficha técnica	93
20.	Gráfico de proceso, comportamiento de temperatura de hornos	94

TABLAS

I.	Análisis FODA	20
II.	Número de días entre un mantenimiento y otro de las sierras cortadoras	23
III.	Resultados de maquinaria y equipo	24
IV.	Criterios y categorías para la evaluación de la maquinaria	32
V.	Formato de evaluación de maquinaria y equipo	34
VI.	Tabla de resultados generales	35
VII.	Resultados finales de la maquinaria y equipo	36
VIII.	Costo sistema y equipo de opción A	42
IX.	Costo Instalación opción A	42
X.	Costo sistema y equipo opción B	43
XI.	Costo instalación opción B	43
XII.	Rubros analizados para la impresión de etiquetas	44
XIII.	Código línea 1 = H-00-00000	48
XIV.	Código línea 2 = V-00-00000	48
XV.	Formato para planificación de proyectos de mejoramiento	78
XVI.	Formato de resumen de inventario de repuestos	83
XVII.	Formato de control para mano de obra	84
XVIII.	Datos de temperatura de hornos	94

GLOSARIO

Automatización	Sistemas de fabricación diseñados con el fin de usar la capacidad de las máquinas, para llevar a cabo determinadas tareas, anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana.
Climatizador	Aparato para climatizar, utilizado para variar la temperatura.
Codificación maquinaria	Es el identificador único de cada maquina. Se representa por un carácter pues aparte de un número de serie, puede tener asociado una o más letras. Corresponde al código que el fabricante le asigna para que la representación sea lo más uniforme posible.
Código repuesto	Corresponde al identificador único de cada material existente en bodega.
Convencional	Que resulta o se establece, en virtud de precedentes o de costumbre.

Índice o indicador	Un indicador es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos.
Limitante	Línea, punto o momento que señala la separación entre dos cosas. Fin, término.
Logística	Departamento encargado de las técnica que estudian los métodos de transporte y comprende el mantenimiento, el transporte de suministros, equipo y productos terminados.
Mantenibilidad	Conservación la maquinaria. Proseguir en lo que se está ejecutando. No variación de estado.
Molienda	Acción de moler, para convertir los granos en harina.
Optimización	Sumamente bueno; que no puede ser mejor. Valor máximo o mínimo de una expresión.
Parametrizado	Datos medidos y cuantificables.
Prototipo	Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa. El más perfecto ejemplar y modelo de una virtud, vicio o cualidad.
Proveedor	Es la empresa o persona que cuenta con uno o más repuestos para ofrecer a la bodega.

Relé	Aparato destinado a producir en un circuito una modificación dada, cuando se cumplen determinadas condiciones en el mismo circuito o en otro distinto.
Repuesto	Se entiende por repuesto a todo insumo que se encuentre en la bodega de repuestos, tanto para la manutención, como reparación de las maquinas. Además se entiende como repuesto a todo material que pueda ser solicitado por un mecánico.
Stock crítico	Es la cantidad de un repuesto que indica el momento en el que se debe generar una orden de compra para un determinado producto. La orden de compra será generada en cuanto exista la posibilidad de que ésta cantidad sea rebajada por un pedido.
TPM	Mantenimiento productivo total.
Ventajas competitivas	Indica la capacidad de una empresa para conseguir superioridad en el mercado, sobre sus competidores. Situación favorable o de superioridad de una persona o cosa respecto de otra. Excelencia o condición favorable que tiene una persona o una empresa.
USD	Dólares americanos.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

RESUMEN

En el presente trabajo se busca mejorar el sistema que se está utilizando en la empresa, para tener un mejor control sobre el mantenimiento y el inventario de repuestos y manejar un sistema más confiable, permitiéndole, a las personas que interactúan con este departamento, agilizar sus funciones ahorrar costos, implementar seguridad y confiabilidad.

El objetivo que persigue este trabajo, es la realización de un conveniente prototipo de mantenimiento, con el cual se mejore la vida útil de los equipos y maquinaria en general.

El trabajo de graduación consta de cinco capítulos; inicia con los antecedentes generales de la empresa, en el segundo, se evalúa la situación actual de la empresa, utilizando herramientas estadísticas y administrativas, para identificar las posibles oportunidades de mejora. En el tercero se plantea y desarrolla la metodología de los diferentes tipos de mantenimiento propuesto, utilizando como técnica de investigación, la diferenciación de la maquinaria, con la finalidad de obtener de los resultados, una adecuada relación entre productividad y costo de mantenimiento, a nivel de cada máquina.

En el penúltimo se implementan funciones administrativas básicas; planeación, organización, dirección y control, y se establecen procedimientos, proponiendo la implementación de manuales de mantenimiento para cada máquina, describiendo instrucciones de mantenimiento, trabajos a realizar y papelería necesaria para el control y toma de decisiones.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

El último, propone la mejora continua a través de la guía de técnicas y herramientas para la identificación, análisis y selección de oportunidades de mejora, y los proyectos de mejoramiento en los sistemas y maquinaria, y los índices para la evaluación del mantenimiento.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de mantenimiento para una empresa de la industria alimenticia, con el fin de poder determinar el momento oportuno de realizar una actividad de mantenimiento o inspección y así aumentar la ventaja competitiva de la empresa.

Específicos

1. Establecer y llevar un control estadístico de los procesos y fallas en toda la organización, con el fin de poder determinar el momento oportuno de realizar una actividad de mantenimiento o inspección.
2. Establecer una diferenciación de la maquinaria y equipo, con la finalidad de obtener una adecuada relación entre productividad y costo de mantenimiento a nivel de máquina.
3. Disminuir el porcentaje de desperdicio, debido a paros en la maquinaria, es decir, que el desperdicio sea menor o igual al punto cinco por ciento establecido.
4. Aumentar la eficiencia en tiempo de respuesta ante cualquier problema y que no pase de un tiempo promedio de tres horas.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

5. Eliminar el tiempo perdido e identificar fallas potenciales, con la finalidad de que la empresa aplique las soluciones factibles, para mejorar, en la medida de sus posibilidades.
6. Obtener un mayor control de los repuestos en el área de bodega de mantenimiento, minimizando los costos y aumentando la producción.
7. Implantar una metodología que permita tener acceso a la información de una manera rápida y concisa.

INTRODUCCIÓN

La implementación de un sistema de mantenimiento es importante, dado que en el funcionamiento adecuado de la maquinaria y equipo es una de las partes fundamentales para la producción de insumos en general.

El proyecto que se propone realizar es la planeación y diseño de un sistema de mantenimiento, que abarque al departamento de mantenimiento y la bodega, específicamente, para ser aplicado en toda la maquinaria y demás actividades de la empresa (producción y empaque) y su sistema en general.

El método o procedimiento de trabajo que se empleará para llevar a cabo el proyecto, involucra: el análisis de la situación actual; auxiliándonos de herramientas estadísticas, identificación de los problemas potenciales que afectan el sistema de mantenimiento, planteamiento de las soluciones factibles, evaluación de las soluciones, selección de las mejores soluciones y el establecimiento de los métodos de control; como la creación de una ficha técnica para cada maquinaria y equipo, así como pruebas piloto del sistema de control establecido.

Lo anterior, con el fin de aumentar la competitividad de la empresa, ya que la misma depende de la reducción de errores y el mejoramiento continuo. Y por último, pero sin restarle importancia, se pretende que al final del proyecto se deje establecido un sistema que controle, mantenga y mejore la planeación del mismo.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 Descripción de la empresa

1.1.1 Antecedentes históricos

La empresa se ha dedicado a los negocios en Guatemala en el área alimenticia, específicamente a la panificación, por 27 años, con exportaciones a toda Latinoamérica, México, El Salvador, Honduras y el resto de Centroamérica. Gracias a su calidad en la fabricación de los productos, y sus procesos automatizados, actualmente cuenta con gran aceptación por parte de sus clientes.

La empresa se estructura en tres áreas principales, la de planificación, producción y administración. Cada una dirigida por un gerente, respectivamente. Cuenta con un departamento de compras, recursos humanos, control de calidad, mantenimiento, sanitización, reparaciones, producción, bodega de materia prima, bodega de producto terminado, auditoría, logística, ventas y mercadeo.

1.2 Descripción y características del producto

El pan, el cual dependiendo de la línea puede ser: integral, con o sin ajonjolí, pequeño, mediano y grande, o bien, con presentaciones que varían el número de unidades. (de 5 ó 6 unidades)

Además se cuenta con productos como:

- Panes para *hot dog* en diferentes presentaciones
- Palitos de harina
- Pan de leche
- Pan integral
- Pastelitos
- Pirujos de leche, integrales, *gourmet* y simples

Todos con diferentes categorías y subgrupos.

El ingrediente predominante, en la fabricación de todo tipo de pan, es la harina, la cual es la base para el cálculo de los demás productos en el balance de la formulación.

La harina es un polvo fino o material purificado que es extraído de la semilla o fruta de varias plantas. El proceso de purificación depende de su fuente de extracción, en un proceso gradual de molienda.

La harina está también compuesta de proteína y la mayoría de esta proteína forma una masa elástica cuando se mezcla con agua. También hay humedad presente en la harina, pequeñas cantidades de grasa, azúcares y ceniza mineral. Pequeñas cantidades de gomas vegetales llamados pentosán, están presentes en la misma.

La harina de trigo: es un polvo fino extraído de la semilla de trigo, la cual sirve para la fabricación de productos horneados. Generalmente, los molinos tienen un rendimiento del 75% de harina de trigo que es procesado, el otro 25% es fibra, ceniza y desecho vegetal.

La harina blanca proviene de la parte media del grano, llamado endospermo, es bajo en contenido mineral y es la porción de fibra y ceniza. Por está razón, la cantidad de ceniza en la harina nos debe indicar cuán bien molida fue ésta por el molino.

Muchas son las variables que se deben tomar en cuenta para la fabricación de productos horneados, tales como: las condiciones climáticas y el ambiente donde creció el trigo con que se producen las distintas clases de harina.

Estas condiciones determinarán la calidad y las cualidades de la harina, que dependen directamente de los niveles de proteína y la retención de gases, cuando la harina interactúe con el agua y la levadura.

1.2.1 Durabilidad de los productos

Los productos fabricados por las industrias panificadoras son perecederos, teniendo éstos una vida promedio de 15 días, y por razones de seguridad y legislación, en el empaque se imprime la fecha de su caducidad, teniendo éstos un margen de 5 días.

1.2.2 Descripción del mercado

Como se dijo anteriormente, es una empresa dedicada a la rama de la Industria Panificadora, en el ámbito nacional y con exportaciones a toda Latinoamérica, México, Honduras y el resto de Centro América.

1.3 Localización de la planta

1.3.1 Tipo de edificio

En este proceso de producción la instalación tiene que estar diseñada, de tal manera que el producto se haga en las más estrictas reglas de higiene, tomando en cuenta factores importantes con que debe contar el edificio.

1.3.1.1 Tipo de edificio de acuerdo a la actividad

El tipo de edificio con que se cuenta es de primera categoría, adecuado para industrias dedicadas a la elaboración de productos alimenticios, tomando en cuenta que la empresa está dedicada a la panificación, cuenta con dos niveles para el área de oficinas y un nivel para el área de producción, empaque y producto terminado. Por lo que, el tipo de edificio es adecuado.

En cuanto al área de servicios sólo presentan una cafetería para los empleados. Tiene un área de parqueo, aunque no muy grande, tanto para empleados como para visitantes, también posee un área de carga y descarga de mercadería. No se cuenta con áreas recreativas para los trabajadores ya que sus instalaciones no lo permiten.

1.3.1.2 Techos

El tipo de techo en el área de producción es de dos aguas, contando con las siguientes ventajas:

- Su instalación es rápida y desmontable para futuros cambios.
- Por su forma, se pueden agregar luminarias, como también se pueden colocar ventiladores.

El material predominante para la cubierta es la lámina de zinc o asbesto. Este tipo de techo también nos da las siguientes desventajas:

- Es necesario implantar un programa de mantenimiento preventivo, ya que la lámina necesita ser limpiada por la acumulación de basura, y pintada periódicamente para evitar la corrosión galvanizada.

Actualmente, no existe ningún plan de cambio para el techo, únicamente se protege la lámina con pintura anticorrosiva periódicamente.

Por lo que de acuerdo al tipo de actividad realizada, productos alimenticios se recomienda un tipo de techo curvo, ya que este tipo de techo necesita muy poco mantenimiento, dado a que el material a usar para la cubierta no permite corrosión galvánica, además de ser muy estético y tener forma aerodinámica, es muy utilizado para condiciones climatológicas severas.

1.3.1.3 Ventilación

En este tipo de industria, como en cualquier otra, se requiere de una buena ventilación, la cual puede ser natural o artificial. La empresa no cuenta con ventilación natural, ya que ocasiona problemas en el área de producción, debido a que el aire apaga los hornos utilizados para la fabricación de los productos.

Por lo que el calor en esta área es excesivo, por lo que es necesario realizar los cálculos para la implementación de una adecuada ventilación en la planta. Por tal razón, la empresa implementará un extractor de calor, el cual será colocado en la entrada del horno, con el fin de disminuir el aire caliente.

1.3.1.4 Ruido

En el proceso de producción en el interior de la planta, se genera ruido, el cual está entre 61 y 83 decibelios.

Al exterior de la planta se ubican los compresores y el área de carga, generando una intensidad de sonido de 85 decibelios. Sin embargo, por estar estratégicamente ubicados no ocasionan problemas a las vecindades.

1.4 Distribución de la planta

1.4.1 Distribución de maquinaria

Al examinar la distribución de la planta se encuentra un tipo de flujo de acuerdo al producto, entrelazada con una clasificación por proceso. Manejando productos para ser almacenados en inventario (en temporada), anticipándose a la demanda y bajo pedido específico para cada cliente.

- a. Distribución rectilínea o por producto** este tipo de agrupación se utiliza cuando el volumen de trabajo es suficientemente grande y se usa el mismo equipo, en la misma secuencia. Está orientado para una producción continua.

En una distribución orientada, de acuerdo al producto, los centros de trabajo y el equipo están todos en línea con el fin de que la secuencia especializada de operaciones dé como resultado final el producto requerido. Dado que los procesos continuos tienden a estar más automatizados, producen productos más estandarizados.

- b. **Distribución funcional o por proceso** consiste en la agrupación de instalaciones o maquinarias semejantes, se utiliza para sistemas de producción intermitente. En fin, todas aquellas fábricas cuyos productos no son los mismos, si no que trabajan un género de productos, es decir, un tipo de producto básico, pero con múltiples variaciones posibles, trabajando bajo pedido especial para cada cliente.

1.4.2 Tipo de distribución con que se cuenta

Como mencionamos anteriormente, el tipo de distribución que se utiliza en el proceso de panificación es de acuerdo al producto o flujo lineal entrelazado con una clasificación de acuerdo al proceso, porque se fabrican productos que son similares, subdivido por diferentes líneas, pero bajo pedido especial para cada cliente.

Cada área o departamento está debidamente diferenciado y tienen un orden consecutivo, es decir, de bodega de materia prima se va a producción (siendo un proceso lineal) y así sucesivamente hasta llegar a empaque y por último a bodega de producto terminado.

1.4.3 Tipo de distribución recomendado

Creemos que el tipo de distribución que se utiliza es el más adecuado, sin embargo recomendamos, una mejor señalización de seguridad en el área de producción, debido a que no existe señalización de seguridad en la maquinaria; también recomendamos este tipo de distribución por las siguientes razones

- La distribución por producto y la fabricación continua es generalmente considerada ideal para una producción de costo unitario bajo.
- Los productos a fabricar son diversos, pero similares. (hamburguesas, *hot-dog*, pan integral, etc.)
- El diseño de distribución muestra características tales como la agrupación de máquinas similares, de manera tal que el producto se puede mover ágilmente entre las distintas máquinas que se requieren para su producción final.
- El volumen de producción no es constante, ya que trabajan bajo pedido y la producción depende de cuanto pida el cliente.

1.4.4 Justificación del tipo de distribución recomendado

El departamento de producción es la base productiva de una empresa, ya que se cuenta con maquinaria y equipo automatizado, la distribución de maquinaria debe estar bien estructurada y dirigida para cumplir con los objetivos de la organización. Como se menciona en el inciso anterior, el tipo de distribución que se utiliza es el más adecuado, por el tipo de proceso que ésta realiza, y porque el tipo de distribución lo dirigen y aplican a casos en que los flujos de trabajo son estandarizados para todas las unidades de producción.

2. EVALUACIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Situación actual del funcionamiento del departamento de mantenimiento

El mantenimiento actual que se le da a la maquinaria está ligado por el programa de producción, es decir, que se planea de acuerdo a parámetros fijos y paradas de producción, que son avisadas al departamento de mantenimiento. Estas paradas normalmente son un día a la semana, los sábados para la primera línea y los miércoles para la segunda línea, cuando descansa producción.

El otro tipo de mantenimiento es el correctivo, es decir, cuando hay partes en la maquinaria que necesitan reparación y/o cambio. El monitoreo por condición es utilizado cuando se considera que el equipo y maquinaria está en estado deteriorado o que ya necesita arreglo.

Durante años la empresa al realizar mantenimientos a sus equipos; regularmente el grupo de mantenimiento, desmonta la maquinaria y equipo para su reparación en cada mantenimiento mayor.

Teniendo como objetivo realizar esta operación, por lo menos, dos veces al año. Lo anterior basados en el hecho de que no pueden diagnosticar, cuáles piezas y partes todavía tienen vida útil y cuáles deben repararse o cambiarse, por lo que cambian la mayor parte de las piezas.

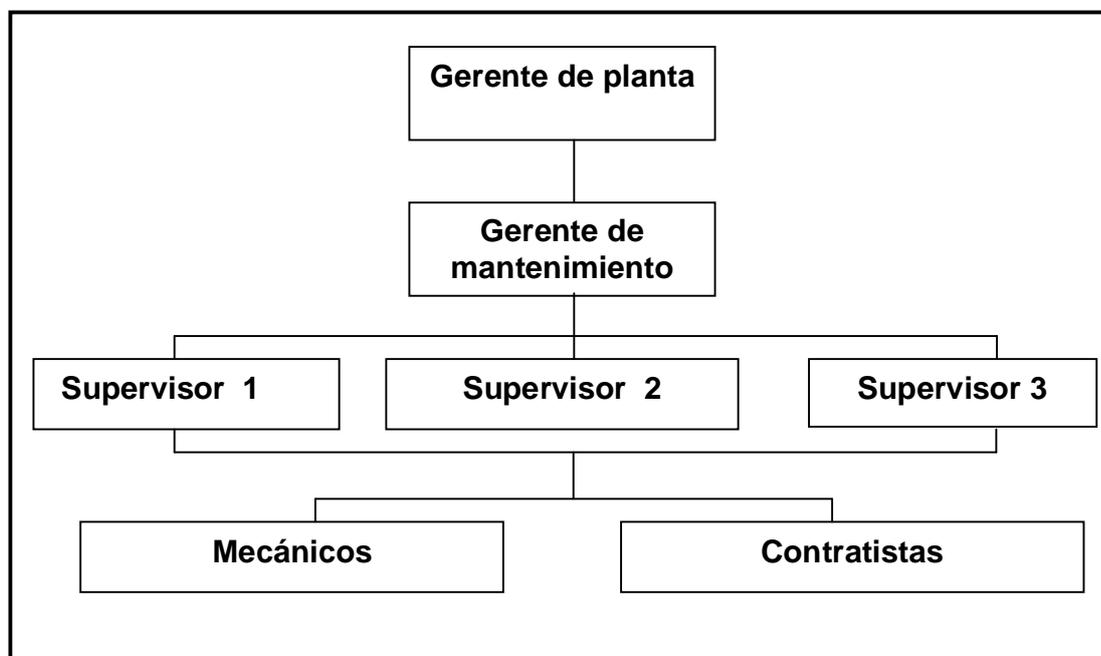
La estrategia actual de la gerencia del departamento de mantenimiento es

- El mantenimiento en línea
- Control de motores
- Análisis de la condición del equipo
- Lubricación semanal
- Identificación de problemas recurrentes

Todo con el fin de poder analizar, determinar y eliminar las causas de las fallas.

2.1.1 Organigrama del departamento de mantenimiento

Figura 1. Organigrama Departamento de Mantenimiento



2.2.1.1 Descripción de obligaciones y atribuciones del organigrama del departamento de mantenimiento

- a. **Gerente de planta** tiene a su cargo la organización, planificación y control de la planta en general, rindiendo informe al gerente general de dicha actividad. Tiene a su cargo el adiestramiento de los gerentes de producción, mantenimiento, y empaque. Se responsabilizará de todas aquellas actividades, dentro del marco productivo, que el gerente general estime necesarias para el mejoramiento de la productividad.
- b. **Gerente de mantenimiento** tiene a su cargo la organización, planificación y control del mantenimiento a la maquinaria, así como el adiestramiento de los supervisores de mantenimiento, está a cargo de todas las actividades de mantenimiento a equipos y proyectos de mejoras en la maquinaria, rindiendo informe al gerente de planta de dicha actividad.
- c. **Supervisores** se tiene un supervisor para cada turno o jornada de trabajo. Tienen a su cargo el adiestramiento y control del personal de mantenimiento, elaboran y planifican la programación de asistencia de los mecánicos, y es responsable ante el gerente de mantenimiento.
- d. **Mecánicos** se cuenta con 12 electromecánicos y son los responsables de que la maquinaria se encuentre en óptimas condiciones, y atender las fallas cuando es necesario.
- e. **Contratistas** personal externo contratado para realizar trabajos especiales.

2.2 Descripción del mantenimiento actual de la maquinaria y equipo

2.2.1 Tiempo de mantenimiento actual programado en la maquinaria

Como se mencionó anteriormente, el tiempo de mantenimiento se planea de acuerdo a parámetros fijos y paradas de producción, que son avisadas al departamento de mantenimiento, contando con veinticuatro horas para el mantenimiento de cada línea.

Este mantenimiento también se proporciona antes de comenzar **temporada** (antes de Semana Santa y antes de Navidad) en la cual se cambian cojinetes, chumaceras, accesorios eléctricos, cadenas, etc..

2.2.2 Tiempo muerto o de paro

La gerencia de mantenimiento estipula un tiempo muerto o de paro, que no pase de un promedio de 5 horas, este tiempo es contado desde que se produce la falla, ya que por el tipo de proceso, no puede ser mayor, porque la masa adquiere cualidades que no son requeridas.

2.2.3 Desperdicio

El primer objetivo del departamento de mantenimiento es disminuir el porcentaje de desperdicio debido a paros en la maquinaria, es decir, que el desperdicio sea menor o igual al uno por ciento establecido.

2.3 Descripción de la maquinaria y equipo en análisis

A continuación se describe la maquinaria y equipo utilizadas en la elaboración de los productos:

- a. **Mezcladora de esponjas y bateas** máquina que efectúa el trabajo de mezclar ingredientes y desarrollar la masa que se produce de los mismos. Existen varios tipos entre los que podemos citar, las mezcladoras horizontales, las verticales, espiral, de brazo, etc., las cuales reciben su nombre debido a la posición de las aspas.
- b. **Dough flow** máquina compuesta por un eje sin fin el cual se encarga de batir y hacer bajar la masa uniformemente hacia la divisora.
- c. **Divisora** máquina que se utiliza para dividir la masa en trozos iguales por medio de un pistón de succión en vacío, el cual divide la masa en base al volumen que definirá el tamaño y peso del pan.
- d. **Moldeadora** máquina que consta de una mesa con faja sin fin y una plancha plana colocada en la parte superior, las cuales ejercen presión sobre los trozos de masa divididos y los hacen girar formando bastones y modelándolos o dándoles forma.
- e. **Sistema de harina** sistema encargado de distribuir, de acuerdo a especificaciones, el peso exacto de harina requerida, por el producto a realizar.
- f. **Panshaker** dispositivo que enharina la masa para que ésta no se pegue y sea manejable.

- g. **Panomat** transportador en forma de guacales, en donde caen los bastones o bolas de masa para ser trasladados a los moldes.
- h. **Caldera** equipo diseñado y construido para generar vapor a presión, el cual es usado en el cuarto de fermentación, el vapor es generado por la aplicación de calor procedente de una fuente externa, sea ésta por combustible (caldera de kerosén) o electricidad, (caldera eléctrica) al agua contenida dentro de la caldera.
- i. **Proofer o cuarto de fermentación** cámara cerrada en la cual los moldes con masa, son ingresados a un ambiente de temperatura y humedad controlada, la cual se logra mediante la inyección de vapor de agua. Estas condiciones estimulan a la levadura para acelerar el proceso de fermentación produciendo: dióxido de carbono, ácidos, oxígeno y alcoholes, los cuales darán sabor y forma a la masa, llenándola de aire y haciéndola crecer, según los límites del molde.
- j. **Semilladora** máquina que efectúa el proceso de semillado, en tres partes:
 - Cortadores líquidos: dispositivos que por medio de boquillas ajustables, logran hacer cortes a determinada profundidad mediante la inyección de líquidos a presión sobre la masa al finalizar el proceso de fermentación.

- Rociadores de agua: dispositivos que se activan automáticamente al contacto de los moldes y cuya función es depositar partículas de agua en la parte expuesta de la masa y asegurar la adhesión de la semilla de ajonjolí en los panes que así lo requieran.
 - Depositador de ajonjolí: dispositivo que agrega ajonjolí a la masa.
- k. **Horno** máquina donde se lleva a cabo el proceso de cocción de la masa.
- l. **Depanner** sistema compuesto por una faja de ventosas, las cuales liberan el pan de los moldes, que luego es trasladado por medio de fajas al *cooler* o enfriador.
- m. **Cooler o enfriador** máquina que cuenta con una serie de canastas, las cuales recogen el pan en un punto de carga y luego de cumplir con el tiempo estipulado de enfriamiento del pan, lo deposita por medio de un descargador, en el transportador que lo llevará al corte.
- n. **Detector de metales** dispositivo que se encarga, por medio de sensores automatizados, de detectar cualquier tipo de metal en los productos, el cual al ser activado impide el paso del pan.
- o. **Pillow pack ó cortadora de pan** máquina que cuenta con sierras rotatorias las cuales cortan el pan formando un número determinado de rodajas en la hogaza. (barras de pan)
- p. **Empacadora** máquina que se encarga de ingresar por medio de transportadores, la hogaza de pan a su empaque final y sellándolo.

2.4 Diagramas de proceso

2.4.1 Flujograma de las solicitudes de mantenimiento

El mecanismo más indicado para el análisis del procedimiento actual del mantenimiento, es el diagrama de flujo o de operaciones, aún cuando es la representación simbólica de un procedimiento administrativo, o de la prestación de un servicio, señala los pasos fundamentales y hace comprensible las actividades, operaciones, decisiones y ramificación de los procedimientos. Los principales procesos incluidos en un diagrama de flujo o de operaciones son:

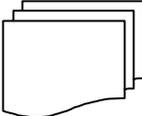
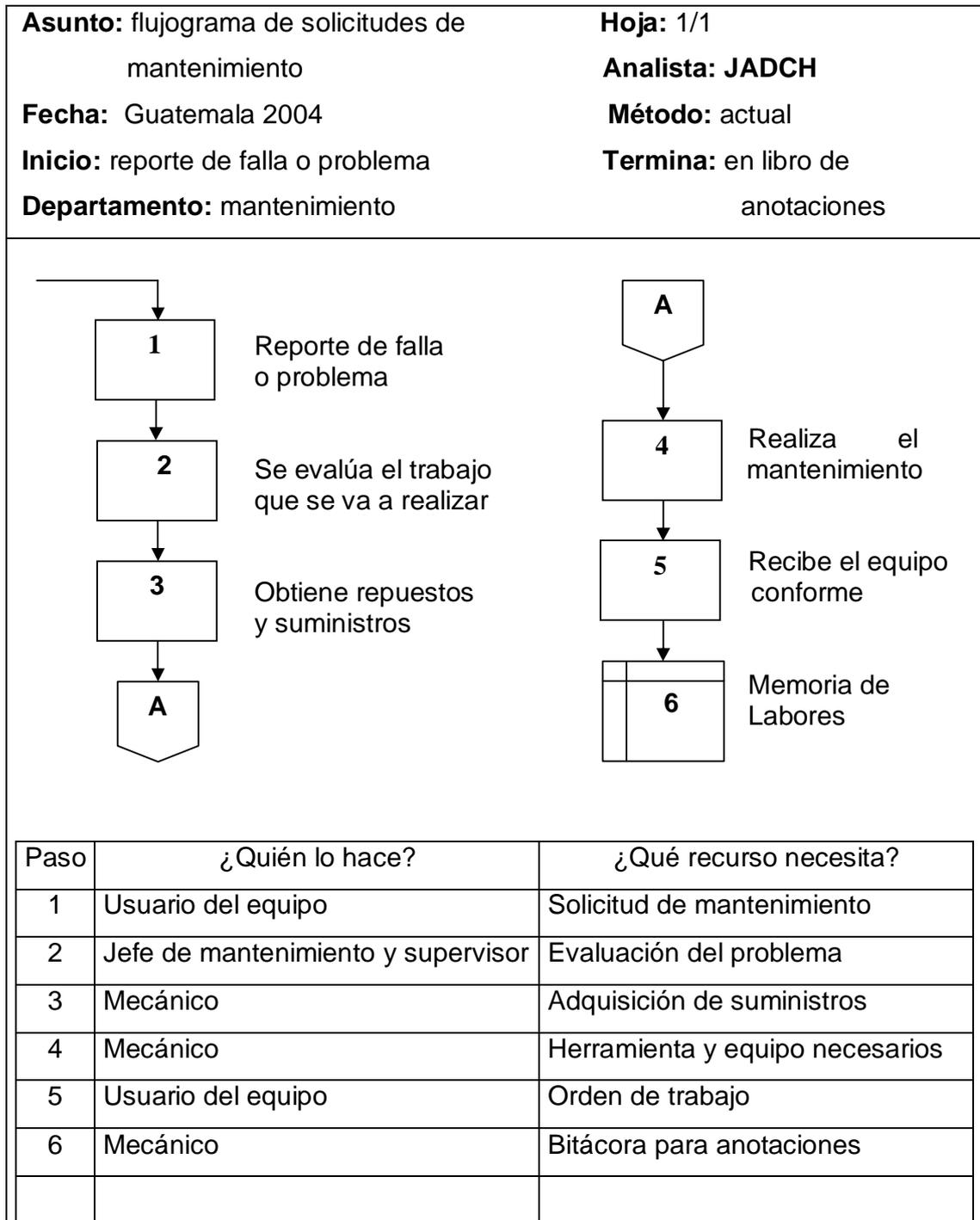
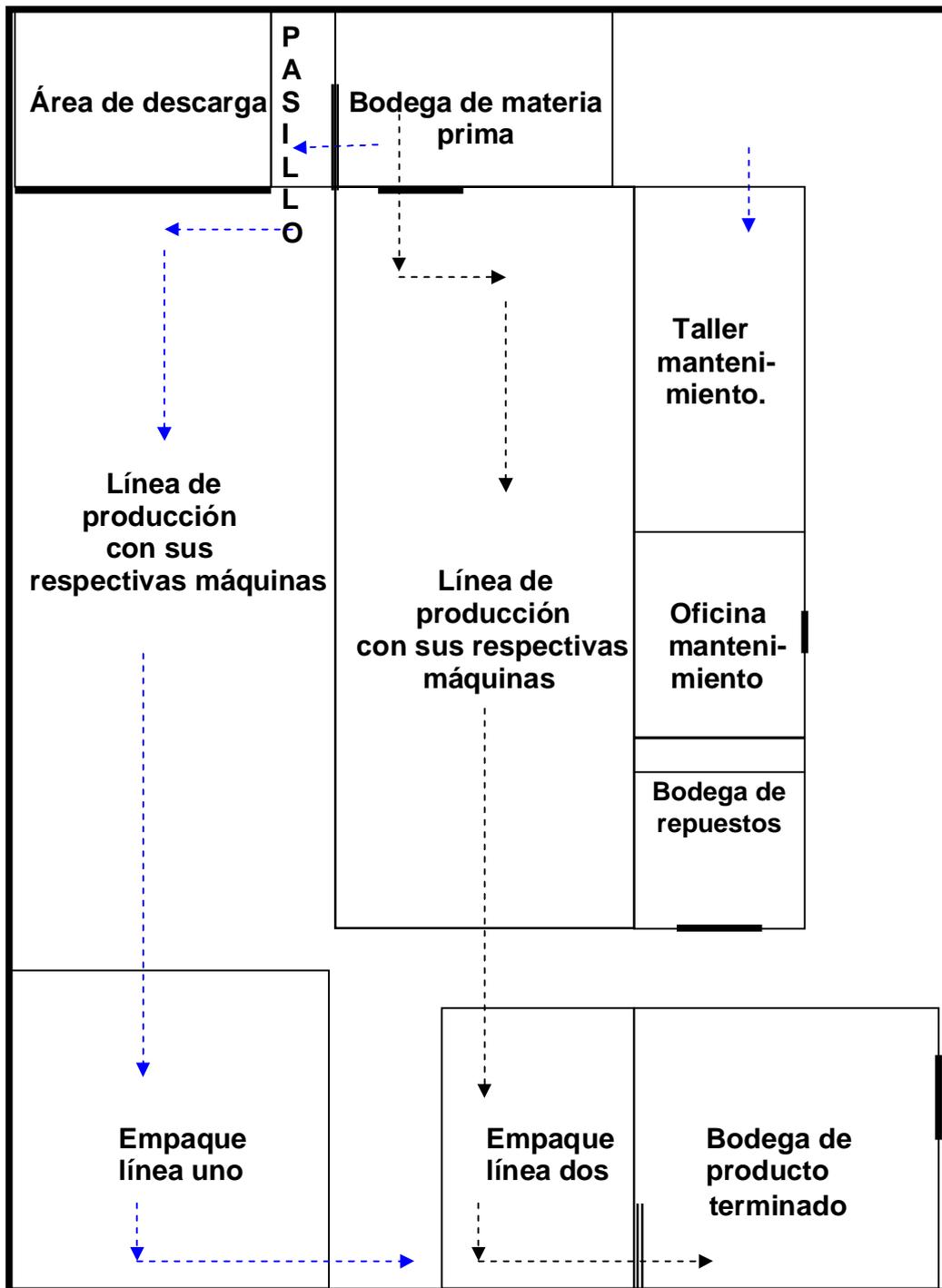
	Símbolo
Operación: se produce o efectúa una manipulación o transformación	
Documento: se utiliza un documento específico	
Documento múltiple: se cuenta con varios documentos	
Datos: se obtienen datos de diferente fuente	
Almacenamiento interno: se almacenan datos al archivo	
Proceso predefinido: se utiliza un proceso previamente definido	

Figura 2. **Flujograma de solicitudes de mantenimiento**



2.4.2 Diagrama de recorrido del proceso

Figura 3. Diagrama de recorrido



2.5 Identificación de los problemas actuales u oportunidades de mejora

En todo proceso a mejorar se debe hacer, como primer paso, un análisis del proceso para tener un estándar con qué comparar las mejoras.

Al analizar el proceso se llega al planteamiento y búsqueda de las soluciones más factibles, que promueven la eliminación de todo tipo de posibles fallas presentes en:

- Inventarios
- Equipos no disponibles por daños o mantenimiento
- Personal dedicado a tareas repetitivas o inoficiosas
- Controles internos innecesarios

2.5.1 Análisis FODA en el departamento de mantenimiento

Con la filosofía de mejorar la calidad eliminando las causas raíces de los problemas en el sistema, se plantea como herramienta el análisis FODA el cual analiza las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en el departamento de mantenimiento.

Fortalezas: son las capacidades especiales con que cuenta la empresa, y por los que posee una posición privilegiada frente a la competencia. Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente, etc.

Oportunidades: son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas.

Debilidades: son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia, recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, etc.

Amenazas: son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar, incluso contra la permanencia de la organización.

Tabla I. **Análisis FODA**

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Mejora continua	Creación de equipos de alto desempeño	Resistencia al cambio	Competencia creciente
Capacidad en la solución de problemas	Participación en la toma de decisiones	Poca participación de los empleados	Nuevos sistemas de inteligencia artificial
Capacitación de empleados	Crecimiento personal y estímulo	Divisiones entre departamentos	Retiro voluntario
Recurso humano capacitado	Crecimiento y desarrollo económico Evaluación de propuestas por parte de empleados	Pasividad, debido a actitudes y políticas de la empresa Sugerencias y propuestas a largo plazo no son tomadas en cuenta	Aumento de salarios debido a políticas económicas Creación de sindicato

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Disponibilidad inmediata ante fallas	Implementación de mantenimiento preventivo	Mantenimiento realizado de acuerdo a programa de producción Cambio de piezas y modificaciones constantes	Maquinaria descontinuada
Bodega de repuestos	Implementación de codificación básica Implementación de sistemas automáticos y programas de computación	No hay bodeguero	Distribuidores y proveedores exclusivos
Asesoramiento internacional	Aplicación de nuevos procedimientos y avances tecnológicos	Sin disponibilidad al presentarse emergencias	Nuevas empresas nacionales e Internacionales en expansión

En el análisis FODA podemos identificar los siguientes problemas, que nos servirán como punto de partida, a aspectos a tomar en cuenta para mejorar:

- Uno de los problemas mayores se da en el cambio de piezas, realizado al darle mantenimiento a las máquinas, ya que no se cuenta con especificaciones, y las modificaciones de emergencia no son avisadas.
- La implementación del mantenimiento planificado y programado es bastante difícil, pues uno de los principales problemas es el factor tiempo, y ya que regularmente los mecánicos se mantienen en reparaciones de tipo correctivo o de falla.
- La maquinaria de acuerdo a cálculos de depreciación, es decir vida útil, ya necesita cambio, debido a tanta modificación, aunque se cambien las piezas en mal estado por nuevas, regularmente funcionan mal.
- Documentación técnica, con una dinámica de uso baja, es decir, que no son utilizados, ya que esta información, la cual es dada por el fabricante, proporciona datos como la vida útil en horas de uso o en meses de funcionamiento.
- Las propuestas a largo plazo no son tomadas en cuenta, porque se tiene la idea de que el sistema actual funciona bien, pero, se podría estar mejor.

2.5.2 Análisis estadístico de maquinaria y equipo

Para tener una idea del comportamiento de fallas en la maquinaria y equipo de la empresa, nos auxiliamos de la media aritmética o promedio, siendo el promedio la medida de tendencia central más importante, debido a la representatividad que posee de los datos de la variable en estudio.

Después de recabar la información de toda la maquinaria, se procede a clasificar los datos de cada máquina por separado.

Se procede a contar el número de días entre fallas (es decir, cada cuándo se descompone la maquinaria), las cuales son arregladas por los mecánicos de turno, y anotadas en un libro (bitácora), sirviendo como referencia a los supervisores del trabajo realizado en el día, y como referencia al siguiente turno para terminar los trabajos que quedaron incompletos.

Los siguientes datos de las sierras cortadoras son obtenidos en trescientos sesenta días, se muestran a continuación en la tabla II:

Tabla II. **No. de días entre un mantenimiento y otro de las sierras cortadoras**

No. de muestra	No. de días entre un mantenimiento y otro
1	29
2	34
3	26
4	38
5	48
6	29
7	35
8	19
9	26
10	30
11	10
12	36

Obteniendo el promedio de la siguiente forma:

$$\text{Promedio} = \frac{29+34+26+38+48+29+35+19+26+30+10+36}{12} = 30 \text{ Días.}$$

Obteniendo de los cálculos para toda la maquinaria y equipo los siguientes resultados:

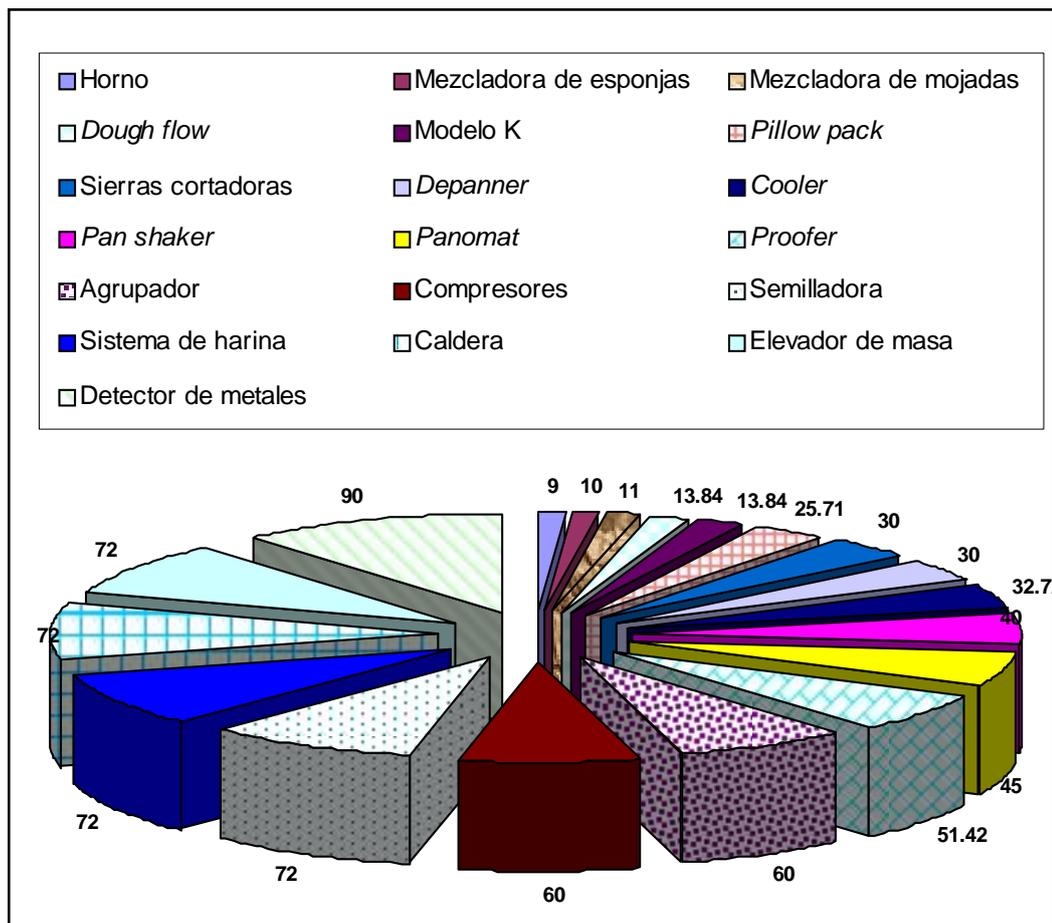
Tabla III. Resultados de maquinaria y equipo

No.	Descripción de maquinaria	No. de días entre un mantenimiento y otro	No. de intervenciones al año
1	Horno	9	40
2	Mezcladora de esponjas	10	36
3	Mezcladora de mojas	11	33
4	<i>Dough flow</i>	13.84	26
5	Modelo K	13.84	26
6	<i>Pillow pack</i>	25.71	14
7	Sierras cortadoras	30	12
8	<i>Depanner</i>	30	12
9	<i>Cooler</i>	32.727	11
10	<i>Pan shaker</i>	40	9
11	<i>Panomat</i>	45	8
12	<i>Proofer</i>	51.42	7
13	Agrupador	60	6
14	Compresores	60	6
15	Semilladora	72	5
16	Sistema de harina	72	5
17	Caldera	72	5
18	Elevador de masa	72	5
19	Detector de metales	90	4

2.5.2.1 Gráfica de pastel

Graficando los datos obtenidos en la Tabla III. Resultados de maquinaria y equipo, se obtiene la figura 4.

Figura 4. No. de días de un mantenimiento a otro



En ésta gráfica se observan los datos agrupados de menor a mayor, es decir la maquinaria y equipo que tiene más fallas tiene un promedio de días menor y la maquinaria que tiene menos fallas tiene un promedio de días mayor ya que entre más fallas por mes o por año tenga la maquinaria será menor el número de días promedio entre un desperfecto y otro.

Por lo que hay que tomar en cuenta, que este promedio nos da el estimado del mantenimiento que se le da a la maquinaria actualmente.

2.5.3 Evaluación de consecuencias

A partir de la evaluación de las consecuencias podemos determinar las **estrategias** más adecuadas al contexto de operación, siendo exigido que no sólo sean técnicamente factibles, sino económicamente viables.

Las consecuencias son clasificadas en cuatro categorías:

2.5.3.1 Fallas ocultas

Son fallas que se dan repentinamente, y no están a la vista. Son causas especiales, impredecibles e inestables, que algunas veces se le llama causa asignable, si se logra establecer cuál fue la causa de la falla.

2.5.3.2 Seguridad y medio ambiente

Una causa común es una fuente de variación inherente al proceso, que solamente puede ser controlada, pero nunca va a desaparecer, y no puede ser eliminada, en este caso, el medio ambiente es una causa común, debido a que el calor excesivo en la planta afecta la salud física y mental de los trabajadores, teniendo como consecuencia, el agotamiento y cansancio de los trabajadores y como resultado una menor producción.

Este clima no afecta únicamente a los trabajadores, si no que también tiene repercusiones en la maquinaria, debido a la humedad que afecta los sensores y componentes eléctricos y demás circuitos que regularmente se disparan y resetean para que sigan su funcionamiento.

2.5.3.3 Operacionales

Este tipo de fallas se presentan debido a los operarios, es decir, errores operacionales, por ejemplo:

Al haber un problema se activa una alarma que indica a los operarios un comportamiento anormal en el equipo (un molde que va mal, una disminución de temperatura etc.), esta alarma al ser apagada, supone que el problema a sido solucionado, pero muchas veces se apaga sin revisar cuál fue la causa que la activó.

Otro factor operacional es la falta de personal que esté encargada de funciones específicas, por lo que es necesario la redefinición de las funciones de cada puesto de trabajo, y explicar a los empleados qué es lo que se espera de ellos.

Estos problemas repercuten en las instalaciones, maquinaria y equipo utilizado en la empresa, resultado de funciones que se atribuyen a otros departamentos, es decir actividades que no se realizan debido a que el departamento X se supone que es tarea del departamento Z y el departamento Z supone que es tarea del departamento Y.

2.5.3.4 No operacionales

Son fallas que se dan a causa del desgaste de las piezas en la maquinaria, las cuales son cambiadas de emergencia, y con un tiempo corto para cambiarlas, debido a que no se puede parar la línea de producción.

Mejora mañana lo que puedas mejorar hoy, pero mejora todos los días



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

3. PROPUESTA DE PROTOTIPO DE MANTENIMIENTO

3.1 Tipo de mantenimiento propuesto

3.1.1 Tipos de mantenimiento

La idea errónea que el mantenimiento de rutina es para prevenir fallos, debe ser descartada, ya que el análisis detallado de una planta industrial promedio, puede arrojar de cinco a diez mil tipos de fallo posibles. Cada uno de estos fallos afecta a la organización de alguna manera. Pueden afectar a las operaciones, la calidad de los productos, servicio al cliente, seguridad o medio ambiente, lo que implica tiempo y dinero para su reparación.

Las consecuencias ejercen influencia en el énfasis con que trataremos de prevenir cada fallo. Si un modo de fallo tiene consecuencias severas, estaremos dispuestos a arbitrar cualquier medida para tratar de prevenirlo.

Si tiene poco o ningún efecto, tal vez decidiremos no tomar ninguna acción preventiva. **El mantenimiento de rutina es para evitar, reducir o eliminar las consecuencias de los fallos.**

- a. **Mantenimiento predictivo o basado en la condición:** consiste en inspeccionar los equipos, a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas. Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial)

- b. Mantenimiento preventivo o basado en el tiempo:** consiste en reacondicionar o sustituir, a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.
- c. Mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas,** consiste en inspeccionar las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas (falla funcional).
- d. Mantenimiento correctivo o a la rotura:** consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo, una vez que han fallado (falla funcional), se presenta de urgencia.
- e. Mantenimiento mejorativo o rediseños,** consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación. Aunque lo hace mantenimiento, no es tarea de mantenimiento.

La visión tradicional del mantenimiento y el diagnóstico industrial está cambiando radicalmente. Hoy en día, el mantenimiento según condición, se está convirtiendo en una poderosa herramienta de productividad, clave para enfrentar la creciente competitividad de mercados irregulares en expansión.

Este cambio es parte de una transformación global que abarca toda la industria.

3.2 Técnica de Investigación utilizada para definir el tipo de mantenimiento propuesto

Luego de analizadas las condiciones que posee la empresa, el mantenimiento se clasifica, enmarcándolo de forma global, en un determinado tipo de mantenimiento, atendiendo a las características de la producción, grado de mecanización y régimen de trabajo.

Por medio del siguiente formato de encuesta (ver tabla V), basado en la diferenciación de la maquinaria y equipo utilizado, se recolectará información necesaria para medir nuestros objetivos del sistema de información a realizar.

3.2.1 Diferenciación de las máquinas

Ésta se basa en establecer una diferencia racional entre los equipos, independientemente de la política global de mantenimiento, aquí se muestra una metodología para seleccionar sistemas de mantenimiento, tomando como base la flexibilidad del mismo.

Lo anterior se hace con la finalidad de obtener una adecuada relación entre productividad y costo de mantenimiento a nivel de máquina, y para este logro se establecen tres categorías de equipos. (categorías A, B y C)

Los criterios se establecen para cada categoría atendiendo a las siguientes preguntas, las cuales se presentan en la tabla IV.

Tabla IV. Criterios y categorías para la evaluación de la maquinaria

Categorías				
No	Criterio	A	B	C
1	Intercambiabilidad	Irreemplazable	Reemplazable	Intercambiable
2	Importancia maquinaria.	Imprescindible	Limitante	Convencional
3	Régimen de operación	Producción continua	Producción de series	Producción alternativa
4	Nivel de utilización	Muy utilizable	Medio Utilizable	Esporádico
5	Precisión	Alta	Mediana	Baja
6	Mantenibilidad	Alta complejidad	Media complejidad	Baja complejidad
7	Conservabilidad	Condiciones específicas	Estar protegido	Condiciones normales
8	Automatización	Muy automático	Semi automático	Mecánico
9	Valor de la máquina	Alto	Medio	Bajo
10	Aprovisionamiento	Malo	Regular	Bueno

Fuente:<http://msm/www.mantenimientomundial.com/metodologiaparaseleccionar sistemas.htm>

Para evaluar la maquinaria y equipo de la empresa con estos criterios, se siguieron los siguientes pasos.

- a. Se clasifica toda la maquinaria de acuerdo a la línea de producción y se sitúa en forma vertical el nombre de las mismas y en el eje horizontal se enumeran los diez criterios descritos anteriormente. (ver formato de evaluación de maquinaria y equipo en la tabla V)
- b. De acuerdo al criterio de cada mecánico y jefes se establece la categoría que se está evaluando y se coloca en la casilla horizontal la letra correspondiente.

Por ejemplo:

En los compresores se evalúan los diez criterios, de la siguiente forma:

- En el criterio de 1 correspondiente a intercambiabilidad existen 3 categorías:

A	B	C
Irreemplazable	Reemplazable	Intercambiable

Por lo que se escoge la opción **Í CÍ** que es intercambiable, la cual se anota en el número correspondiente a cada criterio (número 1) en la casilla horizontal.

En el siguiente criterio (número 2) el cual se identifica como importancia maquinaria se escoge la opción **ÍAÍ** la cual se anota en la casilla correspondiente.

A	B	C
Imprescindible	Limitante	Convencional

Hasta llevar al último criterio que es aprovisionamiento.

- Se realiza la misma operación a cada maquina y equipo, aplicando cada uno de los diez criterios.
- La casilla que se acepta toma el valor de uno (1) y cero (0) las otras; de está forma al valorarse los 10 criterios, la categoría seleccionada será la que alcance mayor puntuación.
- Se recopila la información para obtener resultados.

- f. Si hay diferentes criterios personales, por ejemplo que en la maquina 1 se den diferentes resultados A, B o C, se toma el criterio que predomine.
- g. Al obtener los resultados individuales (aquí se tomaron en cuenta la opinión de 10 mecánicos) de igual forma, se toma el criterio que predomine para obtener el resultado final. Ver tabla VI formato de resultados.

Tabla V. **Formato de evaluación de maquinaria y equipo**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Resultados individuales
Compresores	C	C	C	A	B	B	C	B	B	B	B
Sistema de harina	C	B	B	A	B	C	C	C	B	C	C
Mezcladora de esponjas	A	B	A	A	C	B	C	B	A	A	A
Mezcladora de mojas	A	B	A	A	C	B	C	B	A	A	A
Elevador de masa y bateas	A	B	A	A	B	C	C	C	B	B	B
<i>Dough flow</i>	A	A	A	A	A	B	C	B	B	A	A
Modelo K	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A
<i>Panomat</i>	A	A	A	A	B	B	C	C	C	B	A
<i>Pan shaker</i>	A	A	A	A	B	B	A	B	C	B	A
<i>Proofer</i>	A	A	A	A	B	B	A	A	A	C	A
Semilladora	B	A	B	B	B	B	B	A	B	B	B
Horno	A	A	A	A	B	A	A	A	A	B	A
<i>Depanner</i>	B	C	A	A	C	C	C	C	B	C	C
<i>Cooler</i>	B	C	A	A	C	C	C	C	B	A	C
Detector de metales	A	A	B	A	B	B	C	B	A	B	B
Sierras cortadoras	C	B	B	B	A	B	C	A	B	C	B
Agrupador	B	B	A	A	B	C	C	B	B	C	B
<i>Pillow pack</i>	A	A	A	A	B	A	B	A	A	B	A

3.2.2 Resultados de la diferenciación de maquinaria

A través de la recopilación de datos, y tomando en cuenta la opinión de los mecánicos del área de mantenimiento, se puede observar en la columna izquierda la opinión individual, y en el eje horizontal la calificación obtenida por cada equipo o maquinaria, obteniendo así el resultado final; tabla VI.

Tabla VI. **Tabla de resultados generales**

Opinión	No. de maquinaria																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Mecánico1	C	C	A	A	C	A	A	B	B	A	C	A	C	B	C	B	C	B
Mecánico2	B	C	A	A	B	A	A	A	B	B	B	A	C	C	B	A	B	B
Mecánico3	B	C	B	B	B	A	A	C	B	A	C	A	C	C	B	B	C	A
Mecánico4	B	C	A	B	B	A	A	A	A	A	C	A	C	C	A	B	B	A
Mecánico5	C	C	B	C	B	A	A	A	A	A	C	A	C	C	A	B	B	A
Mecánico6	B	B	A	A	B	A	A	C	A	B	B	A	C	B	A	C	C	A
Mecánico7	B	C	B	C	B	A	A	A	B	A	B	A	C	B	B	B	C	A
Mecánico8	B	C	B	B	C	A	A	B	A	A	B	A	C	C	C	C	B	A
Mecánico9	B	C	C	C	C	A	A	A	B	A	B	A	C	C	B	A	B	B
Mecánico10	B	C	A	A	C	A	A	B	A	A	B	A	B	C	B	B	B	A
Resultado	B	C	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	C	C	B	B	B	A

Por ejemplo:

El mecánico 1 opinó que los compresores tienen la categoría C por lo que se anota en la casilla uno que corresponde a los compresores.

Opinó que el sistema de harina tiene la categoría C por lo que se anota en la casilla 2 la cual corresponde al sistema de harina y así sucesivamente hasta llegar a la maquina *pillow pack* que ocupa la casilla 18.

Al obtener el resultado de los diez mecánicos, en la casilla vertical, en la cual se tiene el número correspondiente a cada maquina, se toma el criterio que predomine.

Tabla VII. **Resultados finales de la maquinaria y equipo**

No.	Nombre	Categoría
1	Compresores	B
2	Sistema de harina	C
3	Mezcladora de esponjas	A
4	Mezcladora de mojas	A
5	Elevador de masa Y bateas	B
6	<i>Dough flow</i>	A
7	Modelo K	A
8	<i>Panomat</i>	A
9	<i>Pan shaker</i>	A
10	<i>Proofer</i>	A
11	Semilladora	B
12	Horno	A
13	<i>Depanner</i>	C
14	<i>Cooler</i>	C
15	Detector de metales	B
16	Sierras cortadoras	B
17	Agrupador	B
18	<i>Pillow pack</i>	A

3.2.3 Descripción de categorías

Categoría A:

Objetivo: lograr la máxima productividad del equipo.

Se recomienda:

- a. Máxima utilización del mantenimiento predictivo, siempre que se cuente con equipos y personal para ello.
- b. Amplia utilización del mantenimiento preventivo con periodicidad frecuente, para reducir posibilidad de fallo.
- c. Uso del mantenimiento correctivo como vía para reducir el tiempo medio de rotura.

Resultados de categoría A

Después de analizar los datos obtenidos podemos ubicar en esta categoría la siguiente maquinaria y equipo:

- Horno
- *Pillow pack*
- Mezcladora de esponjas
- Mezcladora de mojas
- *Dough flow*
- Modelo K
- *Panomat*
- *Pan shaker*
- *Proofer*

Categoría B

Objetivo: reducir los costos de mantenimiento sin que ésto implique una catástrofe.

Se recomienda:

- a. Poca utilización del mantenimiento predictivo.
- b. Empleo de cálculos técnicos estadísticos para el mantenimiento preventivo.
- c. Empleo del mantenimiento correctivo, sólo en la ocurrencia aleatoria de fallos.

Resultados de categoría B

A esta categoría pertenece la siguiente maquinaria y equipo

- Compresores
- Elevador de masa y bateas
- Semilladora
- Sierras cortadoras
- Agrupador
- Detector de metales

Categoría C

Objetivo: reducir al mínimo los costos de mantenimiento.

Se recomienda:

- a. Mantenimiento predictivo anulado
- b. Mantenimiento preventivo sólo el que indique el fabricante
- c. Mantenimiento correctivo a la ocurrencia de fallos

Resultados de categoría C.

- Sistema de harina
- *Depanner*
- *Cooler*

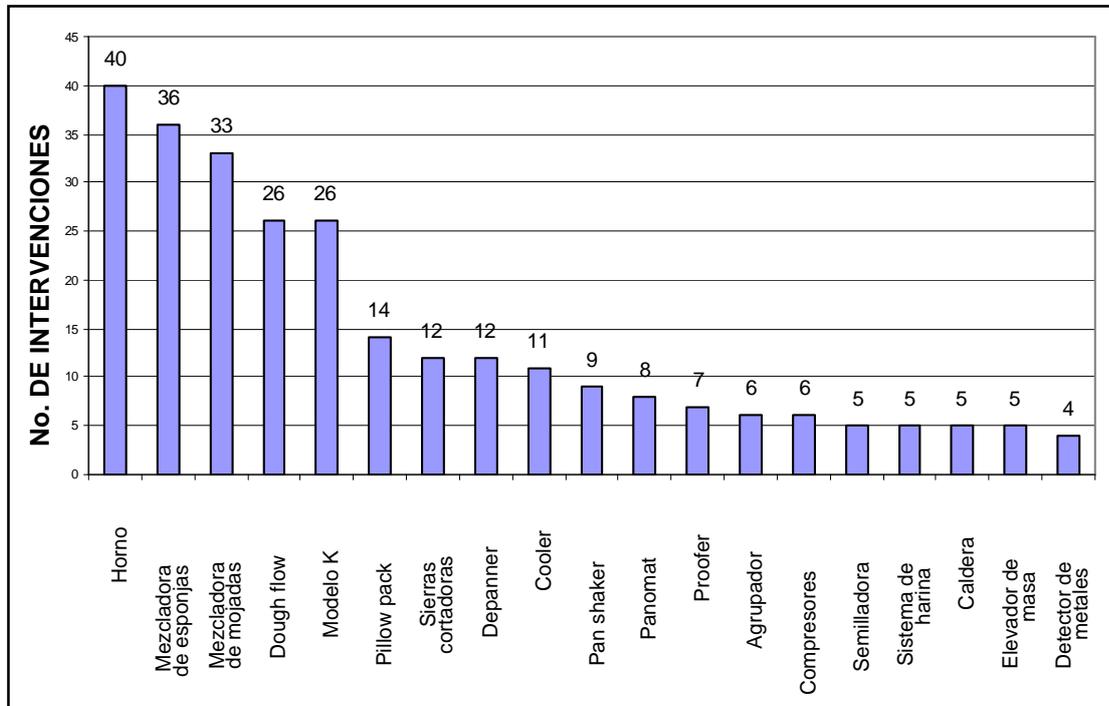
Los resultados de la diferenciación de maquinaria con los resultados estadísticos, muestran una tendencia similar en cuanto a maquinaria y equipo, por lo que debemos priorizar el mantenimiento a esta maquinaria.

3.2.4 Gráfica de Pareto

A continuación se muestra en la figura 5, una Gráfica de Pareto, en la cual se toma en cuenta la fallas promedio, por lo que nos podemos dar cuenta que el horno, la mezcladora de mojas, la *pillow pack*, el *dough flow* y la modelo K, ocupan los primeros lugares en fallas.

Generalmente, obtendremos mejoras representativas, trabajando sobre los problemas representados por las barras más grandes que sobre los representados por las barras más pequeñas.

Figura 5. Gráfica de Pareto



Por lo que tenemos que tomar muy en cuenta los siguientes detalles, y **aspectos básicos** para cumplir con los objetivos.

- **Limpieza detallada de los componentes**
- **Lubricación**
- **Prácticas de operación**
- **Ajustes sobre la marcha**
- **Estándares de alineaciones**
- **Mantenimiento y tiempo de compostura**
- **Causa raíz, análisis y acciones para diseñar el mantenimiento**

Repetidamente, los elementos esenciales listados son poco practicados como se dijo anteriormente. Sin embargo, no siempre lo reconocemos.

Los aspectos básicos también sirven para evaluar el equipo y es buena idea en cuanto a objetivos.

3.3 Sistema automático para el control de inventario de repuestos

La implementación de los sistemas de información para la gestión de activos es una nueva herramienta que contribuye con la optimización de las tareas de mantenimiento en plantas industriales, ha sido hoy en día, una de las razones para que las empresas realicen investigaciones en el mejoramiento continuo de sus instalaciones, y garantizar así la continuidad operativa de los procesos, buscando el costo beneficio de la inversión.

Muchas empresas están revisando sus organizaciones y procesos, lo que implica acabar con estructuras tradicionales en busca de mayor productividad y definitivamente la reducción de los costos por mantenimiento.

Razón por la cual se propone crear una **base de datos**, para tener un mejor control en el inventario de repuestos y manejar un sistema más confiable, permitiéndole, a las personas que interactúan con este departamento, agilizar sus funciones ahorrando tiempo, implementando mayor seguridad y confiabilidad.

3.3.1 Descripción del diseño preliminar de base de datos

Se ha podido determinar que en la empresa, existen muchas áreas que tienen la necesidad de ser controladas por medio de una base de datos, sin embargo, se ha decidido realizar el proyecto únicamente en el área de mantenimiento, específicamente en la bodega de repuestos.

3.3.2 Análisis económico

Se presentan dos opciones para la implementación de la base de datos:

Opción A: consiste en la adquisición de una impresora térmica; para la impresión de etiquetas, un escáner o lector de código de barras y su respectivo *software*, tomando en cuenta el costo de instalación y capacitación.

Tabla VIII. Costo de sistema y equipo de opción A

No.	Nombre	Precio	Total
1	Software	Q 1,345.00	Q 1,345.00
1	Impresora térmica	Q18,000.00	Q 18,000.00
1	Sistema de escáner o lector	Q 5,233.12.	Q 5,233.12
Costo total del sistema			Q 24,578.12

Si no se utiliza la impresora térmica el costo es de Q 6,578.12

Tabla IX. Costo instalación opción A

No.	Servicio	Precio	Total
1	Costo de instalación	Q 1,500.00	Q 1,500.00
2	Capacitación y asesoría	Q 1,500.00	Q 1,500.00
Costo total de instalación			Q 3,000.00

El capital requerido será de Q 27,578.12.

Nota: Sin contar con la adquisición de la impresora térmica el costo será de Q 9,578.12 más el costo de cada etiqueta impresa.

Opción B: consiste en la adquisición de una impresora térmica, el lector, y el desarrollo del *software* contando con manual del usuario y manual técnico.

Tabla X. **Costo sistema y equipo opción B**

No.	Nombre maquinaria	Precio	Total
1	Impresora térmica	Q 18,000.00	Q 18,000.00
1	Sistema de escáner o lector	Q 5,233.12	Q 5,233.12
Costo total del sistema			Q 23,233.12

Si no se utiliza la impresora térmica el costo es de Q 5,233.12

Tabla XI. **Costo instalación opción B**

No.	Servicio	Precio	Total
1	Desarrollo de <i>software</i>	Q 3,500.00	Q 3,500.00
Costo total de instalación			Q 3,500.00

El capital requerido será de Q 26,733.12

NOTA: Sin contar con la adquisición de la impresora térmica el costo será de Q 8,733.12

Si no se adquiere la impresora térmica tendríamos la opción de utilizar una impresora de burbuja.

Los rubros analizados al utilizar la impresora de burbuja son presentados en la tabla XII:

Tabla XII. Rubros analizados para la impresión de etiquetas

Material	Cantidad	Precio	Total
Tinta	5 cartuchos	Q100.00 c/unid.	Q 500.00
Papel adhesivo	2000 pliegos.	Q.1.00 c/pliego	Q 2,000.00
Costo de producción por unidad			Q 0.07 c/u.

De cada pliego obtenemos 20 etiquetas. Por lo que con 2,000 pliegos obtenemos 40,000 etiquetas. Teniendo una aproximación mensual de 10,000 repuestos por mes, en un año gastaríamos:

$$10,000 \frac{\text{etiquetas}}{\text{mes}} * (Q 0.07 \text{ c/u}) *(12 \text{ meses})= Q. 8,400$$

En dos años y dos meses aproximadamente el costo de la impresora de burbuja rebasaría el costo de la impresora térmica, por lo que se recomienda la compra de la impresora térmica, ya que su costo sería una inversión que traería menores costos por etiqueta en el futuro.

Al analizar las dos opciones, podemos observar que obtenemos mayor beneficio, eligiendo la opción B, debido a que tiene un menor costo, y se obtienen mayores beneficios, debido a que el programador, desarrollaría el programa de acuerdo a las necesidades específicas de la empresa, contando con el manual técnico y el manual del usuario, para todos aquellos que quieran aprender a utilizar el nuevo sistema.

3.3.3 Código de repuestos

En el departamento de mantenimiento, específicamente en lo que es la bodega de repuestos, se seguirán los siguientes pasos para implementar la codificación de repuestos:

3.3.3.1 Codificación de repuestos

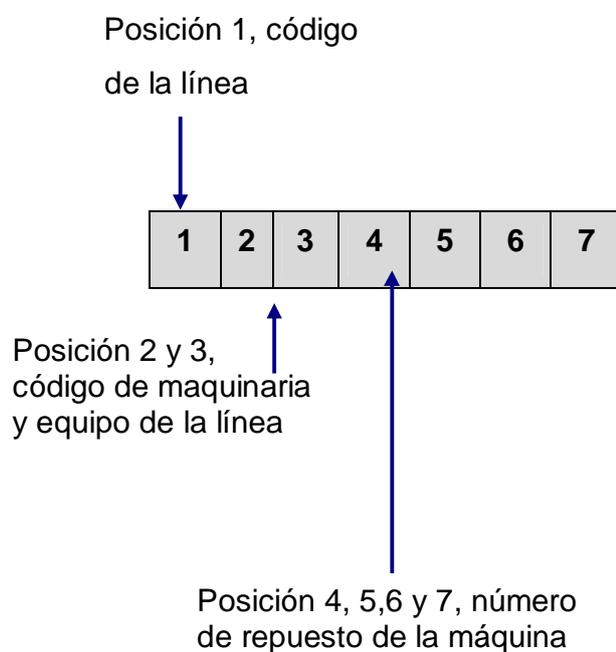
Para la realización de este paso, en lo que es la implementación de la codificación, se hará lo siguiente:

Se les asignará a los repuestos códigos de la siguiente forma:

- a. Se utilizará un código, que contiene siete posiciones (o dependiendo de la cantidad de repuestos más casillas), dichas posiciones tendrán letras y números asignados, los cuales tendrán un significado respecto a la posición que ocupen. El diagrama de lo que representa cada posición en el código se observa en la figura 6.
- b. La posición uno representará la línea a la cual pertenece el repuesto, el orden de la asignación de códigos para la maquinaria y equipo se hará de una manera arbitraria.
- c. La posición dos y tres representará el número de la maquinaria y equipo (mezcladoras, cortadoras, calderas, compresores, etc.)

- d. La posición cuatro, cinco, seis y siete representan el número de repuesto de la máquina, se le asignan cuatro o más posiciones ya que cada máquina lleva una cantidad considerable de repuestos, tomando en cuenta para estas posiciones, la descripción y el número de pieza que viene en los catálogos de la maquinaria.

Figura 6. **Posición de letras y números de código de repuestos**



- e. Se agruparán y ordenarán los repuestos de acuerdo a la máquina a la cual pertenezcan, en cada estantería los repuestos que sean iguales se juntarán y empacarán en bolsas plásticas destinadas para el efecto, y en estanterías se agruparán y ordenarán los repuestos grandes de acuerdo a la máquina a la que pertenezcan.

- f. Se le dará a cada repuesto su respectivo código de identificación, en el caso de los repuestos agrupados en bolsas plásticas serán identificadas con el código asignado al repuesto que contenga, y éstos serán identificados con su respectivo código para que en el caso que la bolsa se rompa o se renovara por el uso, no exista confusión con respecto a cuál es el código del repuesto.
- g. Cuando se tengan debidamente agrupados e identificados los repuestos se procederá al respectivo conteo físico de estos para después ingresar las existencias al programa, y crear el respectivo código de barra.

3.3.3.2 Código de maquinaria y equipo

La asignación de códigos para las 2 líneas que componen las diferentes áreas, se hará de la siguiente manera:

Línea	Letra asignada
Línea 1	H
Línea 2	V

En la línea 1, que tiene asignado el código "H", se tienen las siguientes máquinas, a las cuales se les asignaron los siguientes códigos:

Tabla XIII. Código línea 1 = H-00-00000

No.	Descripción de maquinaria	Código
1	Compresor Quincy 50 HP	H-01
2	Compresor Comp-Air 50 HP	H-02
3	Generador eléctrico No. 2	H-03
4	Sistema de gas propano	H-04
5	Sistema de harina	H-05
6	Mezcladora de esponjas	H-06
7	Mezcladora de mojas	H-07
8	Elevador de bateas	H-08
9	Elevador de masa	H-09
10	<i>Dough flow</i>	H-10
11	Modelo K	H-11
12	<i>Panomat</i>	H-12
13	<i>Pan shaker</i>	H-13
14	Transportadores (C1, C2... Cn)	H-14
15	<i>Proofer</i>	H-15
16	Semilladora	H-16
17	Horno	H-17
18	<i>Depanner</i>	H-18
19	Transportadores (T1, T2... Tn)	H-19
20	<i>Cooler</i>	H-20
21	Detector de metales	H-21
22	Agrupador	H-22
23	Sierras cortadoras	H-23
24	<i>Pillow pack</i>	H-24
25	Encajilladora	H-25

Tabla XIV. Código línea 2 = V-00-00000

DESCRIPCIÓN MAQ. Y EQUIPO	CODIGO
Centrífuga	V-01
<i>Forker</i>	V-02
Detector de metales	V-03
Transportadores (V1, V2... Vn)	V-04
Cortadora de <i>Hot dog</i>	V-05
Cortadora de hamburguesa	V-06
Mesa de empaque	V-07
Desvío de <i>muffin</i>	V-08
Desvío de variedad	V-09

Por ejemplo

Para la asignación de los códigos para los repuestos de la máquina *Pillow pack*, que tiene asignado el código H-24, se hará de la siguiente forma:

Cabezal de sellado	H-24001
Hules de sellado	H-24002
Cuchillas de corte	H-24003
Disco de tensión de sierra	H-24004
Guías de metal estabilizadoras de sierras	H-24005
Base de guías estabilizadoras	H-24006
Y así sigue la lista sucesiva de repuestos...	H-24999

O bien como se menciona anteriormente, tomando en cuenta el número de pieza que trae en el catálogo.

Entonces se tiene que para el código H-24001, este repuesto pertenece a la línea 1 %H+, el cual es de la máquina 24 la cual es la *Pillow pack*, y es el repuesto 001 que es un cabezal de sellado.

Luego de tener asignados los códigos de los repuestos de las máquinas, proceder al conteo de los mismos y después la información recopilada ingresar los datos al programa en forma automática a través del sistema de *scanner*.

3.4 Beneficios de la propuesta de mantenimiento

Con este proyecto buscaremos satisfacer y mejorar el sistema que se está utilizando en la empresa con herramientas orientadas hacia el mejoramiento continuo.

Al implementar la propuesta de mantenimiento se asegura que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas, por ejemplo:

- Mejor inversión de tiempo en actividades de mantenimiento que agregan valor.
- Disminución del tiempo perdido en reparaciones por falla, lográndolo a través del análisis del proceso y eliminando las actividades que no agregan valor.
- Cumplimiento de todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- Asegurando la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada.
- Control y seguimiento (análisis y retroalimentación de resultados.)

Brindándonos los resultados positivos, de menores costos, con el que se puede:

- Bajar precios a los clientes
- Mejorar utilidades de la empresa y empleados
- Mejorar el tiempo de vida de los activos
- Todas las anteriores a la vez

Por otra parte, agilizar el proceso y el tiempo de respuesta, ante cualquier falla, mediante el conocimiento de procedimientos y control de existencia de repuestos y materiales, es nuestra meta.

Ya que el mejoramiento puede comenzar, estableciendo una mentalidad para vencer la resistencia al cambio, hasta llegar a la utilización de la tecnología más avanzada, el sistema automático para el control del inventario en la bodega de repuestos, representará grandes ventajas, por ejemplo:



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- La información reduciría costos ocultos y aumentaría la productividad. Ya que sabiendo qué repuestos hay en existencia o si se están acabando podemos hacer un pedido con suficiente tiempo de anticipación.
- Grabar todos los movimientos, entradas y salidas.
- Conocer permanentemente, el estado del *stock* (inventario permanente).

Y, el beneficio más importante, la participación del personal de mantenimiento; involucrándolos y comprometiéndolos en acciones de mejora, enseñándoles a elaborar e interpretar herramientas estadísticas y administrativas para que, ellos mismos puedan llevar un control, e identifiquen posibles oportunidades de mejora, que se pueden solucionar.

Ya que de algún modo ésto beneficia a la empresa y facilita las labores dentro de la misma, influyendo en el aumento de los ingresos, y sobre todo aprender del cambio a realizar.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Proceso administrativo en el departamento de mantenimiento

La implementación se llevara a cabo cumpliendo y desarrollando funciones administrativas básicas que se detallan a continuación.

4.1.1 Funciones administrativas

4.1.1.1 Planeación

Definición de objetivos y propuesta de medios para alcanzarlos.

Para proceder efectivamente a la mejora continua, hay que fijar nuevos objetivos que mejoren los resultados anteriores de la organización. Basándose en anteriores resultados, los datos y la experiencia, este es el método para establecer la mejora continua.

Por tal razón, la implementación de la propuesta de mantenimiento se plantea a mediano plazo, siguiendo pasos esenciales como lo es la capacitación, procedimientos establecidos, y la creación de un manual de mantenimiento para cada equipo y maquinaria.

Las herramientas que se van a utilizar son:

- Políticas
- Procedimientos
- Estrategias

Políticas: hacer las cosas bien desde la primera vez.

Procedimientos: estos permiten cumplir con las metas y no son más que secuencias de las operaciones y métodos.

Estrategias

La calidad total como estrategia

La calidad total es una estrategia que busca garantizar, **a largo plazo**, la supervivencia, el crecimiento y la rentabilidad de una organización optimizando su competitividad, ésto se logra con la participación activa de todo el personal (gerente de planta, gerente de mantenimiento, operarios, supervisores y mecánicos), bajo nuevos estilos de liderazgo.

Para adoptar con éxito esta estrategia, es necesario que la organización ponga en práctica un proceso de mejoramiento permanente.

4.1.1.2 Organización

Función administrativa que consiste en crear una estructura de relaciones, que permita a los empleados ejecutar los planes de la dirección y cumplir con los objetivos.

4.1.1.3 Dirección

Función administrativa de comunicación a los demás y motivación a fin de lograr el desempeño de las tareas necesarias para el cumplimiento de los objetivos de la organización.

Esto se logrará:

- Facultando a los trabajadores para que tomen decisiones y se comparta la responsabilidad, compartiendo información con los trabajadores y creando una autonomía en cada puesto de trabajo.
- Organización de equipos autodirigidos de trabajo, para la creación de proyectos de mejoramiento en los sistemas y maquinaria, los cuales estarán integrados por los distintos departamentos, orientados siempre hacia la mejora continua. Con esto se les dará participación a los empleados en la toma de decisiones de la empresa, y se fomentará el trabajo en equipo.
- Reconocimiento. Publicar en boletines internos de la empresa, las mejoras de los distintos departamentos, a manera que los trabajadores reciban reconocimiento por sus esfuerzos.
- Creando incentivos para motivar y generar un alto grado de interés y participación.

4.1.1.4 Inspección

Proceso mediante el cual una persona, grupo u organización vigila conscientemente el desempeño y emprende acciones correctivas.

En toda empresa puede haber una perfecta organización, una perfecta planeación, pero si no existe un control o inspección para medir y comparar los resultados de los objetivos y metas planeadas no nos sirve de mucho.

Ya que las cosas no se pueden mejorar, si no se pueden medir

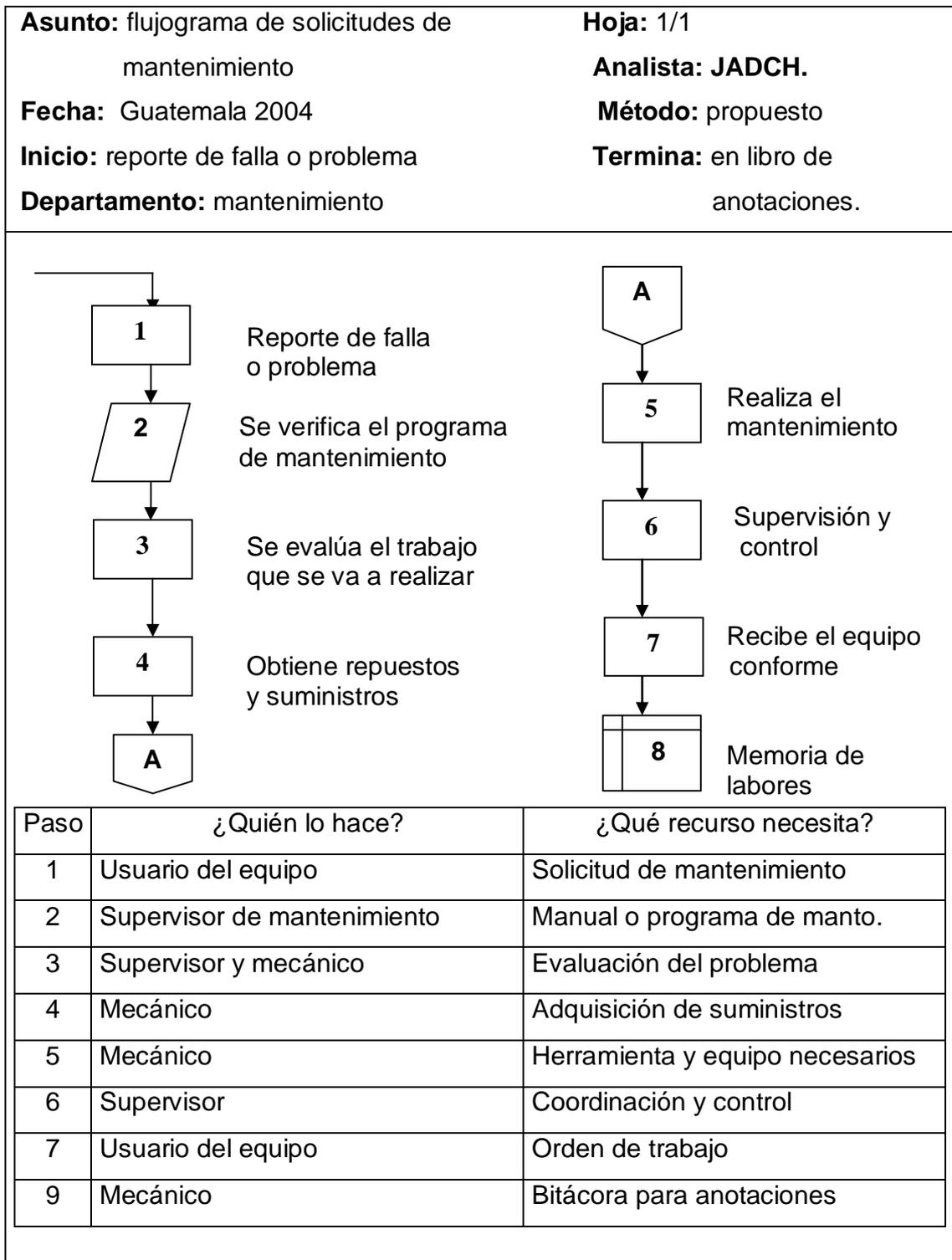
Por tal motivo la ficha técnica nos servirá para medir, controlar y evaluar el mantenimiento realizado a la maquinaria.

4.2 Capacitación

Todo elemento de una organización busca y necesita progresar, por lo que se persigue dar capacitación, adiestramiento y formación al personal en forma continua, por tal motivo al personal del departamento de mantenimiento debe seguirseles incentivando, ya que mediante la implicación y la mejora continua los miembros de la organización pueden afrontar los cambios en la organización, y mejorar la técnica en el desarrollo de sus tareas.

La figura 7 nos servirá para capacitar a los involucrados en el nuevo proceso propuesto.

Figura 7. **Flujograma propuesto de solicitudes de mantenimiento**



4.3 Procedimientos

4.3.1 Ficha técnica y registro de la maquinaria y equipo

Definidas las estrategias, entre las partes tomamos como punto de partida la creación del inventario, registro e historial de la maquinaria y equipo de toda la maquinaria utilizada por la empresa, a través de la creación de una **ficha técnica**.

La ficha técnica nos ayudará a evitar dificultades que se podrían presentar en la asignación de factores de servicio en la maquinaria, con esto se establecerá un control (estadístico) y se tendrán altas ventajas a la hora de planear el mantenimiento a la maquinaria y equipo.

Una idea para iniciar la realización de la ficha técnica, es utilizar los manuales del fabricante, y a falta de éstos recabar la información existente de una manera ordenada.

A modo de ejemplo se señala el contenido que incluye la parte referente a inventario y registro de equipos, o sea cual es la documentación técnica necesaria para mantenimiento:

Registro completo de equipo con datos del proveedor, datos de compra y datos técnicos parametrizados del mismo. (ver figura 8)

- Dibujos y planos especificando materiales y tolerancias
- Medidas e instrucciones de mantenimiento predictivo y preventivo
- Instrucciones de mantenimiento correctivo
- Programas lógicos de búsqueda de fallas

Figura 8. Anverso de ficha técnica para el registro de la maquinaria

Ficha técnica							
Identificación del equipo							
1.Nombre de la maquinaria o equipo:				Modelo K			
2.Código	H	11		-	H	11	
3.Características específicas: Utilizada para la producción de pan							
4.Marca: Sensor			5.Modelo: K 27A			6.Tipo: Autom.	
7.Número de serie: 82A-398 3B 80					8.Año fabricación: 1975		
8.Características eléctricas	Voltaje: 220		Amperaje: 220		Potencia: 150HP		
	Ciclo: 10		Fases: 4				
9.Características mecánicas	Agua	No	Vapor	No	Aire	Si	
	Caudal	0	Presión:	0	Presión:	275 psi	
10.Capacidad: 24 docenas por hora							
Documentación técnica							
1.Manual de mantenimiento: Si			2.Manual de operación: Por fabricante				
3.No. de catalogo de partes: Si			4.Código: H-11catalogo				
Datos de funcionamiento							
1.Estado de funcionamiento: Funcionamiento actual normal							
2.No. motores: 4		3.Ciclos: 10			4.R.P.M: 3800		
 RESPONSABLE				Guatemala, septiembre 2004			
				LUGAR Y FECHA			
Observaciones: Equipo de inspección computarizado, transmisión por banda con tensionamiento automático para flexibilidad de presión.							

4.4 Manual de mantenimiento

A continuación se da el prototipo del manual de mantenimiento aplicado a toda la maquinaria y equipo de la empresa, poniendo como ejemplo a los compresores.

4.4.1 Instrucciones de servicio

Antes de poner en marcha el compresor se debe realizar una inspección visual del interior comprobando que no hay personas ni objetos extraños. Se inspeccionarán, en particular, las compuertas de entrada de aire y las mangueras en buen estado.

La puesta en servicio se realizará pulsando el interruptor de arranque situado en el cuadro eléctrico.

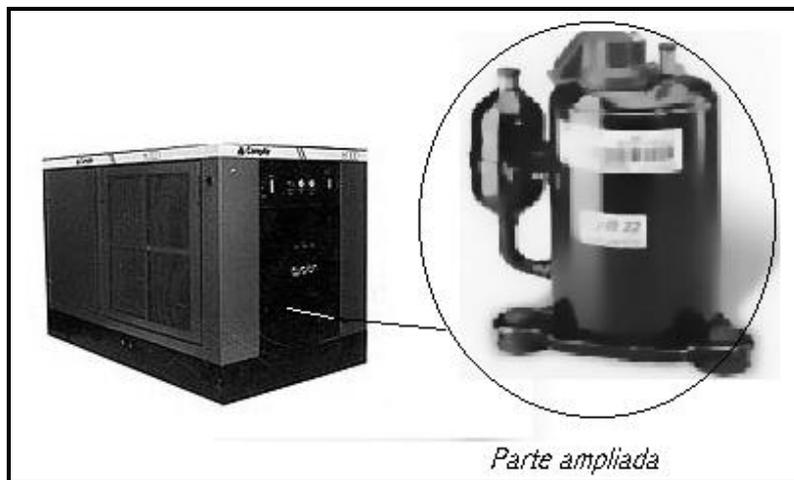
4.4.2. Instrucciones de mantenimiento

4.4.2.1 Compresores

Se recomienda realizar una limpieza de los filtros del depurador, el cual se encarga de limpiar todas las impurezas que lleve aire que ingresa a la cámara de compresión de los compresores.

La frecuencia con que se realiza esta limpieza depende del ambiente en el cual las máquinas compresoras trabajan, y siendo ésta una empresa donde se produce una cantidad considerable de polvo o harina que tiene que ser absorbido por los compresores, se recomienda realizar la limpieza cada tres días, ya que al dejar que estos filtros se saturen, la eficiencia del compresor puede disminuir considerablemente.

Figura 10. **Compresor 50 HP**



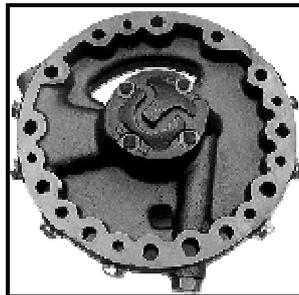
Trimestralmente, se debe de realizar una limpieza y chequeo general de los compresores.

El mantenimiento, consiste en limpiar exteriormente el compresor, retirar las tapas protectoras, soplear tanto el intercambiador de calor (radiador) del aceite como su ventilador, soplear el motor principal de los tornillos compresores y el motor del ventilador, revisar la carcasa donde se alojan los tornillos compresores al igual que la carcasa de los motores principal y del ventilador, en busca de fisuras, corrosión o desgaste que puedan afectar el funcionamiento del compresor.

Se debe revisar el estado de los engranes de transmisión de los tornillos, en busca de desgastes o fracturas en los dientes de los mismos, las cuales podrían afectar los niveles de vibración del compresor, los sellos del separador de aceite, para evitar fugas.

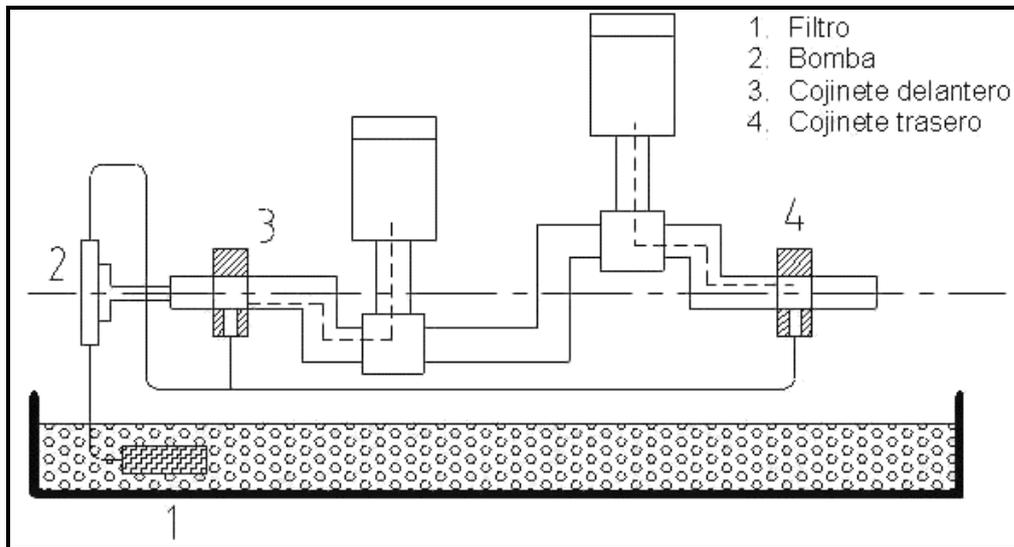
Cada **2000 horas** de funcionamiento del compresor, se le debe de hacer cambio de aceite y de filtros, esto es muy importante, ya que aproximadamente a las 2000 horas, el aceite empieza a perder sus propiedades, tanto lubricantes como refrigerantes y otras, y al no cambiarlo, se corre el riesgo de dañar la maquinaria.

Figura 11 . **Bomba de aceite de compresor**



A los **8 meses** de funcionamiento, se recomienda realizar el cambio del separador de aceite, este se encarga de separar el aceite que utiliza el compresor. Ver figura 12.

Figura 12. Partes del sistema de lubricación del compresor



Fuente: <http://msm/manualdefrioyrefrigeracion.com/elfrigoristatorpe/compresores.htm>.

4.4.3 Trabajos por realizar

a. Ventilador

Diario: verificación de la inexistencia de ruidos extraños.

Mensual: comprobar que la turbina gira libre y suavemente.

Anual: comprobar desgastes de cojinetes.

b. Motor

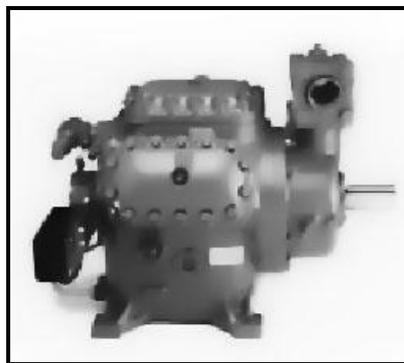
Mensual: comprobación de que los bornes de conexión eléctrica están apretadas.

Mensual: lubricación de rodamientos cuando sea necesario

Mensual: verificación y ajuste de:

- Conexión a tierra
- Estado del ventilador
- Acoplamiento y su alineación

Figura 13. **Motor de compresor**



Anual: comprobación de holgura anormal en el eje

Anual: comprobación de desgaste de los cojinetes

Mensual: comprobación del aislamiento térmico

Anual: medición de revoluciones

c. Climatizador

Mensual: comprobar que las compuertas funcionan bien

Anual: comprobar juntas de registros y puertas

El mantenimiento de estos equipos se centra en sus componentes.

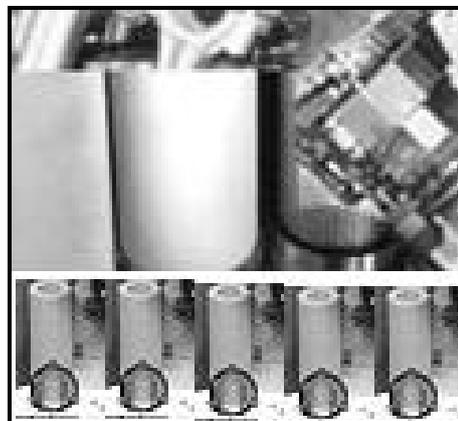
4.4.3.1 Mantenimiento de los filtros

- **Visita cada 15 días**

Sea cual sea la naturaleza del filtro, el mantenimiento de estos elementos requiere únicamente su limpieza o sustitución.

Como es conocido, la capacidad de retención varía según el tipo de filtro, aumentando la resistencia al paso del aire al aumentar la suciedad acumulada en el mismo. Es precisamente la resistencia al paso del aire el índice que debe emplearse para determinar la periodicidad de la limpieza. El valor mayor admisible de pérdida de carga a filtro sucio, varía con el tipo de filtro.

Figura 14. **Filtros interiores de compresor Comp-Air**



Entre los filtros utilizados generalmente, se destacan los siguientes tipos:

- **Filtros normales M-290:** la limpieza de estos filtros puede efectuarse bien por aspiración enérgica, en el caso de polvo fino y seco como el de la harina, bien por lavado en agua tibia y detergente neutro, en el caso de polvo graso. Secar cuidadosamente antes de montar. Se recomienda tener un juego de filtros de recambio de forma que el mantenimiento de la sección de filtros se limite al cambio de un juego de filtros limpios por los sucios.
- **Filtros metálicos:** es conveniente lavarlos con detergente de acción suave ya que normalmente están dotados de una impregnación de viscosina. Después del lavado, y una vez secos, hay que regenerarlos con este aceite especial que facilita la casa fabricante para garantizar su estado de efectividad primitiva.
- **Filtros rotativos automáticos:** cambiar el rollo de manta filtrante cuando éste llegue al fin de carrera, indicado por señal luminosa o sonora.
En cada cambio de rollo, cuya periodicidad varía en función de la concentración de polvo, del tipo de región y de instalación, deberán engrasarse las cadenas y las ruedas dentadas del filtro.
- **Filtros de alta eficacia (bolsas o similar):** efectuar el recambio de estos filtros cuando las pérdidas de carga lleguen al valor máximo indicado por el instalador.

4.3.3.2 Mantenimiento de la sección de impulsión

4.3.3.2.1 Ventilador

En toda instalación, cuando aumenta la caída de presión de los filtros, baterías, toma de aire, etc..., debido a la acumulación de polvo con el transcurso del tiempo, disminuye el caudal de aire.

Es importante evitar la acumulación de suciedad en los alabes del ventilador, debido a que disminuye la eficiencia del mismo a la vez que se desequilibra el motor, por lo que debe limpiarse el ventilador y pintarse las partes no protegidas que presenten principios de oxidación.

Los ventiladores están provistos de rodamientos de fricción que deben lubricarse cada 2000 horas de funcionamiento como máximo, debiendo lavarse los cojinetes con aceites ligeros antes de rellenar de aceite nuevo, si el aceite reemplazado estaba muy sucio.

Si está provisto de cojinetes de bolas estarán lubricados normalmente con grasa, que debe ser rellenada cada 1200/1500 horas de funcionamiento.

Además son recomendables las siguientes operaciones :

- Comprobar el estado de limpieza de la turbina
- Pintar anualmente si fuera necesario
- Comprobar el anclaje a la bancada
- Comprobar que el ventilador está perfectamente equilibrado, de forma que en funcionamiento no se originan vibraciones anómalas

4.3.3.2.2 Motor

Como norma general puede decirse que, además de mantenerlo limpio y seco, sólo los cojinetes necesitan mantenimiento y es recomendable proceder a las siguientes comprobaciones :

- Mensualmente, el estado de las conexiones y puesta a tierra
- Mensualmente, el estado del ventilador de refrigeración
- Mensualmente, el estado de los acoplamientos
- Mensualmente, el punto de ajuste del relé térmico
- Anualmente, la holgura del eje y desgaste de los cojinetes
- Anualmente, el aislamiento térmico
- Anualmente, limpieza y pintura
- Verificar la intensidad absorbida por el motor y compararla con la intensidad de placa
- Comprobar el buen funcionamiento del térmico
- Verificar sujeción a bancada

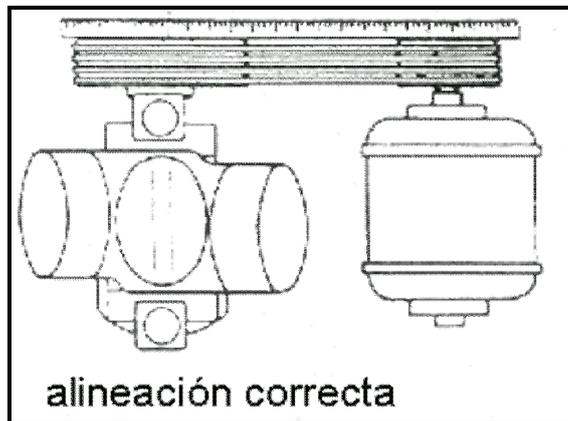
4.3.3.2.3 Transmisión

Poleas y correas prestan una transmisión excelente siempre que se cuide la alineación y el tensado de las mismas.

- Comprobar la alineación de las poleas del motor y del ventilador
- Tensar las correas si fuera necesario

Normalmente, la tensión de las correas debe permitir que al apretar con el dedo pulgar en el punto medio entre motor y ventilador, éstos cedan unos 2.5 cm. (varía según la distancia entre poleas).

Figura 15. **Correcta alineación de poleas y fajas en un compresor**



Fuente:<http://msm/manualdefrioyrefrigeracion.com/elfrigoristatorpe/compresores.htm>.

Para tensar, desplazar el motor o actuar sobre los tensores, comprobando que los tornillos quedan apretados correctamente.

En una transmisión de varias fajas, cuando exista desgaste de alguna de ellas es indispensable cambiarlas todas.

La falta de alineación da lugar a un excesivo desgaste de las fajas, en ocasiones desgasta los cojinetes e impone sobrecarga al motor. La alineación debe comprobarse, al menos una vez al año y naturalmente cada vez que se desmonte una polea.

4.3.3.2.4 Lubricación

La cantidad de grasa necesaria para el engrase de los cojinetes viene dada por la siguiente fórmula:

$$G = (D \times B)/200$$

G = Cantidad de grasa en gramos

D = Diámetro exterior del rodamiento en mm

B = Anchura del rodamiento en mm

En los cojinetes nuevos o recién limpiados la cantidad G deberá aumentarse en un 10%. El tipo y calidad de la grasa deberá ser el adecuado para cada caso. La frecuencia de limpieza de los cojinetes puede ser de una vez al año.

En el caso de cojinetes auto lubricados, éstos son profusamente cargados de grasa durante su fabricación y no necesitan ningún tipo de mantenimiento.

Soluciones y causas de ruido inusual que no son debidas al compresor después de realizado el mantenimiento

Los ruidos extraños pueden estar causados por otros componentes fuera del compresor.

Montaje del compresor. Examine:

- Faja floja - ver especificaciones sobre transmisión en página 69.
- Roto el soporte o la oreja de montaje del compresor. Sustituir el componente roto.
- Tornillos de montaje perdidos, rotos o flojos. Reponerlos, volver a montarlos o apretarlos.
- Ajuste desbordado del compresor en su soporte y en el motor del vehículo. Sustituir cualquier pieza que no ajuste.

- Polea del cigüeñal floja o fluctuante. Revise si hay daños en la polea, un apriete incorrecto del tornillo central o si el tornillo central toca fondo (agujero poco profundo). Repare siguiendo las especificaciones del fabricante del vehículo.
- Cojinete de la polea tensora defectuoso. Sustitúyalo si es necesario.

4.5 Papelería

Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la preparación de un Informe de lo actuado. Por lo que la papelería juega un papel importante dentro del departamento de mantenimiento, debido a que, de su eficacia depende la exactitud de la información recibida; además, es necesaria para obtener un funcionamiento y control adecuado de las labores de mantenimiento, la cual entre otros puntos debe incluir:

- Los equipos que han sido objeto de mantenimiento
- Tiempo real que duro la labor
- Personal que estuvo a cargo
- Inventario de piezas y repuestos utilizados
- Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento

La papelería es el resultado de un proceso de corrección continua, por ello, debe buscarse la simplificación de los informes o de la especificación de los mismos, pasando de un proceso manual a un proceso automático.

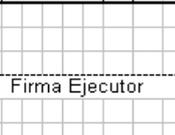


4.6 Control e historial de actividades programadas y no programadas

Es el establecimiento de sistemas que permitan medir los resultados actuales y pasados, en relación con los esperados, con el fin de saber si se ha obtenido lo que se esperaba alcanzar, para luego corregir y mejorar la formulación del plan.

El siguiente formato nos muestra dicha papelería (figura 16), el cual contiene el nombre de la tarea a realizar, el tiempo de duración de la actividad o tarea, el personal utilizado, el código y cantidad de repuestos utilizados, y el estado en el que se encuentra el equipo.

Figura 16. Formato de solicitud de servicios de mantenimiento

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																			
N° de OT		H-2		Tipo de Mantenimiento															
Equipo		Modelo K		Ubicación		Linea uno de producción													
Horas de Marcha		253		<table border="1"> <tr><td>Programado</td><td></td></tr> <tr><td>Correctivo</td><td>X</td></tr> <tr><td>Emergencia</td><td></td></tr> <tr><td>Inspección</td><td></td></tr> <tr><td>Otro</td><td></td></tr> </table>						Programado		Correctivo	X	Emergencia		Inspección		Otro	
Programado																			
Correctivo	X																		
Emergencia																			
Inspección																			
Otro																			
N°	Tarea	Duración de la Tarea	Cantidad Personal	Materiales				Cantidad	Encontrado OK	Calibrado/Ajustado	Reparado	Cambiado							
				Código															
1	Cambio de sistema de harina	30 min	1	H	11	0	0	3	1	8	1				X				
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
 Firma Supervisor				 Firma Ejecutor				Original a Sede Duplicado a Jefe de Mantenimiento Triplicado Archivar en el Equipo											
Aclaración				Aclaración															

Fuente: <http://msm/mantenimientomundial.com/internal.dstm.com.ar/sites/mm/tablas/default.asp>

Figura 17. Formato de orden de trabajo

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
Orden de Trabajo				
Orden de Trabajo N°:	H-1	Fecha de Inicio:	18/09/04	
		Fecha Finalización:	19/09/04	
Tipo de actividad:	Correctivo	Emergencia	Preventivo	Predictivo Otro
Equipo:	Kit Modelo K			
N° H-11				
Especialidad principal:	Técnico	Supervisor	Oficial	Operario
Cantidad:	2	1	0	0
Cuadrilla:	Eléctrico	Mecánico	Electrónico	Otro
	1	1	0	
Herramientas Utilizadas:	multimetro	soldadora TIG	bomba vacío	barreno
Cantidad:	1	1	2	2
Operaciones:	Viaje Ida y Vuelta al Lugar	Realizar Actividad	Realizar Informe y Registrar	
Tiempos:	5 min =300 segundos	25 horas		
Descripción de la actividad:	Limpieza de panel 1, 2, y 3 con limpiador de contactos, previo limpieza de polvo y harina. En panel 2 cambiar Ajuste de bandas seccion A1, A2, A3, A4, en A1 cambiar guardamotor 5 HP. Cambio de transportador de masa. Cambio de cojinetes 6003, 6009, 8903 en toda la maquina Cambio de aceite grado alimenticio, cambiar filtros y revisar presión. Limpieza de motor 30 HP			

Fuente: <http://msm/mantenimientomundial.com/internal.dstm.com.ar/sites/mm/tablas/default.as>



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

5. MEJORA CONTINUA

5.1 Mantenimiento productivo total

El mantenimiento productivo total (TPM por sus siglas en inglés) se concentra en el mejoramiento de la calidad de los equipos. Básicamente estos son los aspectos fundamentales:

- Mantenimiento básico y de prevención de averías realizado desde el propio puesto de trabajo y por tanto, por el propio operario.
- Formación adecuada al personal de producción y de mantenimiento, acerca de los equipos, su funcionamiento y su mantenimiento

El TPM supone un nuevo concepto de gestión de mantenimiento, que trata de que este sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos.

5.2 Inducción y capacitación

La inducción es la mejor manera para lograr que los nuevos elementos se integren al proceso, lo más óptimo y rápidamente posible. Siendo recomendado para todos los elementos humanos que componen la empresa, ya que al conocer determinado proceso se puede tener un criterio más amplio para tomar decisiones, y contribuir al mejoramiento continuo de la empresa.

Capacitar adecuadamente crea lideres con las siguientes características:

- Satisfacción del trabajo
- Orgullo de trabajar para la empresa
- Deseo de realización de un buen trabajo

5.2.1 Proyectos de mejoramiento en los sistemas y maquinaria

Más allá de su conservación se tratará de mejorar los equipos, su funcionamiento y su rendimiento. La siguiente representación nos muestra la tabla XV de planificación para proyectos de mejoramiento.

Tabla XV. **Formato para planificación de proyectos de mejoramiento**

Nombre del proyecto	Duración	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Plazos			
				1	2	3	4

En esta tabla se tiene:

Columna 1. Nombre del proyecto.

Columna 2. Tiempo de trabajo, calculado para cada acción, basado en la experiencia. Representado en su totalidad o en proporciones de días, esto proporciona el tiempo total invertido, para lograr la actividad y sirve para un análisis costo beneficio.

Columna 3. Fecha de inicio de la actividad.

Columna 4. Fecha de terminación de la actividad.

Columna 5. Plazos establecidos (en horas, días, semanas, etc.), en donde el progreso puede planificarse gráficamente.

Por su simplicidad es una excelente herramienta, la cual podemos usar manualmente; con la ayuda de una pizarra y el diagrama de barras de Gant, o bien en la ayuda del programa de *Microsoft Project*.

5.2.2 Guía de técnicas y herramientas para la identificación, análisis y selección de oportunidades de mejora

Ésta guía de técnicas a sido diseñada para mejorar diariamente los procedimientos, sistemas, calidad, costos y rendimiento relacionados.

- a. **Flujograma** se utiliza cuando se necesita identificar el camino actual y el ideal que cualquier producto o servicio debe seguir para identificar cualquier desviación posible. Ver flujograma de solicitudes de mantenimiento de la página 17.

- b. **Diagrama de Pareto** en este diagrama se representa la importancia relativo de todos los problemas o condiciones con el objeto de elegir el punto de partida para resolver un problema, que problema resolver en que orden, monitorear el éxito obtenido o identificar la causa básica de un problema. Ver gráfica de Pareto de la página 40.
- c. **Diagrama de causa-efecto** se utiliza siempre que se necesita identificar, investigar y representar en forma gráfica y esquemática todas las posibles causas de un problema o condición específicas.
- d. **Gráfico de proceso** el gráfico de proceso se utiliza cuando se necesita representar en forma gráfica y sencilla la tendencia de puntos observados durante un período de tiempo especificado. Ver anexo 2.
- e. **Lluvia de ideas** la herramienta lluvia de ideas es usada para ayudar a un grupo a crear la mayor cantidad de ideas en el menor tiempo posible.

5.3 Índices de evaluación de mantenimiento

5.3.1 Sistemas de confiabilidad

La calidad y la productividad, el respeto a la seguridad y al medio ambiente, no son cosas que sea suficiente hacerlas durante un día o dos, ni durante un mes o dos, debemos lograrlas siempre y para ello necesitamos el aporte del quinto factor clave de la competitividad: la confiabilidad. La confiabilidad es lo que me permite asegurar los cuatro primeros factores claves a lo largo del tiempo y por lo tanto asegurar la competitividad. Obtener confiabilidad sólo es posible con el correcto mantenimiento.

El desempeño de la confiabilidad se expresa mediante el tiempo medio entre fallas (MTBF).

La confiabilidad es la probabilidad de estar funcionando sin fallas durante un determinado tiempo en condiciones de operación dadas. Ver tabla III. resultados de maquinaria y equipo en la página 24.

Un concepto importante de señalar al hablar de confiabilidad, es que ningún mantenimiento es capaz de dar más confiabilidad a un equipo o instalación que su confiabilidad inherente dada por el diseño o montaje.

5.3.2 Costo de averías

El costo de averías está representado por todo tipo de fallas, es decir, costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado, incurriendo así en un mayor costo.

Este costo nos servirá para establecer un estándar, y medir los resultados de la propuesta de mantenimiento, comparando los resultados con otros periodos de tiempo. Para calcular el costo producido por las averías, se empleara la figura 18:

Figura 18. **Indicadores para el costo de averías**

Denominación del indicador	Unidades
1 Horas averías	Horas
2 Horas averías	Quetzales ó USD
3 Material empleado en averías	Quetzales ó USD
4 Costo total del mantenimiento por averías.	Quetzales ó USD

5.3.3 Reporte de inventario de consumo de repuestos

Un reporte nos permite controlar el ciclo de todas las operaciones; ingresos y egresos en la empresa en forma segura y confiable.

Logrando obtener reportes y comparar el gasto con otros periodos con gráficas de alto nivel. Además, nos proporciona todo tipo de facilidades para el completo aprovechamiento de la información que se genera, con lo que se tiene el mayor potencial de control, y rapidez que nos brinda el programa de control automático sobre los ingresos y egresos, y obteniendo así el gasto total de repuestos consumidos en determinado mes.

Tabla XVI. Formato de resumen de inventario de repuestos

Inventario de Bodega de Repuestos*				
	Inventario Inicial	Ingresos (mes)	Egresos (mes)	Inventario Final
Estantería 1	Q 50,000.00	Q 3,500.00	Q 313.00	Q 53,187.00
Estantería 2	Q 71,000.00	Q 1,450.00	Q 5,372.00	Q 67,078.00
Estantería 3	Q 220,000.00	Q 3,480.00	Q 2,715.00.00	Q 220,765.00
Estantería 3.1	Q 28,000.00	Q 750.00	Q 275.00	Q 28,475.00
Cojinetes 1	Q 23,000.00	Q 800.00	Q 2,865.00	Q 20,935.00
Fajas 1	Q 79,000.00	Q 1,250.00	Q 8,800.00	Q 71,450.00
TOTAL	Q 471,000.00	Q 11,230.00	Q 20,340.00	Q 461,890.00
		Consumo total mes Q 20,340.00		

*Datos estimados

5.3.4 Productividad y eficiencia de mano de obra

Supóngase que la eficiencia promedio de mano de obra es de un tiempo no mayor de 5 horas, se puede observar en la tabla XVII que este tiempo a sido reducido, con este dato podemos obtener el índice de productividad de la mano de obra tomando en cuenta la efectividad y la eficacia.

Si la tarea tomo 4 horas aumentamos 25 % la eficiencia teniendo una efectividad encima del 100 %, es decir 125 % por lo que obtenemos con estos datos, un índice de productividad de 125 %.

$$\text{Índice de productividad} = \frac{\text{efectividad}}{\text{eficiencia}} = \frac{125}{100} * (100) = 125 \%$$

Tabla XVII. **Formato de control para mano de obra**

Fecha	Nombre del mecánico	Especialidad	Salario por hora	Horas utilizadas	Costo (Q)
	Onan Barrera	Mecánica	Q.16.00	4 horas.	Q.64.00
	Víctor Aguilar	Electricidad	Q.16.00	3.5 horas.	Q.56.00
	Totales			7.5 horas	Q.120.00

Este formato será incorporado al reverso de la ficha técnica de cada equipo ó bien a la papelería utilizada para el control del mantenimiento dado a la maquinaria.

Con este formato se podrá saber el costo de la mano de obra utilizada, tomando en cuenta datos como el salario por hora y el número de horas utilizadas, obteniendo así el costo total en determinada tarea.

CONCLUSIONES

1. En el análisis de la situación actual de la empresa se utilizan herramientas estadísticas, sencillas pero de gran representatividad como la media aritmética o llamada también promedio aritmético, para llevar un control estadístico de los procesos y fallas en toda la organización, e identificar las posibles oportunidades de mejora, con el fin de poder determinar el momento oportuno de realizar una actividad de mantenimiento.
2. La propuesta de mantenimiento es un prototipo, en el cual se plantea y desarrolla la metodología de los diferentes tipos de mantenimiento propuesto, utilizando como técnica de investigación la diferenciación de la maquinaria, ésta se utiliza para establecer una diferencia racional y comprensible entre los equipos, se hace con la finalidad de obtener una adecuada relación entre productividad y costo de mantenimiento a nivel de cada máquina.
3. La implementación de la propuesta de mantenimiento y la mejor optimización de los equipos hará que el porcentaje de desperdicio, debido a paros en la maquinaria sea menor o igual al punto cinco por ciento establecido. Para la implementación del sistema de mantenimiento tomamos como punto de partida la creación del inventario, registro e historial de la maquinaria y equipo, a través de la creación de una ficha técnica.

Además se crea el manual de mantenimiento el cual contiene instrucciones de servicio, así como de mantenimiento, los trabajos a realizar, cada cuando deben realizarse (semanalmente, bimestral, semestral, anual, etc.), con especificaciones del trabajo a realizar.

4. La competitividad de la empresa está centrada en la reducción de errores y el mejoramiento continuo, para aumentar la eficiencia en tiempo de respuesta ante cualquier problema y que no pase de un tiempo promedio de tres horas, la constante capacitación e inducción de su personal son aspectos muy importantes a tomar en cuenta, ya que mediante la implicación y la mejora continua los miembros de la organización pueden afrontar los cambios en la organización, y mejorar la técnica en el desarrollo de sus tareas, involucrándolos y comprometiéndolos en acciones de mejora.
5. Para eliminar el tiempo perdido e identificar fallas potenciales la participación del personal de mantenimiento es de vital importancia, por tal motivo la delegación de autoridad y adiestramiento del personal comenzará enseñándoles a elaborar e interpretar herramientas estadísticas y administrativas para que, ellos mismos puedan llevar un control, e identifiquen posibles oportunidades de mejora, que se pueden solucionar. Ya que de algún modo esto beneficia a la empresa y facilita las labores dentro de la misma, influyendo para aumentar los ingresos y sobre todo, aprender del cambio a realizar.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

6. Para obtener un mayor control de los repuestos en el área de bodega de repuestos se presenta un sistema automático para llevar el control de las entradas y salidas de repuestos, auxiliados por un lector de código de barras o scanner y su respectivo programa, el cual suplirá la función de un encargado de bodega.

7. La implementación de los sistemas de información para la gestión de activos es una nueva herramienta que contribuye con la optimización de las tareas de mantenimiento, razón por la cual se propuso crear una base de datos, para tener un mejor control en el inventario de repuestos y manejar un sistema más confiable, permitiéndole, a las personas que interactúan con este departamento agilizar sus funciones ahorrando tiempo, implementando mayor seguridad y confiabilidad.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

RECOMENDACIONES

1. Se ha observado que las partes de la maquinaria que no se lubrican son las que más problemas dan. No son lubricadas porque la harina se acumula y forma una masa, que al acumularse en exceso impide el funcionamiento de la maquinaria, por lo que se recomienda aceitar las piezas periódicamente, ya que al final y al principio del turno los operarios se encarguen diariamente de la limpieza de su área de trabajo.
2. En el sistema de alcohol se recomienda que al final del turno de producción o cambio de producto, se cambie el recipiente con sal por uno con alcohol al 100 % para evitar que la sedimentación de la sal obstruya el sistema.
3. Concientizar a los operadores sobre la importancia del proceso y la supervisión, especialmente donde no hay controles automáticos o semi-automáticos.
4. De acuerdo al tipo de actividad realizada, productos alimenticios se recomienda un tipo de techo curvo ya que este tipo de techo necesita muy poco mantenimiento, dado a que el material a usar para la cubierta no permite corrosión galvanica, además de ser muy estético y tener forma aerodinámica, es utilizado en condiciones climatológicas severas.



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

5. Cambiar el material de los angulares utilizados en el horno, por acero al cromo-molibdeno ya que este resiste mayores temperaturas.

6. Emplear el principio número tres de los catorce puntos del enfoque de calidad de Edward Deming que literalmente dice: ~~%~~dejar de depender de la inspección para lograr la calidad. Eliminar la necesidad de inspeccionar masivamente poniendo, desde el principio, la calidad en el producto+.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez Maldonado, Erick Jony. Implementación de mantenimiento productivo total para incrementar la productividad y efectividad global de equipos de una planta industrial de alimentos. Tesis Ing. Mecánica Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 83 pp.
2. Centes Pineda, Oscar Orlando. Implementación de un sistema automático de empaque para el pan tipo hamburguesa especial de 5 pulgadas. Tesis Mecánica Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 85 pp.
3. Gómez Bravo, Luis. **Productividad: mejoramiento continuo de calidad y productividad**. 2ª. Edición, FIM, 1992. 85 pp.
4. Harrington, H. James. **Administración total del mejoramiento continuo. La nueva generación**. Colombia, editorial Mc, Graw Hill Interamericana, S.A., 1997. 95 pp.
5. Amanco. Lo que todos los colaboradores de Amanco debemos saber sobre el mejoramiento continuo. **Guía de bolsillo**. Guatemala, s.e., s.a.
6. [msm/http/www.mantenimientomundial.com](http://www.mantenimientomundial.com) (27/03/2003)
7. Morales Bran, Evelyn Johanna. Control estadístico de calidad en los procesos de una industria alimenticia. Tesis Ing. Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 174 pp.
8. IGSS. Departamento de Adquisiciones programa de mantenimiento, área de salud. **Organización de un departamento de mantenimiento**. Guatemala, s.e., 2002.
9. Sotuyo Blanco, Santiago. %Optimación integral de mantenimiento+ Revista No. 11 UPADI. Comité panamericano de ingeniería de mantenimiento. Uruguay. Diciembre 2002.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

10. Torres Méndez, Sergio Antonio. **Ingeniería de Plantas**. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica Industrial.

Anexo 1

Figura 19. Ficha técnica

Ficha técnica									
Identificación del equipo									
1.Nombre de la maquinaria o equipo									
2.Código									
3.Características específicas									
4.Marca				5.Modelo			6.Tipo		
7.Número de serie						8.Año fabricación			
8.Características eléctricas		Voltaje		Amperaje			Potencia		
		Ciclo		Fases					
9.Características mecánicas		Agua		Vapor		Aire			
		Caudal		Presión					
10.Capacidad									
Documentación técnica									
1.Manual de mantenimiento				2.Manual de operación					
3.Número de catalogo de partes				4.Código					
Datos de funcionamiento									
1.Estado de funcionamiento									
2.No. motores			3.Ciclos			4.R.P.M			
RESPONSABLE					LUGAR Y FECHA				
Observaciones									

Anexo 2

Figura 20. Gráfico de proceso. Comportamiento de temperatura de hornos

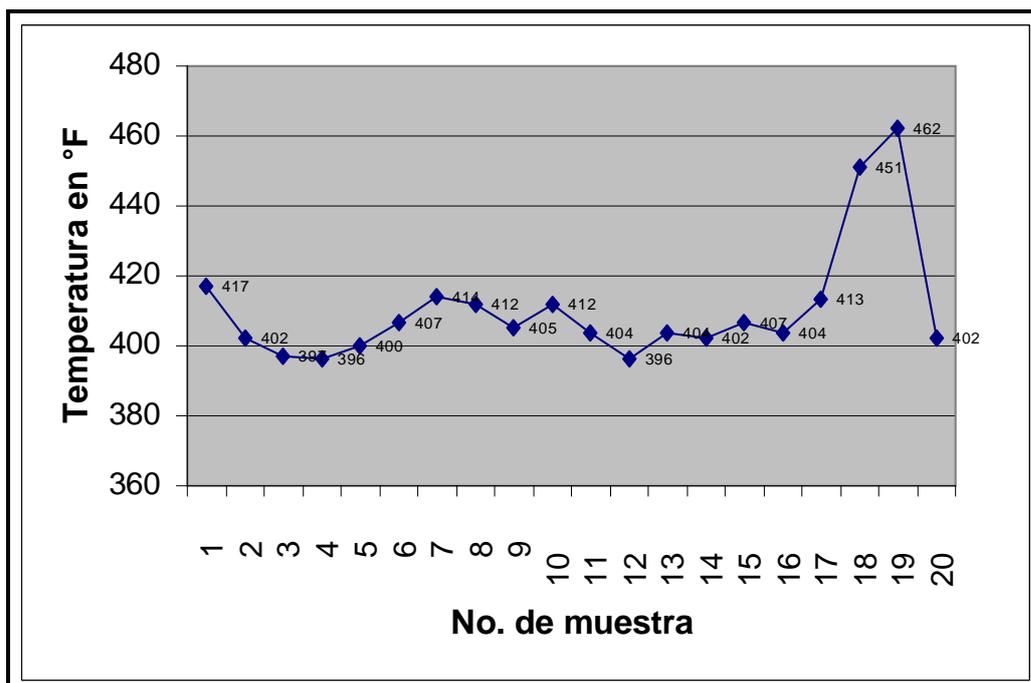


Tabla XVIII. Datos de temperatura de hornos

Número de muestra	Temperatura de horno en °F	Número de muestra	Temperatura de horno en °F
1	417	11	404
2	402	12	396
3	397	13	404
4	396	14	402
5	400	15	407
6	407	16	404
7	414	17	413
8	412	18	451
9	405	19	462
10	412	20	402