



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA PET, SACOS  
AGROINDUSTRIALES S.A.**

**Rubén Darío Palma Barrera.**

Asesorado por: Msc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA PET, SACOS  
AGROINDUSTRIALES, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**RUBÉN DARÍO PALMA BARRERA**

ASESORADO POR: MSC. INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**


DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADORA	Inga. Claudia Lizeth Barrientos Lima
EXAMINADORA	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADORA	Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**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:

**PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA PET, SACOS  
AGROINDUSTRIALES, S.A.,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 11 de abril de 2006.



**RUBEN DARIO PALMA BARRERA**



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 21 de septiembre de 2007  
Ref. EPS. C. 583.09.07

Inga. Norma Ilcama Sarmiento Zecceña  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zecceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora - Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, **RUBÉN DARÍO PALMA BARRERA**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es "PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA PET, SACOS AGROINDUSTRIALES, S.A.".

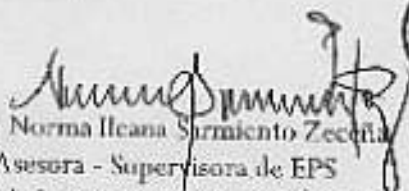
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en el apoyo de la búsqueda de soluciones viables a los problemas que atraviesan y que al final beneficiarán a la sociedad en general.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atestamento,

"Dá y Enseñad a Todos"

  
Inga. Norma Ilcama Sarmiento Zecceña  
Asesora - Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZ/jm



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 21 de septiembre de 2007  
Ref. EPS. C. 583.09.07

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
 Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
 Facultad de Ingeniería  
 Presente

Estimado Ingeniero Gómez Rivera,

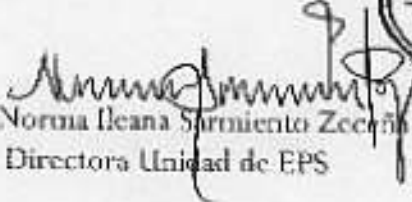
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "**PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA PET, SACOS AGROINDUSTRIALES, S.A.**" que fue desarrollado por el estudiante universitario **RUBÉN DARÍO PALMA BARRERA**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la suscrita.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora – Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Se y Enseñad a Todos"

  
 Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecón  
 Directora Unidad de EPS



NISZ/jm



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA PET, SACOS AGROINDUSTRIALES, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Rubén Darío Palma Barrera**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑANZA A TODOS

*José Francisco Gómez Rivera*  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
Colegiado No. 1665

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2007.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA PET, SACOS AGROINDUSTRIALES S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Rubén Darío Palma Barrera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo

LEER Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2007.

/mgp





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA PET, SACOS AGROINDUSTRIALES, S.A.**, presentada por el estudiante universitario Rubén Darío Palma Barrera, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, Octubre de 2007

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS** Quien ha sido mi guía y luz durante mi vida, por darme otra bendición.
- MIS PADRES** Manuel e Hilda Palma, por sus sabias enseñanzas que me permiten hoy agradecerles infinitamente y recompensar de todo corazón sus esfuerzos incondicionales a la oportunidad que me brindaron para poder realizarme como profesional.
- MI ESPOSA E HIJA** Elizabeth Marchorro, gracias por su amor, comprensión y la motivación brindada para culminar mi carrera. A María Jimena que sepa que la espero con mucho amor.
- MIS HERMANOS** Damaris y Vinicio Palma, que mi esfuerzo y triunfo sea un ejemplo para que ellos puedan cumplir con sus metas, los quiero mucho.
- MIS SOBRINOS** Andrea, Ángel, Camila, Diego, Santiago y Estefanía, por darme momentos de alegría.
- MIS CUÑADOS** Henry, Aylin, Mariño, Siomara, Ruth, con cariño, en especial a Marvin Marchorro †, quien fue un hombre lleno de virtudes, para él mi admiración y respeto.

Muchas gracias por sus consejos.

**MIS TÍOS Y  
PRIMOS**

Gracias por su apoyo y consejos, en especial a mis tíos: Romeo Orellana †, Tulio Orellana †, por el legado de principio y valores que me dejaron.

**MIS SUEGROS**

Benjamín y Vilma Marchorro, con cariño especial.

**MIS AMIGOS**

Gracias, por compartir todos los momentos en el transcurrir de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos  
de Guatemala**

Por ser fuente de conocimiento y por permitirme hacer realidad este sueño.

**Facultad de Ingeniería**

Por la formación profesional que me brindó.

**A mi asesora**

Por su colaboración brindada en todo momento.

**Sacos Agroindustriales, S.A.**

Por permitirme realizar en sus instalaciones, mi trabajo de graduación.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>GLOSARIO</b>	VII
<b>RESUMEN</b>	IX
<b>OBJETIVOS</b>	XI
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIII
<b>1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes históricos	1
1.2 Ubicación	3
1.3 Política	3
1.4 Visión	3
1.5 Misión	3
1.6 Estructura organizacional	4
<b>2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>11</b>
2.1 Sopladora	11
2.1.1 Partes y funciones de la sopladora	11
2.1.2 Situación actual de la sopladora	12
2.2 Etiquetadora	13
2.2.1 Partes y funciones de la etiquetadora	13
2.2.2 Situación actual de la etiquetadora	13

2.3	Paletizadora	14
2.3.1	Partes y funciones de la paletizadora	14
2.3.2	Situación actual de la paletizadora	15
2.4	Compresor de aire de alta presión	15
2.4.1	Función del compresor de aire de alta presión	15
2.4.2	Situación actual compresor de aire de alta presión	16
2.5	Compresor de aire de baja presión	16
2.5.1	Función del compresor de aire de baja presión	16
2.5.2	Situación actual compresor de aire de baja presión	16
2.6	Chiller o enfriador	16
2.6.1	Función del chiller o enfriador	17
2.6.2	Situación actual del chiller o enfriador	17
<b>3.</b>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PROPUESTO PARA LA EMPRESA SACOS AGROINDUSTRIALES, S.A.</b>	<b>19</b>
3.1	Concepto general	20
3.2	Catálogo de equipo	21
3.3.	Planificación del mantenimiento	23
3.3.1	Mantenimiento preventivo	24
3.3.2	Mantenimiento predictivo	24
3.3.3	Plan de mantenimiento propuesto para sopladora	28
3.4	Programación	34
3.4.1	Proceso para la programación y asignación de trabajos	35

3.4.2	Orden de trabajo preventivo y predictivo y solicitud de repuestos a bodega	36
3.4.3	Solicitud de mantenimiento correctivo	42
3.5	Control	45
3.5.1	Control de actividades realizadas por máquina	45
3.5.2	Formatos de control de paros	46
3.5.3	Gráficos de fallas	47
3.6	Costo del manual de mantenimiento	48
<b>4.</b>	<b>METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>51</b>
4.1	Aplicación de la metodología 5'S	51
4.1.1	Seleccionar ( <i>Seiri</i> )	52
4.1.1.1	Identificación de elementos innecesarios	56
4.1.1.2	Depuración	58
4.1.1.3	Tarjetas de control	59
4.1.1.4	Plan de acción	62
4.1.1.5	Control e informes	63
4.1.2	Orden ( <i>Seiton</i> )	67
4.1.2.1	Controles visuales	70
4.1.2.2	Marcación de la ubicación	72
4.1.2.3	Marcación con colores	74
4.1.2.4	Identificación de contorno	76
4.1.3	Limpieza ( <i>Seiso</i> )	78
4.1.3.1	Limpieza	79

4.1.3.2 Señalización	80
4.1.3.3 Control	81
4.1.3.4 Seguimiento	82
4.1.4 Estandarización ( <i>Seiketsu</i> )	84
4.1.4.1 Reglamento interno	86
4.1.4.2 Criterios de evaluación	87
4.1.4.3 Lista de verificación	88
4.1.5 Disciplina ( <i>Shitsuke</i> )	90
4.1.5.1 Plan de capacitación	91
4.2 Beneficios de la metodología	94
4.3 Costo de implementación	95
<b>CONCLUSIONES</b>	97
<b>RECOMENDACIONES</b>	99
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	101



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Estructura organizacional planta Pet	9
2	Datos técnicos	17
3	Catalogo de equipos	22
4	Plan de mantenimiento propuesto	29
5	Programa mensual por máquina	36
6	Orden de trabajo preventivo	38
7	Formato de solicitud de repuestos a bodega	42
8	Solicitud de mantenimiento correctivo	43
9	Orden de trabajo correctivo propuesto	44
10	Actividades realizadas por máquina	46
11	Formato de control de paros	47
12	Gráficas de fallas de un período determinado	48
13	Costo de implementación del manual de mantenimiento	49
14	Diagrama de bloques de seleccionar	54
15	Reglamento interno de seleccionar	55
16	Formato general de elementos innecesarios	57
17	Modelo de tarjeta de color	61
18	Control cronograma digital	64
19	Formato de informe final	66
20	Diagrama de bloques de orden	68
21	Reglamento interno orden	69
22	Plano de control visual	71

23	Formato de marcación de la ubicación	73
24	Marcación de colores	75
25	Identificación de contornos	77
26	Diagrama de bloques de limpieza	78
27	Reglamento interno de limpieza ( <i>Seiso</i> )	79
28	Señalización	81
29	Formato seguimiento a la limpieza	83
30	Diagrama de bloques de la estandarización	85
31	Reglamento interno de la estandarización	86
32	Formato de lista de verificación	89
33	Reglamento interno de disciplina ( <i>Shitsuke</i> )	90
34	Plan de capacitación	93
35	Costo de implementación	96

## GLOSARIO

<b>Compresor de alta presión</b>	Aire capaz de entregar presión hasta de 42 bar.
<b>Mantenimiento predictivo</b>	Análisis de materiales por medio de pruebas y mediciones que indican desgastes, vibraciones y temperaturas fuera de rangos.
<b>Metodología</b>	Proceso y técnicas que se desarrollan en un programa o actividad.
<b>Pet</b>	Polímero termoplástico, que se obtiene a partir de la reacción de esterificación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol.
<b>Presión</b>	Es el efecto de una fuerza que actúa distribuida sobre una superficie sólida, líquida o gaseosa.
<b>Procedimiento</b>	Plan de establecer un método desde su inicio hasta su final.
<b>Temperatura</b>	Grado de calor en los cuerpos, relacionados con la energía cinética de las moléculas de los mismos.

## RESUMEN

En la empresa Sacos Agroindustriales, S.A., el jefe del departamento de mantenimiento planifica, diseña, organiza, programa y controla un sistema de mantenimiento sobre la base de los modelos de manuales establecidos por el proveedor del equipo. Sin embargo por los procesos de producción y las entregas de producto terminado a los clientes, con toda seguridad se encontrarán muchos problemas en los cuales se deberá de tomar decisiones de postergar o no los mantenimientos programados.

Por lo tanto se desarrollará un plan de mantenimiento en el cual se lleven formatos, calendarios, ordenes de trabajo correctivo, preventivo, predictivo y gráficas las cuales servirán de apoyo en la toma de decisiones, mejoramiento y control de la maquinaria.

Además se propondrá la implementación de la metodología 5S que representa una filosofía, desarrollada en El Japón, la cual está encaminada a desarrollar la mejora continua dentro de la empresa. Esta metodología se deriva de cinco palabras japonesas denominadas: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* y *shitsuke*, las cuales en español significan: selección, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

Para llevar a cabo esta metodología se crearon diagramas, reglamentos, planos, formatos de control y otros que serán la base fundamental para el éxito de su implementación.

## **OBJETIVOS**

- **GENERAL**

Desarrollar un programa para implementar el manual de mantenimiento de la línea de soplado dos, para la planta de soplado Pet de Sacos Agroindustriales. S.A.

- **ESPECÍFICOS**

1. Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo, capaz de reducir al mínimo los fallos de las máquinas.
2. Diseñar un plan de mantenimiento correctivo que minimice el paro dada la falla de las máquinas.
3. Crear formatos de órdenes de trabajo de fácil comprensión por los empleados del departamento y que además se obtengan datos de importancia para la retroalimentación del servicio hecho.
4. Desarrollar la metodología 5'S, de acuerdo a las necesidades de las bodegas de repuestos y suministros, de productos inflamables y del taller de reparación de la planta Pet.
5. Crear formatos para obtener datos en donde se desarrolle la metodología de las cinco eses.

## INTRODUCCIÓN

La manera en que los productos se han diversificado ha dado lugar al empaque de plástico, ya que éste cuenta con características con propiedades de comodidad y economía al consumidor.

La planta de soplado Pet de Sacos Agroindustriales, S.A., ha demostrado que el PET es un material versátil, tiene propiedades como alta calidad, brillo, permeabilidad, alta resistencia al impacto y deformación, la cual demanda un mantenimiento de sus máquinas constantemente, por lo que se analizará el departamento de mantenimiento, dando a conocer la situación actual y la propuesta de crear un manual de mantenimiento, de acuerdo a los conocimientos obtenidos en la carrera de ingeniería mecánica industrial.

El presente trabajo se desarrolla en cuatro capítulos conteniendo, lo siguiente: en el capítulo uno se describen las generalidades de la planta Pet, dando a conocer su misión, visión, política, ubicación y su estructura organizacional. En el capítulo dos se analiza la situación actual de la planta, específicamente en la maquinaria, el departamento de mantenimiento y sus unidades tales como: Colaboradores, bodegas, y talleres.

En el capítulo tres se desarrolla una propuesta del programa de mantenimiento para su aplicación en los manuales de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, así como la planificación, programación y control de las actividades del departamento. En el capítulo cuatro se describe la metodología 5'S propuesta para mejorar las condiciones de la bodega de repuestos y suministros, bodega de productos inflamables y taller de reparaciones.

## **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

Sacos Agroindustriales, S.A. es una empresa guatemalteca que se dedica a la fabricación de diversos envases, los cuales son utilizados para envasar diferentes productos, tales como: fertilizantes, azúcar, café, cemento, harina, sal, alimentos concentrados, minerales, bebidas no carbonatadas y carbonatadas, etc., productos que han permitido obtener el empaque idóneo. La calidad y buen servicio han traspasado fronteras y ahora se exportan los productos a mercados tan importantes como Estados Unidos, Canadá, México y Centro América.

El proceso de producción cuenta con un estricto control de calidad y equipo especial de moderna y alta tecnología, esto ha permitido con los años, liderar el mercado y ser en la actualidad la planta de sacos de polipropileno más grande de Centro América y situarse a la vanguardia del manejo de nuevas tecnologías.

Sacos, ha sido seleccionada entre cuatro empresas a nivel mundial para desarrollar el saco laminado válvulado (Ad star) esto la convierte en la primera empresa en América, que a un ritmo acelerado sustituye los envases tradicionales por envases de alta tecnología de empaque para productos tan específicos como: los de las industrias de bebidas carbonatadas, no carbonatadas cemento, cal, harinas, alimentos concentrados, azúcar y fertilizantes.

## **1.1 Antecedentes históricos**

Sacos Agrícolas, nace en 1986 con la finalidad de proveer empaque al Grupo Disagro, en específico, los sacos de polipropileno, con una capacidad instalada de 6.4 millones de sacos anuales. También incursiona en el mercado de bolsas de polietileno y sacos de yute.

Para el año de 1990 se inician operaciones en el área de inyección y soplado. Ese mismo año se realiza la primera ampliación del área de polipropileno, manteniéndose este crecimiento sostenido año con año.

En 1991 se incorpora el departamento de reciclaje, el cual surgió de la necesidad creciente del país de minimizar los desechos industriales sólidos, por lo que se procesa el 100% del producto no conforme elaborado dentro de la empresa.

En 1992 se incorpora el departamento de hilo multifilamento de polipropileno, la cual es la única planta de este tipo de hilo en Centro América, se adiciona también el área de lonas tapa cargas de P.V.C.

En 1996 se da inicio al proceso de fabricación de saco laminado, lo que la coloca a la vanguardia en la fabricación de sacos de polipropileno a nivel mundial.

En 1998 Sacos Agrícolas y Envases y Sacos, S.A. (Sacotex), empresas líderes en el mercado, se fusionan para dar origen a Sacos Agroindustriales, S. A.

En el año 2000 surge la nueva área de producción de la empresa, la cual es una planta de soplado de envases de Pet, por lo que se cuenta con el equipo más moderno del mercado, en donde se instaló una línea de soplado.



En el año 2005 se instala una nueva línea de soplado de envases de Pet, por lo que se aumenta la capacidad de la misma, debido a la creciente demanda. Se instala una línea completa de soplado con maquinaria con tecnología de punta, con lo que se obtiene una eficiencia elevada en la producción. . La planta de envases de Pet llega a una capacidad instalada de 100 millones de envases anuales. En la actualidad la planta de sacos tiene una capacidad mayor a los 100 millones de sacos anuales, constituyéndose como la empresa más grande y tecnificada de Centro América y el Caribe.

## **1.2 Ubicación**

La planta de soplado de envases de Pet se encuentra ubicada en Anillo Periférico 17-36 zona 11, ciudad de Guatemala.

## **1.3 Política**

Nuestro compromiso es la satisfacción completa a nuestros clientes internos y externos, mediante el mejoramiento continuo, de nuestros productos y servicios, como la innovación de los mismos.

## **1.4 Visión**

Ser reconocido a nivel mundial como líderes de calidad, eficiencia, comercialización, servicio e innovación de nuestros productos; tienen un crecimiento continuo y bien planificado, con la participación de la comunidad en programas de orientación para el uso de productos seguros y reciclables, y tener el recurso humano competente, comprometido y motivado.

## **1.5 Misión**

En Sacos Agroindustriales S.A. fabricamos y comercializamos productos de calidad mundial para envase y empaque, con la finalidad de conservar los productos e imagen de nuestros clientes.

## **1.6 Estructura organizacional del departamento de mantenimiento**

A continuación se describen los puestos del departamento de mantenimiento de la planta pet, por medio de un diseño lineal staff para determinar el orden jerárquico de cada uno de ellos.

- **Gerente de mantenimiento**

El gerente de mantenimiento administra, dirige e instruye a los departamentos bajo su cargo, mantenimiento y compras, traza los objetivos que se deben cumplir en cada uno de ellos y vela por el buen funcionamiento de los mismos. Además debe tener bajo control los suministros, que los repuestos sean obtenidos de la mejor calidad, y en el tiempo adecuado, así como también vela por que los tiempos de reparación, puesta en marcha, montajes adecuados de repuestos y que sean correctos para mantener la eficiencia de la maquinaria.

### **Principales responsabilidades y funciones**

#### **Anual**

La elaboración de presupuesto y planificación.

Propuesta de proyectos de mejora a maquinaria.

#### **Semanal**

Reunión de gerentes para la revisión de objetivos y proyectos.

Reunión con los jefes de mantenimiento y compras para discutir el estado de los mismos.

#### **Diario**

La aprobación de ordenes de compra de suministros y repuestos.

## **Los parámetros de evaluación de desempeño son**

Mantener el presupuesto asignado para cada departamento.

Mantener un inventario de repuestos mínimos, pero óptimos para mantener activa la maquinaria.

- **Jefe de mantenimiento**

El jefe de mantenimiento es el encargado de coordinar y administrar todos los recursos relacionados con el mantenimiento y reparación de la maquinaria de manera que el departamento de producción pueda mantener bajo control las variables y atributos de los productos que se elaboran en su área de trabajo.

## **Principales responsabilidades y funciones**

### **Mensual**

Revisión del presupuesto asignado.

Programación del mantenimiento preventivo.

### **Semanal**

Supervisión del mantenimiento efectuado a cada línea de producción.

Supervisión y revisión de los reportes de mantenimientos correctivos y preventivos realizados.

### **Diario**

Revisión de repuestos y suministros para mantener el mínimo en bodega.

## **Los parámetros de evaluación y desempeño son**

Maquinaria en función al 100%.  
Optimizar los recursos utilizados.

- **Mecánico**

El mecánico es el responsable de mantener la eficiencia mecánica de la maquinaria, ya que debe hacer uso adecuado de repuestos en los montajes, calibraciones y ajustes que cada máquina necesite.

## **Principales responsabilidades y funciones**

### **Diario**

Atender problemas mecánicos de la planta, según le sea asignado por el jefe de mantenimiento.

Mantenimientos preventivos mayores asignados por el jefe de mantenimiento.

Apoyo para la supervisión de trabajos mecánicos.

## **Los parámetros de evaluación y desempeño son**

Mantener la eficiencia mecánica de la maquinaria.

- **Electricista**

Es el responsable de instalar, medir y cambiar las partes eléctricas y electrónicas de las máquinas que así lo necesitan.

### **Principales responsabilidades y funciones**

#### **Diario**

Reparar los problemas eléctricos de la planta según sea necesario.

Realizar las actividades de los mantenimientos preventivos programados.

Realización de proyectos eléctricos.

### **Los parámetros de evaluación y desempeño son**

Mantener la eficiencia eléctrica de la maquinaria.

- **Bodeguero**

Es el encargado de la recepción, manejo y despacho de los repuestos insumos, equipo y herramienta de la bodega, así como llevar a cabo las tareas asignadas. El almacenaje y manejo de los productos según procedimientos establecidos, así como mantener los márgenes de seguridad establecidos.

### **Principales responsabilidades y funciones**

#### **Semanal**

Realización de inventario físico.

Pedido de repuestos para inventario

## **Diario**

Recepción y despacho de repuestos, insumos, herramienta y equipo.

Elaboración de documentos de control de recepción, salida y préstamos.

Orden, limpieza e identificación de repuestos, estanterías.

## **Los parámetros de evaluación y desempeño son**

Limpieza e identificación de los repuestos y áreas.

Mantener el listado de repuestos y stock mínimo.

- **Encargado de limpieza**

El encargado de limpieza debe realizar en oficinas, laboratorio de control de calidad, comedor, bodega y área de producción. Así como tareas asignadas por el jefe de mantenimiento.

## **Principales responsabilidades y funciones**

### **Diario**

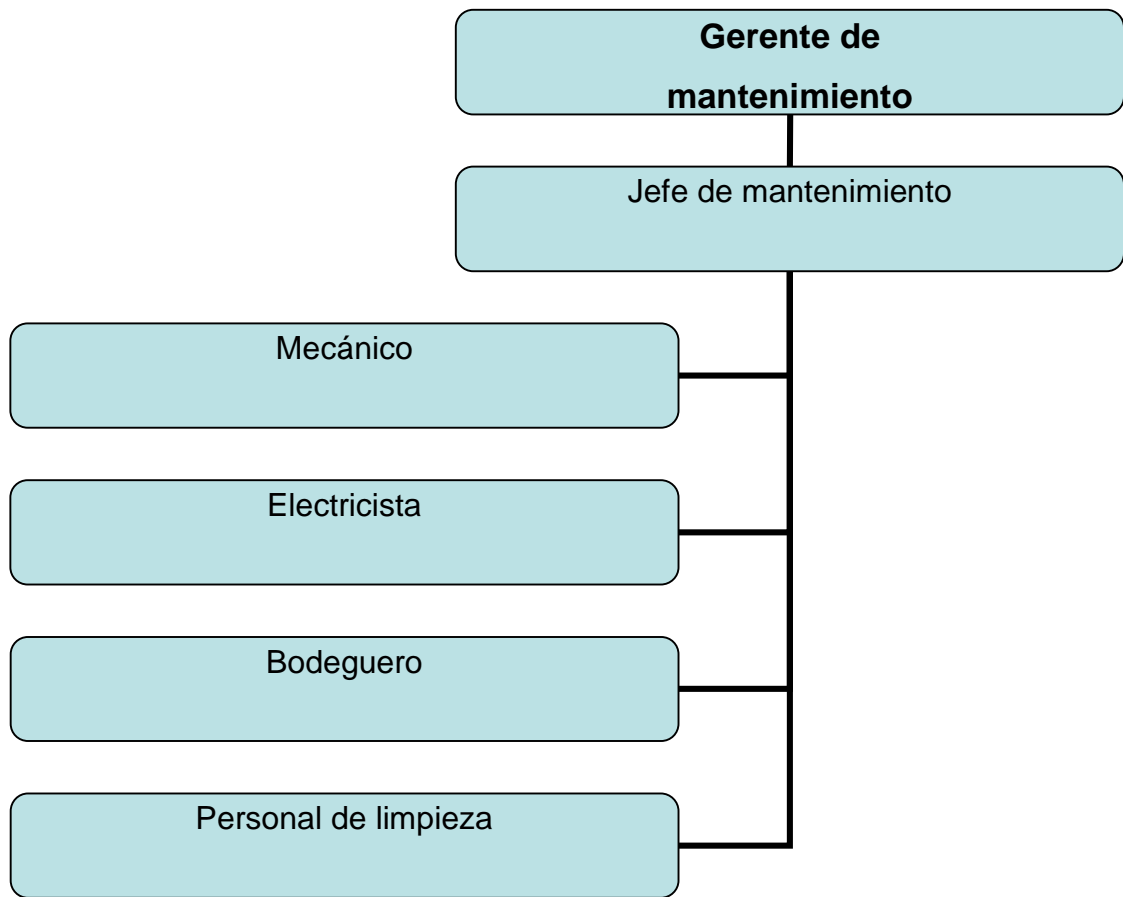
Encargado de la limpieza del interior y exterior de la planta.

Extracción de desechos sólidos y líquidos hacia las áreas determinadas.

## **Los parámetros de evaluación y desempeño son**

Orden, limpieza en todas las áreas de la planta.

**Figura 1. Organigrama del departamento de mantenimiento**



Fuente: Elaboración propia, primer semestre 2006.

## 2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La planta de soplado Pet, de la empresa Sacos Agroindustriales, S.A., en los últimos años ha incrementado su producción por lo que el departamento de mantenimiento debe de contar con actividades que estén acorde a las horas de trabajo de las máquinas para evitar paros o incluso la ruina de las mismas.

A continuación se describe cada una de las máquinas utilizadas en el proceso de soplado, las cuales serán numeradas para analizar las funciones y establecer la situación actual de las mismas, se toma en cuenta el tipo de mantenimiento que se realiza y las fallas más comunes que estas tengan.

### 2.1 Sopladora

La función de esta máquina es de estirado y soplado para darle forma a los envases, a continuación se desarrollará las funciones y partes de la sopladora.

#### 2.1.1 Partes y funciones de la sopladora

- **Alimentador de preforma:** el operador se encarga de llenar el alimentador de preformas de acuerdo al producto, su función principal es enviar la preforma ordenada y alineada hacia el horno.
- **Horno:** las preformas son tomadas por las túnelas las cuales las hacen girar sobre su eje, además se trasfiere el calor por medio de lámparas de altos watiage hacia las preformas.



- **Rueda de transferencia de preforma:** ésta parte de la máquina es la encargada de trasladar la preforma hacia el molde de la rueda de soplado.
- **Rueda de soplado:** la preforma ingresa al molde, luego es estirada por el mecanismo de estirado y la tobera de soplado sella contra el molde, mientras es estirada en su totalidad empieza el presoplado a 12 bares como máximo y ya estirada al máximo, es soplada a 40 bares de presión, luego es enfriada al tomar la forma del molde, la temperatura del molde es de 8 grados centígrados y por último se libera la presión acumulada para luego ser transferido el envase hacia el siguiente paso.
- **Rueda de transferencia de envase:** ésta parte de la máquina es la encargada de sacar el envase del molde hacia la rueda de salida de envase de la máquina.
- **Rueda de salida:** es la encargada de sacar la preforma de la sopladora hacia el transportador neumático de envases.

### **2.1.2 Situación actual de la sopladora**

A la sopladora se le aplica mantenimiento preventivo de acuerdo a la experiencia que el personal tiene con la línea de soplado antigua, no se lleva un registro de las actividades realizadas, la periodicidad, el control de cambio de piezas, y no se tiene una bitácora a pie de máquina como apoyo a todo el personal de mantenimiento. Los costos son altos ya que no existe una fecha exacta para realizar el mantenimiento, incluso daños en piezas por exceso de horas trabajadas.

## **2.2 Etiquetadora**

Esta máquina es la encargada de etiquetar los envases, por lo que se analizarán sus partes y funciones en inciso siguiente.

### **2.2.1 Partes y funciones de la etiquetadora**

- **Plato de etiqueta:** es el encargado de desenbobinar la etiqueta.
- **Cilindro de corte:** es el encargado de cortar las etiquetas al largo adecuado.
- **Cilindro de transferencia:** es el encargado de llevar la etiqueta hacia el cilindro de engomado y por último colocarla en el envase.
- **Cilindro de goma:** es el encargado de dosificar la goma necesaria en los extremos de la etiqueta.
- **Rueda de transferencia de botellas:** es la encargada de trasladar la botella de la entrada de la máquina, ingresarle aire a presión para simular la presión de llenado de los envases, girarla y colocarla contra la etiqueta para pegarla, luego se lleva a la salida de botellas hacia el transportador neumático.

### **2.2.2 Situación actual de la etiquetadora**

En la etiquetadora el mantenimiento que se realiza es de acuerdo a los manuales de mantenimiento enviados por el proveedor o de fábrica, al verificar los datos del manual se encontró que los periodos de operación o trabajo de la máquina no coinciden con las horas de operación reales de la planta, ya que se aumento en un 33% de la velocidad.

De lo anterior se establece que no se han modificado los periodos de las actividades de mantenimiento preventivo, ya que no se llevan registros de lo realizado; esta es la máquina que más problemas de paros correctivos produce.

## **2.3 Paletizadora**

Esta máquina es la encargada de paletizar los envases para luego ser flejadas y envueltas.

### **2.3.1 Partes y funciones de la paletizadora**

- **Alimentador de botellas:** ésta es la parte de la máquina encargada de contar las unidades por fila de envases y llevarla hacia la mesa de formación de camadas.
- **Mesa de camadas:** es la encargada de formar las camadas de todos los envases.
- **Brazo de traslado de camadas:** éste es el encargado de llevar las camadas de envases hacia el centrador de envases.
- **Centrador de envases:** es el encargado de centrar, alinear los envases y los cartones, hasta llegar a la última camada.
- **Brazo de marcos y cartones:** éste es el encargado de llevar los cartones y el marco desde el área de almacenaje de cartones y los marcos hacia el centrador donde es formada la tarima de envases.

- **Transportador de tarimas:** es el encargado de llevar la tarima armada hacia la siguiente parte del proceso que va desde el flejadora hasta la salida de tarimas donde son llevadas por el montacargas hacia el área de bodega de producto terminado.
- **Transportador neumático:** además de transportar el envase hacia la siguiente máquina sirve como acumulador de envases para que se puedan realizar algunos cambios en la etiquetadora o la paletizadora.
- **Flejadora:** ésta máquina es la encargada de colocar cuatro flejes distribuidos en los cuatro lados de las tarimas, este es el que le da estabilidad a todas las camadas para que estas no se desarmen.
- **Envolvedora:** es la encargada de colocarle una película de plástico desde la tarima de madera a nivel de piso hasta el marco el cual se encuentra a 2.3 metros y sirve para que todos los envases tengan una protección contra el polvo e insectos.

### 2.3.2 Situación actual de la paletizadora

A esta máquina se le realiza mantenimiento preventivo, de acuerdo a la experiencia que se tiene con la paletizadora antigua, ya que no se tiene manual de mantenimiento, esto provoca que las actividades de mantenimiento preventivo se realicen en periodos no definidos, por lo que se eleva los costos en el uso de grasas, lubricantes o piezas.

### 2.4 Compresor de aire de alta presión

Esta máquina es una fuente de energía neumática obtenida por la compresión del aire, para el soplado de Pet.

#### **2.4.1 Función del compresor de aire de alta presión**

Es el encargado de tomar el aire del ambiente a presión atmosférica y llevarlo a la presión de 40 bares. Este compresor consta de 3 etapas de compresión, sistema de enfriamiento entre etapas y es capaz de comprimir el aire en sus cilindros exentos de aceite, para cumplir con uno de los requisitos más importantes del proceso que es aire sin contaminación (agua, aceite y partículas metálicas.) Este aire es el utilizado para el soplado de envases en la sopladora.

#### **2.4.2 Situación actual del compresor de aire de alta presión**

El mantenimiento que se realiza a esta máquina es similar al mantenimiento practicado al compresor antiguo, por no ser de la misma marca se omiten algunas actividades. No se llevan documentadas las actividades realizadas.

### **2.5 Compresor de aire de baja presión**

Esta máquina es una fuente de energía neumática obtenida por la compresión del aire, para mover dispositivos y válvulas.

#### **2.5.1 Función del compresor de aire de baja presión**

Son los encargados de producir aire a presión de 125 psi o 7 bar, que sirve para realizar todos los movimientos de los diferentes mecanismos neumáticos instalados en las distintas máquinas del proceso de soplado.

#### **2.5.2 Situación actual del compresor de aire de baja presión**

Al compresor de baja presión se le realiza mantenimiento preventivo, de acuerdo a los manuales, no se lleva registro ni documentos sobre las actividades realizadas.

## 2.6 Chiler o enfriador

Esta es una máquina que enfría el agua a nivel industrial

### 2.6.1 Función del chiller o enfriador

Esta máquina es la encargada de mantener el agua de enfriamiento de los moldes a una temperatura que oscila entre los 7 y 12 grados centígrados.

### 2.6.2 Situación actual del chiller o enfriador

El mantenimiento realizado a esta máquina lo hace una empresa externa, sin embargo no se registren las actividades.

A continuación se presenta una descripción de datos técnicos de las máquinas sujeto de análisis.

**Figura 2. Datos técnicos**

DATOS TÉCNICOS					
Máquina	Manual de mantenimiento	Idioma	Cadencia nominal	Cadencia de trabajo	Porcentaje trabajo
Sopladora SB08	Si	Español	12,000 b/h	12,000 b/h	100%
Etiquetadora	Si	Español	12,000 b/h	12,000 b/h	133%
Paletizador	No	-	18,000 b/h	12,000 b/h	66%
Compresor de alta presion	No	-	1200 m3/h	975 m3/h	81%
Compresor de baja presion	Si	Ingles	70 HP	58 HP	82%
Chiller	Si	Ingles	45 Ton.	38 Ton.	84%

Fuente: Elaboración propia, primer semestre 2006.

Se puede notar en el cuadro anterior que no se cuenta con manuales para todas las máquinas y si los hay no en el idioma de dominio del personal técnico de mantenimiento.

Con esto se determino que se tienen áreas potenciales de mejora en las cuales se aplicaran herramientas propias de la ingeniería que ayudan a elevar las eficiencias de todas las áreas en estudio y llegar a formar un manual de mantenimiento que ayude a maximizar el uso de equipo, mano de obra, repuestos y con ello aumentar y mantener la eficiencia mecánica de las máquinas y por consiguiente mantener la eficiencia en producción, para lo cual se realizará un propuesta en la planta de soplado Pet, por medio de un manual de mantenimiento el cual se desarrollará en el capítulo tres.

Además, se encontró la necesidad de mejorar la ubicación de herramientas, equipos repuestos y suministros en las áreas de trabajo, mejorar el orden y limpieza de la bodega de repuestos, bodega de productos inflamables y taller de reparaciones, esto se desarrollara en el capítulo cuatro.

### **3. MANUAL DE MANTENIMIENTO PROPUESTO PARA LA EMPRESA SACOS AGROINDUSTRIALES, S.A.**

En la planta de soplado Pet, se estableció que no se cuenta con un manual de mantenimiento que llene las expectativas del proceso productivo, ya que si bien es cierto se cuenta con manuales del fabricante, estos tienen deficiencias tales como: el idioma, frecuencias en horas de trabajo, mano de obra no calificada, inventario de repuestos etc.

De acuerdo a lo anterior, se propone realizar un manual de mantenimiento basado en los aspectos siguientes.

- Diseñar un catálogo de máquinas
- Diseñar un plan de mantenimiento de las máquinas
- Diseñar un programa de mantenimiento de las máquinas
- Diseñar modelos de control para el historial y retroalimentación de las máquinas.

El manual de mantenimiento se divide en los aspectos anteriores, se realizarán solicitudes y ordenes de trabajo de acuerdo al tipo de mantenimiento que la máquina necesite, es decir si es preventivo, predictivo o correctivo.



También se realizarán calendarios mensuales para la asignación de trabajos a todas las máquinas, así como controles que sirvan para establecer las fallas más frecuentes, paros, utilización de repuestos por máquina etc., esto con el objeto de poder crear un historial y retroalimentar la información para la maximización de recursos y tiempos. La planta de soplado Pet, cuenta con los siguientes equipos.

- Sopladora.
- Etiquetadora.
- Paletizadora.
- Compresor de alta presión.
- Compresor de baja presión.
- Chiller o enfriador.

De acuerdo al equipo anterior, se tomará la sopladora, como modelo para crear el manual de mantenimiento, ya que el contenido del mismo es demasiado extenso.

Luego de obtener el modelo por medio de la creación de formatos, se obtendrán los datos necesarios para ingresarlos a un software denominado MP7, quien retroalimentará las actividades planeadas por equipo de acuerdo a las exigencias de los manuales de fábrica, da como resultado programas específicos para la realización de mantenimientos preventivos y predictivos.

### **3.1 Concepto general**

El manual de mantenimiento es una serie de actividades mecánicas, eléctricas y electrónicas planificadas, programadas y controladas en base a un catálogo de equipos para conservar el servicio para el cual fue diseñada la máquina.

En la planta Pet, se realizarán listas de actividades por máquina de acuerdo al manual del fabricante para solicitar y ordenar trabajos preventivos y predictivos, para que después sean ingresados al sistema MP7, quien realizará los planes y programas de mantenimiento según las horas de trabajo que realicen las máquinas descritas.

### **3.2 Catálogo de equipos**

Un catálogo de equipos es un listado de maquinaria existente en una planta con características específicas, como primer paso se tomarán los datos más importantes de cada una de las máquinas que forman parte del estudio, los aspectos o características que debemos tomar en cuenta son.

#### **Marca**

Esta denominación es dada a cada una de las máquinas por la casa matriz o fabricante.

#### **Modelo o año de construcción**

Este determina el año de construcción y define en la mayoría de los casos la capacidad de producción.

#### **Serie**

Este determina el número de máquinas fabricadas.

#### **Datos técnicos**

Aquí definimos varios aspectos, son de los más importantes ya que es donde se obtiene la información técnica.

Los datos más comunes son.

- Consumo energía eléctrica.
- Consumo de aire.
- Consumo de agua.
- Consumo de producción

**Figura 3. Catálogo de equipo**

<b>Catálogo de Equipos</b>	
<b>Planta de soplado pet, sacos agroindustriales, s.a.</b>	
<b>Departamento de mantenimiento</b>	
<b>SOPLADORA</b>	
Marca	SIDEL
Modelo	SB08 ROUE ET FOUR
Matricula	5303
Año de construcción	2002
Potencia instalada	193 KW
Corriente de carga máxima	242 amp.
Tensión del sector	400 V.
Tensión de comandos	110 V.
Frecuencia	50 hertz.
<b>PALETIZADORA</b>	
Marca	ZECCHETTI
Modelo	PAL.300.PET
Matricula	000.4327.20
Año de construcción	2003
Potencia instalada	50 KW
Corriente de carga maxima	80 AMP.
Numero de fases	3
Tensión de servicio	480 V AC
Tensión auxiliar	28 V DC.
<b>ETIQUETADORA</b>	
Marca	SACMI
Modelo	2903975 X N
Numero de serie	2544
Año de construcción	2002
Tensión de servicio	480 V AC
Frecuencia	50-60 HERTZ
Corriente de carga máxima	15 AMP.
Potencia instalada	3 KW.
<b>COMPRESOR DE BAJA PRESION</b>	
Marca	KAESER
Modelo	ASD 40S
Presión maxima de operación	125 PSI
Presión minima de operación	80 PSI
Capacidad de suministro de aire	166 CFM
Temperatura de operación	167- 200 F
<b>Datos del motor del compresor</b>	
potencia instalada	40 HP
Velocidad	3600 RPM
Tension de servicio	460 V 3-fases
Corriente de carga maxima	47 AMP.
Marca	BELLIS & MORCOM
Modelo	WH28H3N
Presion maxima de operación	45.5 BAR G.
Capacidad de suministro de aire	1680 m3/hora
<b>Datos del motor del compresor</b>	
potencia instalada	266 KW
Velocidad	735 RPM
Tension de servicio	460 V 3-fases
<b>ENFRIADOR O CHILLER</b>	
Marca	CARRIER
Modelo	30RA040
Voltaje	460 V
Fase	3 FASES
Frecuencia	60 HERTZ

Estos datos se deben tener en un lugar de fácil acceso, ya que cuando es necesaria la compra de repuestos la mayoría de las veces los proveedores solicitan algunos datos, además con estos datos se pueden realizar análisis de consumos energéticos y otros.

### **3.3 Planificación del mantenimiento**

El plan de mantenimiento no es más que un conjunto de actividades preventivas o predictivas que deben realizarse a una máquina.

Las actividades de mantenimiento preventivo son acciones basadas en prevenir fallas. Estas actividades se realizan en forma cíclica y repetitiva con una frecuencia determinada.

La planificación de la capacidad de mantenimiento determina los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos de mantenimiento, estos recursos incluyen: la mano de obra, materiales, repuestos equipo y herramientas.

Entre los aspectos fundamentales de la capacidad de mantenimiento se incluyen la cantidad de trabajadores de mantenimiento y sus habilidades, las herramientas requeridas para el mantenimiento, etc.

En el plan de mantenimiento propuesto se realizará la asignación de las actividades, ubicación de las partes en la máquina, tipo de mano de obra, prioridad de la actividad y lo más importante la frecuencia de la realización para la sopladora SB08, basados en el manual de fabrica.

Además se debe mencionar que se puede utilizar un mismo plan a varias máquinas o equipos que sean similares, por lo general se realiza en bombas, aire acondicionados, montacargas, motores eléctricos, otros.

### **3.3.1 Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es aquel planeado que se lleva a cabo para hacer frente a fallas potenciales.

Puede realizarse con base en el uso o las condiciones del equipo. El mantenimiento preventivo con base en el uso o en el tiempo se lleva a cabo de acuerdo con las horas de funcionamiento o un calendario establecido.

Requiere un alto nivel de planeación, las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias, en la determinación de la frecuencia por lo general se necesitan los manuales de las máquinas proporcionados por los fabricantes, en donde se especifican los periodos o las horas establecidas, luego se debe tomar en cuenta que tan agresivo es el medio donde han sido ubicada la planta, (la temperatura del ambiente, altura sobre el nivel del mar, este en el caso de los compresores, humedad del aire, otros), y las condiciones de operación.

### **3.3.2 Mantenimiento predictivo**

Este mantenimiento se lleva a cabo con base en las condiciones conocidas del equipo o sea las condiciones iniciales de operación. Esta condición del equipo determina vigilar los parámetros del equipo cuyos valores se ven afectados por su uso.

El mantenimiento predictivo es una filosofía más que un método de trabajo, se basa en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin llegar a ser un paro correctivo sino mas bien un paro programado, se usan para ello instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas. Por el tipo de maquinaria los análisis propuestos son mediciones eléctricas (amperaje, voltaje) y análisis de vibraciones, para motores eléctricos.

## **Ventajas**

Los resultados directos que se pueden obtener son los siguientes.

- Los trabajos son realizados en la fecha debida.
- Se tiene tiempo para programar y preparar las reparaciones que llevan mayor tiempo.
- Un funcionamiento más eficiente de la maquinaria.
- Aumenta la producción de cada máquina.
- Estimula el desarrollo laboral de los trabajadores.

De acuerdo a la descripción anterior, se establecerá un modelo para realizar el plan de mantenimiento en la planta de soplado Pet, se tomará como base los manuales de fabrica para establecer las frecuencias de horas de trabajo en este caso para la sopladora SB08, la cual será ingresada al software MP7, que generará el plan de mantenimiento para la máquina.

A continuación se presenta los pasos para realizar la retroalimentación al software por medio de los datos siguientes.

Como primer paso se le coloca nombre al plan de mantenimiento, en este caso se le da el nombre de una de las máquinas (Sopladora SB08), se usa una codificación para definir las partes principales de la máquina, partes secundarias y subpartes de estas, además se define la actividad, frecuencia, especialidad y prioridad.

## **Ejemplo**

### **Codificación y partes principales de la máquina.**

<b>Código</b>	<b>Parte</b>
01	Horno
02	Rueda transferencia de preforma
03	Rueda de soplado
04	Rueda de transferencia de botella
05	Energía operativa
06	Transmisión
07	Parte de mando

La numeración de dos dígitos identifica a cada una de las partes de la máquina (en este caso tomaremos como ejemplo las partes de la sopladora SB08), el 01 corresponde al horno.

## **Ejemplo.**

### **Código, partes y sub partes principales del horno.**

01A	Entrada de preforma
01B	Control de enmangado
01C	Enmangado y desenmangado de preforma

En esta se observa el código y subpartes del Enmangado y desenmangado de preforma (01C), por medio de dos dígitos y una letra. Como segundo paso se determina el código de las partes y subpartes, se debe de establecer la frecuencia, en este caso esta en horas de operación, y la especialidad de la mano de obra, es decir: mecánica, eléctrica, lubricación, neumática, plomería, soldadura, limpieza, otras.

**Ejemplo**

<b>Código</b>	<b>Parte/descripción</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Especialidad</b>
01C110	Cojinete guía Sustitución	12,000	Mecánica
01C120	Muelle de Túrnela Sustitución	12,000	Mecánica
01C150	Leva de Enmangado Engrase con Pincel	125	Lubricación

Como tercer paso y ultimo la prioridad de la actividad, que determina si es alta, media o baja para realizarla.

**Ejemplo**

<b>Código</b>	<b>Parte/descripción</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Prioridad</b>
01C110	Cojinete guía Sustitución	12,000	Mecánica	Alta
01C120	Muelle de Túrnela Sustitución	12,000	Mecánica	Media
01C150	Leva de Enmangado Engrase con Pincel	125	Lubricación	Baja



Cuando las actividades son ingresadas al software se describe la especialidad y la prioridad en la orden de trabajo por medio de figuras y flechas.

<b>Especialidad.</b>	<b>Significa</b>
Foco o bombillo	electricista
Bote de grasa	lubricación o engrase
Destornilladores	mecánica
Escobas	limpieza
Tuberías	plomero

<b>Prioridad</b>	<b>Significa</b>
Flecha hacia arriba	alta
Flecha hacia en medio	media
Flecha hacia abajo	baja

### **3.3.3 Plan de mantenimiento propuesto para sopladora SB08**


De acuerdo al ejemplo anterior luego de determinar las partes, subpartes, frecuencia, especialidad y prioridad de las actividades de una máquina, en este caso que es sujeto de estudio la sopladora SB08, por medio de los manuales de fábrica, estos datos deberán ser ingresados por el jefe de mantenimiento de la Pet, al software MP7; lo cual generará el plan de mantenimiento para esta máquina.

De la misma forma se realizará para todas las máquinas, esto permite conocer cual será el mantenimiento preventivo y predictivo a realizar a todos los equipos de la planta de soplado Pet.

A continuación se presenta un ejemplo de lo que el software genera al solicitar realice un plan de mantenimiento para la sopladora SB08.

**Figura 4. Plan de mantenimiento propuesto**

<b>SACOS AGROINDUSTRIALES, S.A.</b>		(clave ISO)
Nombre del Departamento		
<b>PLAN SOPLADORA SIDEL SB08</b>		
 <b>Unidad:</b>	<b>HORAS</b>	October 19, 2006 12:03 PM
Parte/Actividad	Frecuencia	
<b>SOPLADORA SIDEL SB08</b>		
- SOPLADORA SIDEL SB08		
-- (01) HORNO		
--- (01A) ENTRADA PREFORMA		
---- (01A070) DETECCION PRESENCIA PREFORMA		
LIMPIEZA Y CONTROL VISUAL	125	 
--- (01C ) CONTROL ENMANGADO		
---- (01C010) CONTROL ENMANGADO DEFECTUOSO		
CONTROL DE EYECCION DE PREFORMA DEFECTUOSA	3,000	 
---- (01C020) LEVA DE EYECCION DE PREFORMA		
ENGRASE CON PINCEL	125	 
--- (01D) ENMANGADO DESENMANGADO PREFORMA		
---- (01D110) COJINETES GUIA EJE DE TURNELA		
SUSTITUCION	12,000	 
---- (01D120) MUELLE DE TURNELA		
SUSTITUCION	12,000	 
---- (01D150) LEVA DE ENMANGADO		
ENGRASE CON PINCEL	125	 
---- (01D210) LEVA DE DESENMANGADO		
ENGRASE CON PINCEL	125	 
---- (01D220) LEVA DESEMBRAGABLE		
ENGRASE CON PINCEL	125	 
--- (01E) TRASLADO Y VOLTEO DE TURNELAS		
---- (01E010) RIELES DE GUIA DE TURNELAS		
LUBRICAR LOS RIELES	500	 
---- (01E060) COJINETES ENLACE INTERTURNELAS		
CONTROLAR EL ESTADO	12,000	 
--- (01G) ROTACION TURNELAS		
---- (01G010) CADENA FIJA ROTACION TURNELAS		
ENGRASE CON PINCEL	500	 

Parte/Actividad	Frecuencia	
--- (01H) CALDEO		
---- (01H010) LAMPARAS		
LIMPIEZA Y CONTROL VISUAL	500	 
---- (01H020) REFLECTORES		
LIMPIEZA Y CONTROL VISUAL	500	 
--- (01I) CARGA PASO PREFORMA SALIDA HORNO		
---- (01I050) LEVA DE VELOCIDAD DE PINZAS		
ENGRASE CON PINCEL	125	 
--- (01J) REFRIGERACION		
---- (01J070) RAMPA REFRIGERACION CON AGUA		
LIMPIEZA Y CONTROL VISUAL	500	 
--- (01K) CONTROL DE TEMPERATURA		
---- (01K030)CAMARA CONTROL TEMPERATURA PRE		
LIMPIEZA Y CONTROL VISUAL	125	 
-- (02) TRANSFERENCIA DE PREFORMA		
--- (02A) CABEZA DE BRAZO DE TRANSFERENCIA		
---- (02A020) MUELLE DE PINZAS		
SUSTITUCION	6,000	 
---- (02B030) PINZAS		
CONTROLAR CALIDAD DE LA TRANSFERENCIA	500	 
--- (02B) CINEMATICA BRAZO DE TRANSFERENCIA		
---- (02B010) LEVA DE TRANSFERENCIA PREFORMA		
ENGRASE CON PINCEL	125	 
---- (02B040) GUIA DE TRASLADO		
ENGRASE PISTOLA DOSIFICADORA	250	 
-- (03) RUEDA		
--- (03A) CONJUNTO DE ALARGAMIENTO		
--- (03B) CONJUNTO DE TOBERA		
--- (03C) CONJUNTO DE SOPLADO		
---- 03C050 ELECTROVALVULA PRESOPLADO		
---- 03C070 ELECTROVALVULA SOPLADO		
---- 03C090 ELECTROVALVULA DESGASIFICACION		
--- (03D) MOLDES		
---- 03D010 SUPERFICIE DE CENTRADO DE MOLDES		
ENGRASE CON PINCEL	125	 
--- (03E) APERTURA_CIERRE DE MOLDE		

Parte/Actividad	Frecuencia	
---- 03E020 PASTILLA DE CARBURO AMORTIGUADOR		
CONTROLAR EL ESTADO	250	 
---- 03D030 ARBOL BISAGRA UNIDAD PORTAMOLDE		
ENGRASE CON BOMBA DE GRASA	125	 
---- 03D060 ARBOL DE MANDO		
ENGRASE CON BOMBA DE GRASA	125	 
---- 03D170 ENGRASADOR LEVA APERTURA MOLDE		
SUSTITUCION	1,500	 
---- 03E180 ENGRASADOR LEVA CIERRE MOLDE		
SUSTITUCION	1,500	 
---- 03E220 DETECCION ESFUERZO CIERRE MOLDE		
CONTROLAR EL FUNCIONAMIENTO	3,000	 
--- (03F) BLOQUEO CUERPO DE MOLDE		
---- 03F030 LEVA DESBLOQUEO		
ENGRASE CON PINCEL	125	 
---- 03F050 DETECCION MOLDE NO BLOQUEADO		
CONTROLAR EL FUNCIONAMIENTO	3,000	 
---- 03F060 LEVA DESBLOQUEO		
ENGRASE CON PINCEL	125	 
---- 03F080 DEDOS Y EJE DE BLOQUEO		
ENGRASE CON PINCEL	125	 
---- 03F110 PASTILLA CARBURO DEDO MTO. BLOQU		
CONTROLAR EL ESTADO	250	 
--- (03G) COMPENSACION CUERPO DE MOLDE		
---- 03G010 MANDO COMPENSACION		
---- 03G040 JUNTA DE COMPENSACION		
--- (03H) CONJUNTO FONDO DE MOLDE		
---- 03H010 LEVA DE BAJADA FONDO DE MOLDE		
ENGRASE CON PINCEL	1,500	 
---- 03H020 AMORTIGUADOR LEVA DE BAJADA		
CONTROLAR EL ESTADO	3,000	 
---- 03H070 LEVA SUBIDA FONDO DE MOLDE		
ENGRASE CON PINCEL	1,500	 
---- 03H120 GUIA DE TRASLADO FONDO DE MOLDE		

Parte/Actividad	Frecuencia	
ENGRASE CON PISTOLA DOSIFICADORA	250	
CONTROLAR EL ESTADO	250	
--- (03I) CHASIS Y REVESTIMIENTO RUEDA SOPL		
---- 03I010 NIVEL		
CONTROLAR EL ESTADO	3,000	
-- (04) TRANSFERENCIA DE BOTELLAS		
--- (04A) CABEZA DE BRAZO DE TRANSFERENCIA		
---- 04A020 MUELLE DE PINZAS		
SUSTITUCION	6,000	
--- (04B) CINEMATICA BRAZO DE TRANSFERENCIA		
---- 04B020 LEVA DE TRANSFERENCIA		
ENGRASE CON PINCEL	125	
---- 04B050 GUIA DE TRASLADO		
ENGRASE CON PISTOLA DOSIFICADORA	250	
-- (05) ENERGIA PARTE OPERATIVA		
--- (05A) CIRCUITO NEUMATICO COMUN		
---- 05A010 FILTRO BAJA PRESION		
CONTROLAR EL ESTADO	6,000	
--- (05B) AGUA		
---- 05B010 FILTROS		
SUSTITUCION	6,000	
---- 05B070 JUNTA GIRATORIA		
ENGRASE CON BOMBA DE GRASA	6,000	
--- (05C) ELECTRICIDAD		
---- 05C010 COLECTOR ELECTRICO		
SUSTITUCION	12,000	
-- (06) TRANSMISION		
--- (06A) PUESTA MOVIMIENTO MAQUINA		
---- 06A010 MOTOREDUCTOR		
VACIADO	6,000	
--- (06B) CONX MOTOREDUCTOR PINON MANDO		
---- 06B020 ENGRASADOR ARBOL DE TRANSMISION		
SUSTITUCION	1,500	
---- 06B050 CORONA DE ORIENTACION RUEDA		
ENGRASE CON BOMBA	125	

Parte/Actividad	Frecuencia	
---- 06B100 FRENO		
LIMPIEZA Y CONTROL VISUAL	1,500	
---- 06B110 CORREA		
CONTROLAR ESTADO Y TENSION	4,000	
--- (06C) CONX ARBOL TRANS RUEDA_ARBOL INTE		
---- 06C030 CORREA		
CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO	4,000	
--- (06D) CNX ARBL INTER_ARBL TRANS PREFORM		
---- 06D040 CORREA		
CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO	4,000	
--- (06E) CNX ARB TRANS PREF_ARB TRANS BOT		
---- 06E040 CORREA		
CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO	4,000	
--- (06F) CNX ARB TRANS PREF_ARB INTER HORN		
---- 06F050 CORREA		
CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO	4,000	
--- (06G) CNX ARB INTER HORNO_RUEDA CAM PAS		
---- 06G080 COJINETES ARBOL RUEDA DE PASO		
ENGRASE CON BOMBA DE GRASA	500	
---- 06G070 COJINETES ARBOL HORNO		
ENGRASE CON BOMBA DE GRASA	500	
---- 06G080 COJINETES ARBOL RUEDA ALIM PREFO		
ENGRASE CON BOMBA DE GRASA	500	
---- 06G110 CORREA		
CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO	4,000	
--- (06I) CNX ARB TRANS BOTE_RUEDA SAL BOT		
---- 06I050 CORREA		
CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO	4,000	
--- (06K) ROTACION MANUAL		
---- 06K010 COJINETE		
ENGRASE CON BOMBA DE GRASA	500	
---- 06K060 CORREA		
CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO	4,000	
-- (07) PARTE MANDO		
--- (07A) ARMARIO PRINCIPAL		

Parte/Actividad	Frecuencia	
---- 07A010 CONEXIONES		
CONTROLAR EL ESTADO	6,000	 
---- 07A020 FILTROS PUERTA ARMARIO		
LIMPIEZA	500	 
---- 07A070 PILA AUTOMATA		
SUSTITUCION	6,000	 
--- (07B) CONSOLA		
---- 07B010 CONEXIONES		
CONTROLAR EL ESTADO	6,000	 
---- 07B020 FILTROS CONSOLA		
LIMPIEZA	500	 
---- 07B040 FILTROS CCM		
LIMPIEZA	500	 
---- 07B050 LAMPARAS CCM		
SUSTITUCION	10,000	 
--- (07C) COFRES ELECTRICOS EMBARCADOS		
---- 07C010 CONEXIONES		
CONTROLAR EL ESTADO	6,000	 
---- 07C020 FILTROS		
LIMPIEZA	1,500	
--- (07D) SINCRONIZACION MAQUINA		
---- 07D010 CONEXIONES		
CONTROLAR EL ESTADO	8,000	 
---- 07D030 PINON CODIFICADOR INCREMENTAL		
ENGRASE CON PINCEL	125	 

Fuente: elaboración propia, programa MP7. Primer semestre 2006.

### 3.4 Programación

La programación del mantenimiento es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos.

Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento.

El trabajo de mantenimiento para estos equipos se maneja bajo prioridades y es atendido antes de emprender cualquier otro trabajo. En la eficacia de un sistema de mantenimiento influye mucho el programa de mantenimiento que se haya desarrollado y su capacidad de adaptarse a los cambios.

Un alto nivel de eficacia en el programa de mantenimiento es señal de un alto nivel de eficacia en el mantenimiento preventivo y predictivo, a partir de esta programación se pueden sacar conclusiones para determinar si las frecuencias de inspecciones y las actividades de mantenimiento preventivo realizadas son las adecuadas, de forma técnica y económica y tienen como bases para la evaluación de la operación de un sistema de mantenimiento preventivo y predictivo.

A continuación se presenta la propuesta para la programación para la asignación de tarea al personal de mantenimiento de la planta Pet.

#### **3.4.1 Proceso para la programación y asignación de trabajos**

Se realizará una reunión de trabajo del departamento de mantenimiento, es decir el jefe de mantenimiento, electromecánicos, personal de limpieza y bodegueros, en donde se determinará.

- Establecer prioridades en el mantenimiento
- Establecer la metodología a utilizar
- Estructuración de mantenimientos preventivos





Los trabajos serán asignados por medio del plan de mantenimiento realizado por el software MP7, los cuales se asignarán por medio de una orden trabajo y para esto se solicitarán a bodega con anticipación los repuestos que sean necesarios para realizar el mantenimiento ya sea preventivo o predictivo, esto es realizado por el jefe de mantenimiento.

A continuación se presenta un ejemplo de una orden de trajo preventivo para la sopladora SB08 de la planta Pet.

**Figura 6. Orden de trabajo preventivo**

(F01-PGMT-01)  
 October 19, 2006  
 12:56 PM

**Folio: 000333**


**SACOS AGROINDUSTRIALES, S.A.**

Nombre del Departamento

**ORDEN DE TRABAJO PREVENTIVA**

Responsable: \_\_\_\_\_

















---

 **SOPLADORA SIDEL SB08**

---

Grupo: SOPLADORAS Centro de Costo: PET

Actividad del: Sunday 15/Oct/2006 al: Saturday 21/Oct/2006

		15	16	17	18	19	20	21
LIMPIEZA Y CONTROL VISUAL: (01a070) detección presencia preforma (01a) entrada preforma (01) hornos Sopladora sidel sb08. 						○		
Comentarios: _____								
ENGRASE CON PINCEL: (01c020) leva de eyección de preforma (01c) control enmangado (01) hornos Sopladora sidel sb08. 						○		
Comentarios: _____								
ENGRASE CON PINCEL: (01d150) leva de enmangado (01d) enmangado desenmangado preforma (01) hornos Sopladora sidel sb08. 						○		
Comentarios: _____								
ENGRASE CON PINCEL: (01d210) leva de desenmangado (01d) enmangado desenmangado preforma (01) hornos Sopladora sidel sb08. 						○		
Comentarios: _____								
ENGRASE CON PINCEL: (01d220) leva desenmangable (01d) enmangado desenmangado preforma (01) hornos Sopladora sidel sb08. 						○		
Comentarios: _____								
ENGRASE CON PINCEL: (01d050) leva de velocidad de pinzas (01d) carga paso preforma salida hornos (01) hornos Sopladora sidel sb08. 						○		
Comentarios: _____								
LIMPIEZA Y CONTROL VISUAL: (01k030) cámara control temperatura pre (01k) control de temperatura (01) hornos Sopladora sidel sb08. 						○		
Comentarios: _____								
ENGRASE CON PINCEL: (02b010) leva de transferencia preforma (02b) cinemática brazo de transferencia (02) transferencia de preforma Sopladora sidel sb08. 						○		
Comentarios: _____								



Actividad







del: Sunday 15/Oct/2006 al: Saturday 21/Oct/2006

	15	16	17	18	19	20	21
<p>CONTROLAR EL ESTADO: 03h110 pasilla carburo dedo mio. bloqui. (03) Moqueo campo de molde (03) rueda/ Sopladora sidel sb06.</p> <p><b>Comentarios:</b> _____</p>					○		
<p>ENGRASE CON PISTOLA DOSIFICADORA: 03h120 guia de traslado fondo de molde (03h) conjunto fondo de molde (03) rueda/ Sopladora sidel sb06.</p> <p><b>Comentarios:</b> _____</p>					○		
<p>CONTROLAR EL ESTADO: 03h130 mualla traslado fondo molde (03h) conjunto fondo de molde (03) rueda/ Sopladora sidel sb06.</p> <p><b>Comentarios:</b> _____</p>					○		
<p>ENGRASE CON PINCEL: 04h020 leva de transferencia (04b) cinemática brazo de transferencia (04) transferencia de botellas/ Sopladora sidel sb06.</p> <p><b>Comentarios:</b> _____</p>					○		
<p>ENGRASE CON PISTOLA DOSIFICADORA: 04h050 guia de traslado (04b) cinemática brazo de transferencia (04) transferencia de botellas/ Sopladora sidel sb06.</p> <p><b>Comentarios:</b> _____</p>					○		
<p>ENGRASE CON BOMBA: 05h050 corona de orientacion rueda (05b) conx motorreductor pino mandril (05) transmisión/ Sopladora sidel sb06.</p> <p><b>Comentarios:</b> _____</p>					○		
<p>CONTROLAR ESTADO Y TENSION: 06h110 conxal (06b) conx motorreductor pino mandril (06) transmisión/ Sopladora sidel sb06.</p> <p><b>Comentarios:</b> _____</p>					○		
<p>CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO: 06h030 conxal (06c) conx arbol trans rueda_ arbol inter (06) transmisión/ Sopladora sidel sb06.</p> <p><b>Comentarios:</b> _____</p>					○		
<p>CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO: 06h040 conxal (06d) conx arbol inter_ arbol trans preform (06) transmisión/ Sopladora sidel sb06.</p> <p><b>Comentarios:</b> _____</p>					○		

del: Sunday 15/Oct/2006 al: Saturday 21/Oct/2006

Actividad

15 16 17 18 19 20 21

<p><b>Comentarios:</b> _____</p>													
<p><b>CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO: 06e040 correa/ (06e)</b>          crx arb trans prof_arb trans bof (06) transmision/ Sopladora sidel sb06</p>	 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px; text-align: center;">○</td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> </tr> </table>							○					
						○							
<p><b>Comentarios:</b> _____</p>													
<p><b>CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO: 06f060 correa/ (06f)</b>          crx arb trans prof_arb inter hoxi (06) transmision/ Sopladora sidel sb06</p>	 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px; text-align: center;">○</td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> </tr> </table>							○					
						○							
<p><b>Comentarios:</b> _____</p>													
<p><b>CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO: 06g110 correa/ (06g)</b>          crx arb inter homo_rueda cam post (06) transmision/ Sopladora sidel sb06</p>	 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px; text-align: center;">○</td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> </tr> </table>							○					
						○							
<p><b>Comentarios:</b> _____</p>													
<p><b>CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO: 06k060 correa/ (06k)</b>          crx arb trans bola_rueda sat bof (06) transmision/ Sopladora sidel sb06</p>	 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px; text-align: center;">○</td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> </tr> </table>							○					
						○							
<p><b>Comentarios:</b> _____</p>													
<p><b>CONTROLAR TENSION Y EL ESTADO: 06k060 correa/ (06k)</b>          relation manual (06) transmision/ Sopladora sidel sb06</p>	 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px; text-align: center;">○</td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> </tr> </table>							○					
						○							
<p><b>Comentarios:</b> _____</p>													
<p><b>ENGRASE CON PINCEL: 07f030 piston codificador incremental (07f) sincronizacion maquina/ (07) parte mandal/ Sopladora sidel sb06</b></p>	 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px; text-align: center;">○</td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> </tr> </table>							○					
						○							
<p><b>Comentarios:</b> _____</p>													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Lectura</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Lectura</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Lectura</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Lectura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15/10/2006 _____</td> <td>16/10/2006 _____</td> <td>17/10/2006 _____</td> <td>18/10/2006 _____</td> </tr> <tr> <td>19/10/2006 _____</td> <td>20/10/2006 _____</td> <td>21/10/2006 _____</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>	Lectura	Lectura	Lectura	Lectura	15/10/2006 _____	16/10/2006 _____	17/10/2006 _____	18/10/2006 _____	19/10/2006 _____	20/10/2006 _____	21/10/2006 _____	_____	
Lectura	Lectura	Lectura	Lectura										
15/10/2006 _____	16/10/2006 _____	17/10/2006 _____	18/10/2006 _____										
19/10/2006 _____	20/10/2006 _____	21/10/2006 _____	_____										

Fuente: elaboración propia, programa MP7., primer semestre 2006.



A continuación se presenta el formato de solicitud de mantenimiento correctivo.

**Figura 8. Solicitud de mantenimiento correctivo**

<b>Máquina:</b>			
<b>Departamento:</b>			
<b>Operador:</b>		<b>Código:</b>	
<b>Mecánico:</b>		<b>Código:</b>	
<b>Descripción de la falla:</b>			
<b>Trabajo realizado:</b>			
<b>Fecha de iniciación:</b>		<b>Hora inicio:</b>	
<b>Fecha de finalización:</b>		<b>Hora finalización:</b>	

VoBo. Produccion	VoBo. Mantenimiento
------------------	---------------------

Fuente: elaboración propia, departamento de mantenimiento., segundo semestre 2006.

#### 3.4.4 Orden de trabajo correctivo

Luego de recibida la solicitud de mantenimiento correctivo por el departamento de producción el jefe de mantenimiento deberá de realizar una orden de trabajo correctivo en base a los datos que contenga su software.

A continuación se da un ejemplo de una orden de trabajo correctivo de acuerdo al sistema MP7.



Figura 9. Orden de trabajo correctivo propuesto.

<p><b>SACOS AGROINDUSTRIALES, S.A.</b></p> <p><b>MANTENIMIENTO PLANTA PET</b></p> <p><b>ORDEN DE TRABAJO CORRECTIVA</b></p> <p><b>(Monday, August 27, 2007 3:40:50 PM)</b></p>	<p><b>(F01-PGMT-01)</b></p> <p><i>August 27, 2007</i></p> <p><b>3:41 PM</b></p> <p><b>Folio: 000658</b></p> <p><b>Responsable: WILLIAM ROJAS</b></p>
--	--

---

**DATOS DEL EQUIPO**

Equipo:	SOPLADORA SIDEL S808		
Base de Datos:	Planta Pet.m01		
Sección:	EQUIPOS		
Régimen:	LECTURAS		
Lectura Contador:	14,875 HORAS		
Lectura Acumulada:	14,875 HORAS		

**DATOS DE LA FALLA**

Descripción de la falla:	Tobera no sube		
Prioridad de la falla:	ALTA		
Requiere paro:	No		
Especialidad:	MECANICA		
Tipo Falla:	PRESION MANDO ELECTROVALVULA	Otra:	_____
Observaciones:	Revisar las electrovalvulas de accionamiento		

**DATOS DE LA PERSONA QUE REPORTO LA FALLA**

Nombre:	DARIO PALMA		
Departamento:	MANTENIMIENTO		
Teléfono:	24731453		
Extensión:			
Correo electrónico:			

**REPORTE DEL TECNICO**

Orden de trabajo terminada

Realizó:	_____		
Fecha Programada:	27/08/2007		
Fecha realización:	_____		
Lectura:	_____		

---

Nombre y firma de conformidad

\_\_\_\_\_

---

1 de 1

(F01-PGMT-01)

Fuente: elaboración propia, programa MP7., primer semestre 2006.

### **3.5 Control**

El control es una parte esencial, y se puede aplicar a un sistema de mantenimiento, incluye lo siguiente.

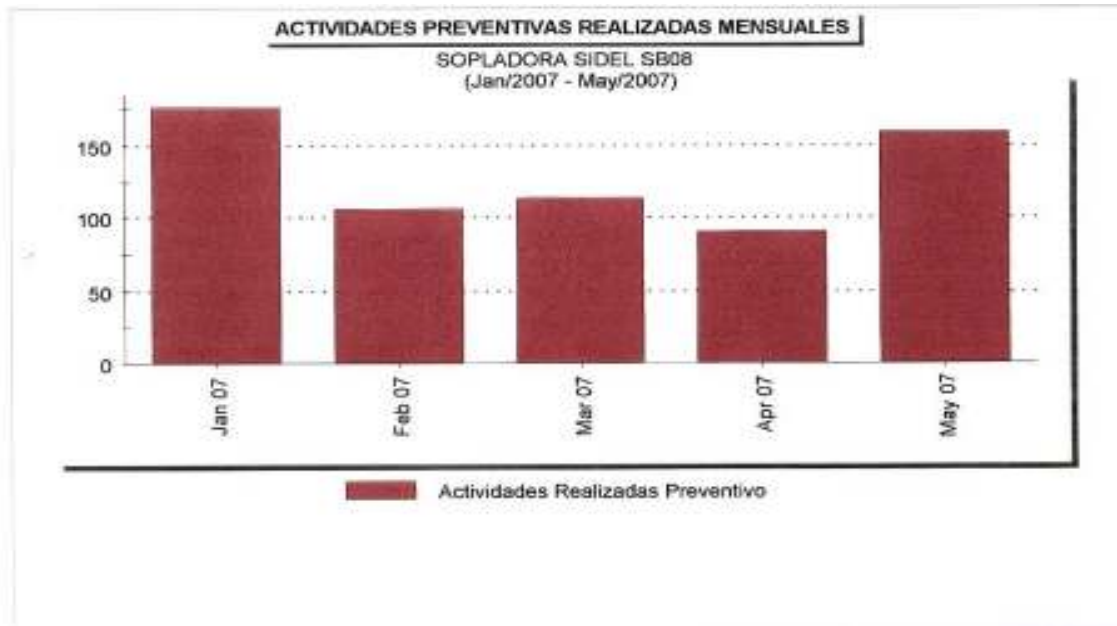
#### **3.5.1 Control de actividades realizadas por máquinas**

El sistema de mantenimientos se pone en movimiento por la demanda de trabajos de mantenimiento. El sistema de órdenes de trabajo es la herramienta que se utiliza para controlar el trabajo de mantenimiento. Una orden de trabajo bien diseñada con un adecuado sistema de informes es el corazón del sistema de mantenimiento.

El control de la cantidad de actividades que se realizan por máquina, sirve para determinar la carga de trabajo preventivo, predictivo o correctivo. El software no solo sirve para generar planes, programas y ordenes de trabajo de mantenimiento, sino que también genera historial de actividades por máquina.

A continuación se presenta un ejemplo graficado de actividades realizadas en el año de la sopladora SB08 de la planta Pet.

**Figura 10. Actividades realizadas por máquina**



Fuente: elaboración propia, programa MP7., primer semestre 2006.

### 3.5.2 Formatos de control de paros

Debido a lo complejo de la información a recabar en las fichas se hizo necesario el diseño de modelos para introducir datos, se presenta la forma de cargar datos para cada documento técnico, en cada casilla de la ficha aparece el anuncio de lo que se debe contener, y en esta descripción se tiene el contenido ideal que debe llevar.

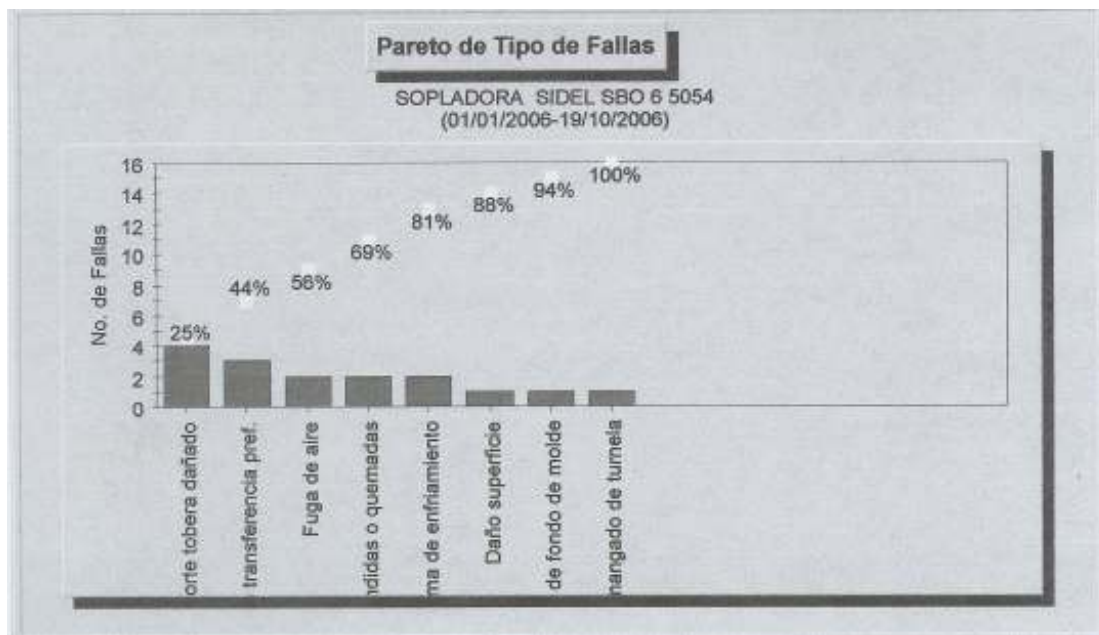


### 3.5.3 Gráficos de fallas

El gráfico de control de fallas es una herramienta con la cual se puede observar de forma rápida y práctica, el tiempo o el número de veces que cada una de las máquinas paro y se deben tomar en las correcciones necesarias para disminuir el tiempo de para hasta llegar a valores que sean aceptables.

A continuación se presenta un ejemplo de grafica de fallas por medio del sistema MP7 de la sopladora SB08.

**Figura 12. Gráfica de fallas en un período determinado.**




Fuente: elaboración propia, programa MP7., primer semestre 2006.

### 3.6 Costo del plan

Los costos de implementación para la propuesta del programa en un manual de mantenimiento tienen como ventaja que estos son bajos y fáciles de aplicar y de acuerdo a la investigación realizada en la planta Pet, esta cuenta con los recursos económicos y humanos para desarrollarlo.

Los costos empleados en la aplicación del programa de manual de mantenimiento en la planta Pet son los siguientes.

**Figura 13. Costos de implementación manual mantenimiento**

 <b>Planta de soplado Pet, Sacos Agroindustriales, S.A.</b> <b>Departamento de mantenimiento</b> <b>Costos de implementación del manual de mantenimiento</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Suma total</b>
1	Ciento de hojas bond	Q 5.00	Q 5.00
1	Tinta de impresión	Q 150.00	Q 150.00
4	Estaterias de metal	Q 200.00	Q 800.00
100	Fotocopias	Q 0.10	Q 10.00
1	Computadora	Q 4,200.00	Q 4,200.00
1	Calculadora casio	Q 50.00	Q 50.00
2	Llamadas internacionales	Q 400.00	Q 800.00
1	Cañonera	Q 8,000.00	Q 8,000.00
1	Programa de mantenimiento	Q 9,000.00	Q 9,000.00
<b>Suma total</b>			<b>Q 23,015.00</b>

Tipo de cambio: Q. 7.65 por \$. 1.00 US DOLLAR

NOTA: SE CONTABILIZARAN LOS COSTOS DE CAPACITACIÓN SOLO PARA CONOCERLOS, YA QUE LA PLANTA PET CUENTA CON LA MAYORIA DE LO QUE SE NECESITA PARA IMPLEMENTARLO.

Fuente: elaboración propia, departamento de mantenimiento., primer semestre 2006.

## **4. METODOLOGÍA DE LAS CINCO ESES (5'S)**

La metodología 5'S es un método ligado a la calidad total, que se originó en el Japón bajo la orientación de W.E. Deming; hace más de cuarenta años y que está incluida dentro de lo que se conoce como mejora continua o Gemba Kaizen. El movimiento en cuestión a cobrado un gran auge en las empresas occidentales a partir del bajísimo costo que implica su puesta en marcha, el ahorro en costos y recursos, la reducción de accidentes, el incremento en la motivación personal y los incrementos en la calidad y productividad entre muchos otros. De tal manera que se observa que la planta Pet, cuenta con los recursos profesionales, humanos y económicos para poder aplicar esta metodología, la cual se presenta a continuación.

### **4.1 Aplicación de la metodología 5'S**

Las 5'S representan la selección, el orden, la limpieza, la pulcritud y la disciplina, las cuales en la medida que se aplican dan la posibilidad de contar con una calidad mas elevada en los procesos que enmarca el sistema de gestión de la calidad ISO 9000, por consiguiente se obtienen menos costos, los tiempos de búsqueda de repuestos se pueden volver mas rápidos, las reparaciones de mejor calidad y minimizar los tiempos en las fallas y por consiguiente una mejor calidad en el producto final.

Este método será aplicado a la bodega de repuestos y suministros, bodega de productos inflamables y el taller de reparaciones, esto permitirá que el de mantenimiento sea de calidad y eficiencia. Es necesario tener el área de trabajo en óptimas condiciones, por medio del orden, la limpieza, ubicación de herramientas y equipo. Además se debe contar con una bodega de repuestos en donde las piezas sean fáciles de ubicar.

#### **4.1.1 Seleccionar (Seiri)**

Ejecutar el seleccionar significa diferenciar entre los elementos necesarios de aquellos que no lo son, en donde descartar a estos últimos.

Ello implica una clasificación de los elementos existentes en el lugar de trabajo entre necesarios e innecesarios. Para ello se establece un límite a los que son necesarios. Un método práctico para ello consiste en retirar cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos treinta días.

El otro método hace uso de una de las herramientas de gestión “el diagrama de Pareto”, en función de ello habría que separar los pocos vitales de los muchos triviales. Ello significa que como promedio entre un 20% y un 30% de los elementos son utilizados entre el 80% y 70% de las oportunidades, mientras que entre un 80% y 70% de los restantes elementos sólo se utilizan entre el 20% y 30% de las veces.

Así pues queda en claro que en el trabajo diario sólo se necesita un número pequeño de los numerosísimos elementos existentes en el gamba (lugar de trabajo). El lugar de trabajo está lleno de máquinas sin uso, troqueles y herramientas, productos defectuosos, trabajo en proceso, materias primas, suministros y partes, repuestos, anaqueles, contenedores, escritorios, bancos de trabajo, archivos de documentos, estantes, tarimas, formularios, entre otros.

La colocación de etiquetas rojas de un tamaño adecuado (sobre los elementos innecesarios) permite visualizar luego de la selección, la cantidad de elementos sobrantes o innecesarios en el lugar de trabajo. Surge luego que hacer con tales elementos, de tratarse de documentación deberá asignársele un código y proceder a su archivo de tal manera que al ser necesario hacer uso de ellos se podrán encontrar de forma fácil los mismos y evita la pérdida de tiempo o el extravío de los mismos.



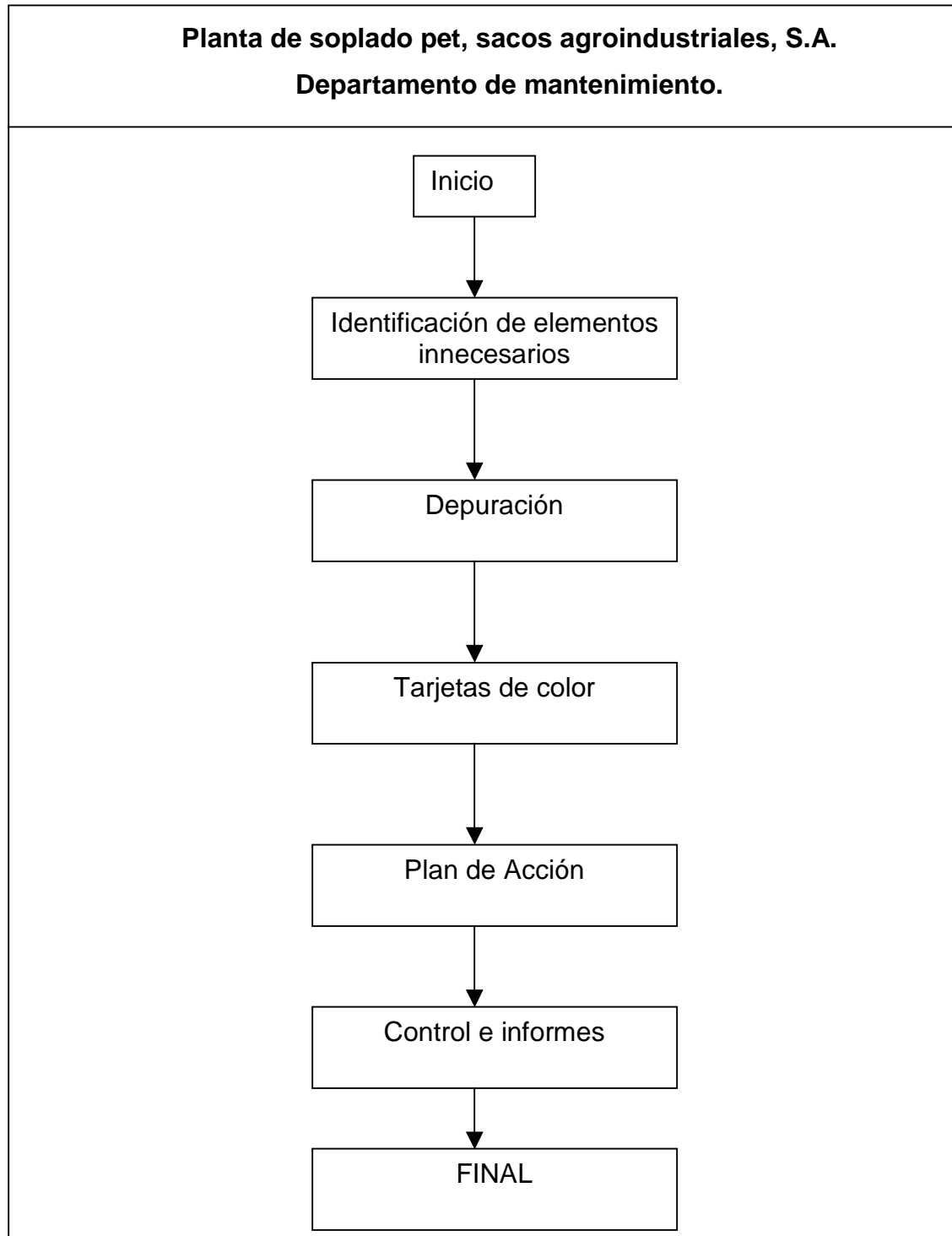
En el caso de máquinas o herramientas podrán ser destinadas a sectores que necesiten de ellas o bien ubicarlas en un área que permita su utilización por diversos sectores (siempre claro está de que se trate de máquinas y herramientas de muy escaso uso, que no justifique la pérdida de espacio físico).

En las empresas que no practican la disciplina de las 5 S, el caos que rodea a sus empleados absorbe sus energías. El noventa por ciento del tiempo viven en medio del desorden, aunque este no sea visible. El liberarse del caos otorga la suficiente energía y claridad para producir más y mejores ideas.

Esta es la primera parte de las 5 S donde se crean almacenamientos en donde se ubica solo lo necesario y se logra eliminar los objetos innecesarios que perjudican el control visual del trabajador, impiden la circulación entre las áreas de trabajo, inducen a cometer errores en el manejo de productos, papeles, etc.; y en numerosas oportunidades ocasiona accidentes dentro del área de trabajo.

A continuación se presenta el procedimiento general en diagrama de bloques para la implementación de seleccionar, en la planta Pet para el departamento de mantenimiento, aplicado a la bodega de repuestos y suministros, bodega de productos inflamables y taller de reparaciones.


**Figura 14. Diagrama de bloques de seleccionar**



Fuente: elaboración propia, diagrama de bloques, primer semestre 2006.

El reglamento interno en la aplicación de seleccionar, es tener una visión clara y precisa de los elementos innecesarios. Ahora veremos el reglamento diario de seleccionar.

**Figura 15. Reglamento interno de seleccionar**

 <p><b>Planta de soplado pet, sacos agroindustriales S.A.</b> <b>Departamento de mantenimiento</b> <b>Reglamento interno de seleccionar</b></p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Separar en el sitio de trabajo las cosas que sirven de las que no sirven.</li><li>2. Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.</li><li>3. Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.</li><li>4. Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a provocar averías.</li><li>5. Eliminar información innecesaria, que pueda conducir a errores de interpretación o de actuación.</li><li>6. Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo de rutina.</li><li>7. Mantener en el lugar de trabajo solo lo que se necesita.</li></ol>

---

Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

Existen aspectos importantes en el proceso de aplicación de seleccionar, como es el de eliminar. Este punto es de vital importancia ya que representan la base de los cuatro puntos posteriores.

#### **4.1.1.1 Identificación de elementos innecesarios**

El primer paso en la selección consiste en preocuparse de los elementos innecesarios del área, y colocarlos en el lugar seleccionado. El procedimiento para identificar los elementos innecesarios es el siguiente:

- a. Visualizar los artículos, herramientas, repuestos, equipo, suministros que están deteriorados o dañados, en general que se considere que no puedan ser de utilidad en el área.
- b. Es de gran utilidad tomar fotografías del área para poder contar con la evidencia y el historial.
- c. Levantar un inventario correspondiente al área, en el formato utilizado en la actualidad.

La identificación de elementos innecesarios, puede dar confusión en la aplicación, ya que los trabajadores no consultan a sus jefes sobre ciertos artículos que se comparten. Es necesario crear el normativo para evitar que se eliminen artículos necesarios, en el caso de la planta Pet, será realizado por el Jefe de mantenimiento, mecánicos y personal de limpieza:

- a. Para la identificación de elementos, deberán hacer acto de presencia el jefe de mantenimiento y sus trabajadores.
- b. El levantado del inventario físico, debe hacerse en conjunto con el representante de la bodega de repuestos y suministros, bodega de artículos inflamables y el taller de reparaciones.

El formato de inventario deberá describir, cantidad de artículos, descripción, utilidad, falta de utilidad o no útil, justificación del traslado.

**Figura 16. Formato general de elementos innecesarios**

 <p><b>Planta de soplado pet, sacos agroindustriales, S.A.</b>  <b>Departamento de mantenimiento</b>  <b>Elementos innecesarios</b></p> <p><b>Bodega de suministros</b> _____  <b>Bodega de inflamables</b> _____  <b>Taller de reparaciones</b> _____</p> <p>(Marque con una X la unidad a inspeccionar)</p>				
<b>Cantidad de piezas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Útil</b>	<b>No útil</b>	<b>Justificación del traslado</b>

Jefe de área

Encargado del proyecto

---

Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

#### **4.1.1.2 Depuración**

Es el proceso de retirar o desalojar de forma física en área del trabajo todo aquello que ya no sirve o está deteriorado, esto quiere decir depositarlo en la basura o llevarlo a un área de reciclado si este lo permite. En este punto es necesario contar con la autorización del jefe inmediato superior y con firma del encargado de área para evitar posibles contradicciones de que hacer con el desecho.

La planta Pet cuenta con un área de reciclaje, por lo que el procedimiento de depurar todos los elementos que no sirven dentro del área es el siguiente.

- a. Finalizado el inventario del área, se tiene evidencia física de los artículos en el formato general del inventario. Se procede a introducir los artículos que no sirven, dentro de las bolsas.
- b. Una vez colocadas en las bolsas se proceden a ubicarlas en el recipiente de basura o en el lugar respectivo.
- c. Se debe tener mucho cuidado en seleccionar los artículos que sean tóxicos, o que estén oxidados, ya que esos ocasionan accidentes y son perjudiciales para la salud.
- d. Una vez introducidos los artículos en la basura se proceden a firmar y sellar la hoja de inventarios.

Las normas por seguir en la depuración son las siguientes:

- a. El jefe del área debe estar presente, sin excusas, para poder evidenciar lo concerniente al área.

- b. En caso de no contar con la presencia del jefe de área, este no podrá delegar derechos a segundas personas, para tomar decisiones respecto al área.
- c. Se tiene como máximo dos semanas después de ejecutada la depuración, mantener la basura en las áreas correspondientes.

#### **4.1.1.3 Tarjetas de control**

Este tipo de tarjetas permite marcar o denunciar que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva. Para efectos de aplicación en la planta Pet, se utilizará una tarjeta de color rojo, la cual indica si se trata de elementos que no pertenecen al trabajo como ejemplo, recipientes con grasa, repuestos usados, envases con líquidos de limpieza, repuestos sin ubicar, etc., también puede ser utilizada para mostrar o destacar un problema identificado; el proceso de aplicación de la tarjeta de color es la siguiente:

- a. En reunión con el jefe de mantenimiento, se procede a la aprobación del color de la tarjeta y que no interfiera a colores de tarjetas utilizadas en otra parte.
- b. Estar posicionado en el área en donde se quiere mejorar, hay que hacerse las preguntas correspondientes, como las siguientes: ¿Es necesario este elemento?, ¿Es necesaria esta cantidad?, ¿Tiene que estar colocado aquí?, ¿Puede ser reubicado en otra parte?
- c. Una vez identificados los elementos, se procede a registrar en la tarjeta el plan de acción a seguir.
- d. Si es necesario, se puede realizar una reunión con el jefe de área, donde se decide que hacer con los elementos identificados.

La normativa para asignar las tarjetas de color dependerá del jefe de mantenimiento de acuerdo a lo investigado en esta metodología, la cual se presenta a continuación.

- a. Las tarjetas deben tener impreso, el nombre de la empresa, número de tarjeta, departamento o área, en que proceso de las cinco eses se encuentra, el plan de acción por tomar, fecha de iniciación y fecha de finalización, así como las firmas del responsable del área y el responsable de la ejecución.
- b. Tarjeta de color verde, indica que no existe problema de contaminación u obstrucción alguna.
- c. Tarjeta de color rojo, indica si se trata de elementos que no pertenecen al trabajo como por ejemplo, recipientes con grasa, repuestos usados, envases con líquidos de limpieza, repuestos sin ubicar, herramientas fuera de lugar, etc.
- d. Tarjeta de color amarillo, indica que todo esta bajo control, es decir que no existe problema alguno. Esta tarjeta será ubicada en el área respectiva, por el encargado de ejecutar el proyecto.

A continuación se presenta un formato en donde se marca con un "X" se establecerá cual es el área a marcar, es decir la bodega de repuestos o de productos inflamables o el taller de reparaciones.





#### **4.1.1.4 Plan de acción**

Si durante la ejecución de la primera S, no se logró eliminar una gran cantidad de elementos innecesarios, que no se pudieron retirar por problemas técnicos o por no tener una decisión clara sobre qué hacer con ellos, para estos materiales se preparó un plan de acción para eliminarlos. El procedimiento es el siguiente:

- a. Se mantienen los elementos en el mismo sitio, para después tomar la acción respectiva en la reunión.
- b. Estos elementos se recogen y se inspeccionan, para que luego sean puestos en bolsas o en los recipientes que sean los adecuados para su eliminación, deberán estar identificadas con su respectiva tarjeta.
- c. Una vez identificados son llevados a las afueras del área de trabajo y puestos en el lugar respectivo.
- d. Una vez inspeccionada se procede a su eliminación.

El plan de acción descrito en la tarjeta debe indicar los métodos para eliminar los elementos, tales como desecharlo, venderlo, devolverlo al proveedor, destruirlo o reutilizarlo, etc. Para esto es necesario seguir las normas que se mencionan a continuación.

- a. El jefe de mantenimiento debe determinar el procedimiento a seguir con respecto a los elementos innecesarios.
- b. El representante del proyecto es la persona encargada de ejecutar el plan de acción, este debe estar encaminado al reciclaje y conservación del medio ambiente.


#### **4.1.1.5 Control e informes**

Es necesario preparar un informe, donde se registre el avance sobre las acciones planificadas, como las que ya se han introducido y los beneficios aportados. El jefe de mantenimiento deberá preparar este documento y publicarlo en un lugar visible.

A continuación se muestra el procedimiento de control e informe final de la primera S (selección.)

- a. El jefe del área es el encargado de llevar el control en cuanto a la ejecución de cada paso de las cinco eses.
- b. El control es llevado por medio de cronograma, el cual describe cada una de las etapas de las cinco eses por ejecutar, así como el tiempo estimado para llevarlo a cabo.
- c. El informe final debe contener la cantidad de elementos innecesarios, la fecha de eliminación, así como el proceso de eliminación.

Figura 18. Control cronograma digital

 Planta de soplado pet, sacos agroindustriales, S.A. Departamento de mantenimiento Cronograma digital de control e informes							
		Semestre					
Area de trabajo	Metodología 5'S	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Bodega de repuestos y suministros	Seleccionar	■					
	Organizar		■	■			
	Limpiar				■		
	Pulcritud					■	
	Disciplina						■
Bodega de productos Inflamables	Seleccionar	■					
	Organizar		■				
	Limpiar			■			
	Pulcritud				■		
	Disciplina					■	
Taller de reparaciones	Seleccionar	■					
	Organizar		■				
	Limpiar			■			
	Pulcritud				■		
	Disciplina					■	


Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

A continuación se presentan las normas a seguir, en cuanto a la elaboración del control e informe final.

- a. El encargado de mantenimiento es el único encargado de elaborar los controles sobre la base de cronogramas de ejecución.
  
- b. El informe final debe contener la firma del jefe de área.
  
- c. El informe final será ubicado en un lugar visible, en forma de boletín informativo, dentro del área mejorada.

El formato de informe final se presenta a continuación en la figura 19.

Figura 19. Formato de informe final.

 <b>Planta de soplado pet, sacos agroindustriales, S.A.</b> <b>Departamento de mantenimiento</b> <b>Informe final</b> <b>Metodología 5´S</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Elementos innecesarios</b>	<b>Fecha de eliminación</b>	<b>Responsable</b>	<b>Controles en acción</b>

---

Jefe de área

---

Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

#### **4.1.2 Orden (*Seiton*)**

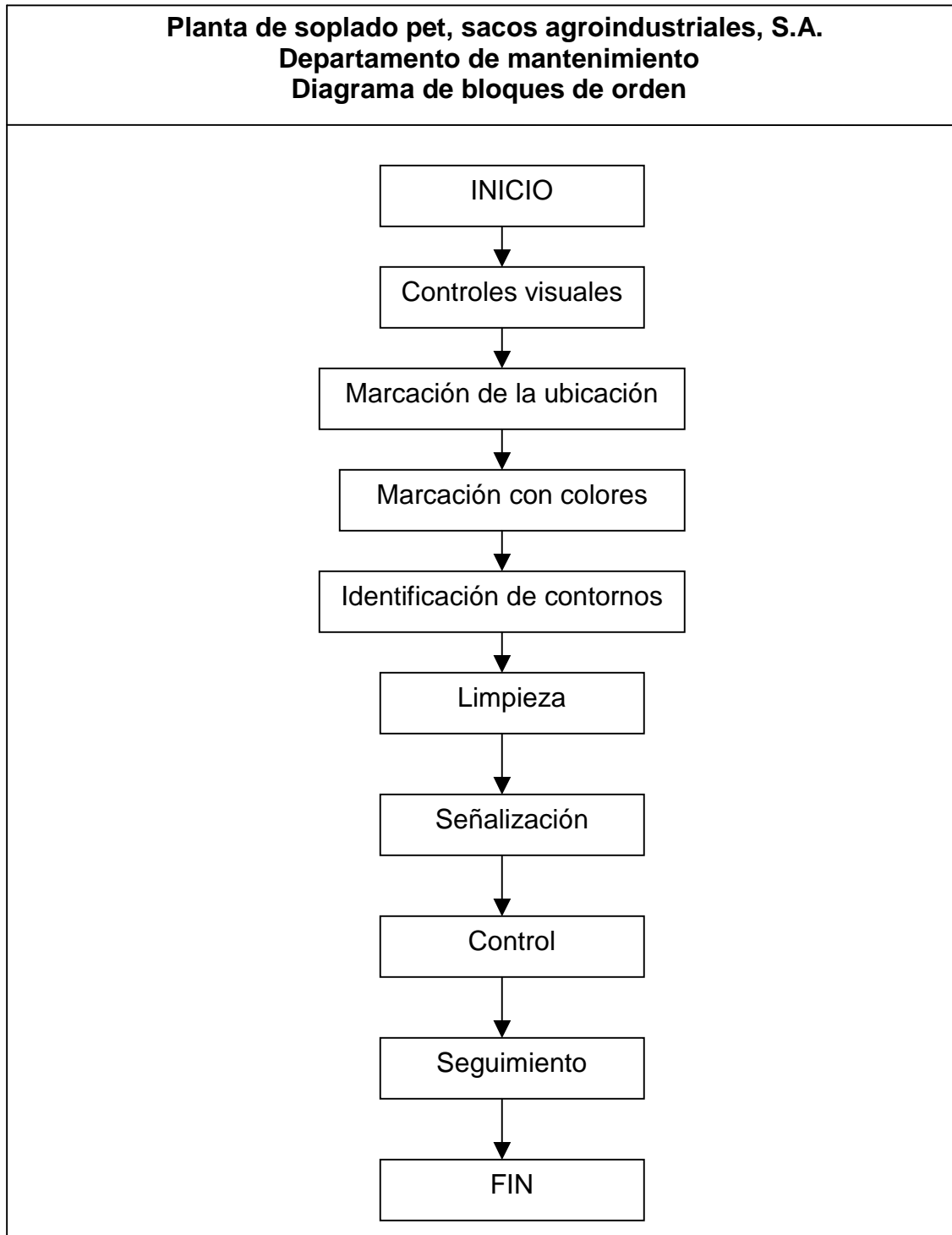
Se han eliminado los elementos innecesarios, y esta definido el lugar donde se deben ubicar aquellos elementos que necesitamos con frecuencia, identificándolos, para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados.

El pensamiento de que hay que estar preparado ante lo que pueda presentarse, muchas veces se transforma en sobre acumulación de objetos dentro del área. Con esto lo que se obtiene es una montaña de productos, papeles y demás cosas, y se corre el riesgo que el polvo, insectos y roedores, se alberguen en las zonas.

Todo lo anterior es una forma de facilitar o tratar de destacar cualquier objeto que se deje desordenado, lo que permite a los trabajadores observar en el momento la anomalía y emprender así la correspondiente acción correctiva dentro del área en la cual fuese encontrado el problema.

A continuación se presenta en diagrama de bloques el procedimiento general para la implementación del orden:

**Figura 20. Diagrama de bloques de orden**




Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.



El reglamento general en la aplicación del orden, es mantener ordenadas las áreas de trabajo, esto se desarrolla día a día. A continuación se presenta el reglamento diario de orden.

**Figura 21. Reglamento interno de orden**

 <p><b>Planta de soplado pet, sacos agroindustriales S.A.</b> <b>Departamento de mantenimiento</b> <b>Reglamento interno de orden</b></p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo diario, para facilitar su acceso y retorno al lugar.</li><li>2. Mantener los sitios identificados para ubicar o almacenar los elementos que se emplean con frecuencia.</li><li>3. Disponer de lugares para mantener el material o elementos que no se usaran en el futuro.</li><li>4. Facilitar la inspección visual (en el caso de maquinaria), de los elementos como equipos, sistemas de seguridad, alarmas, etc., para facilitar su inspección y control de limpieza.</li><li>5. Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, combustibles, cableado eléctrico expuesto.</li><li>6. Emplear y promover siempre el concepto, un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.</li></ol>

Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

#### **4.1.2.1 Controles visuales**

La elaboración de un plano 5'S, facilita el control visual de la empresa, la ubicación y posición de los repuestos, herramientas, equipo, etc., en general se pretende la ubicación de los elementos a ordenar en un área determinada.

El procedimiento de elaboración del plano 5'S es el siguiente.

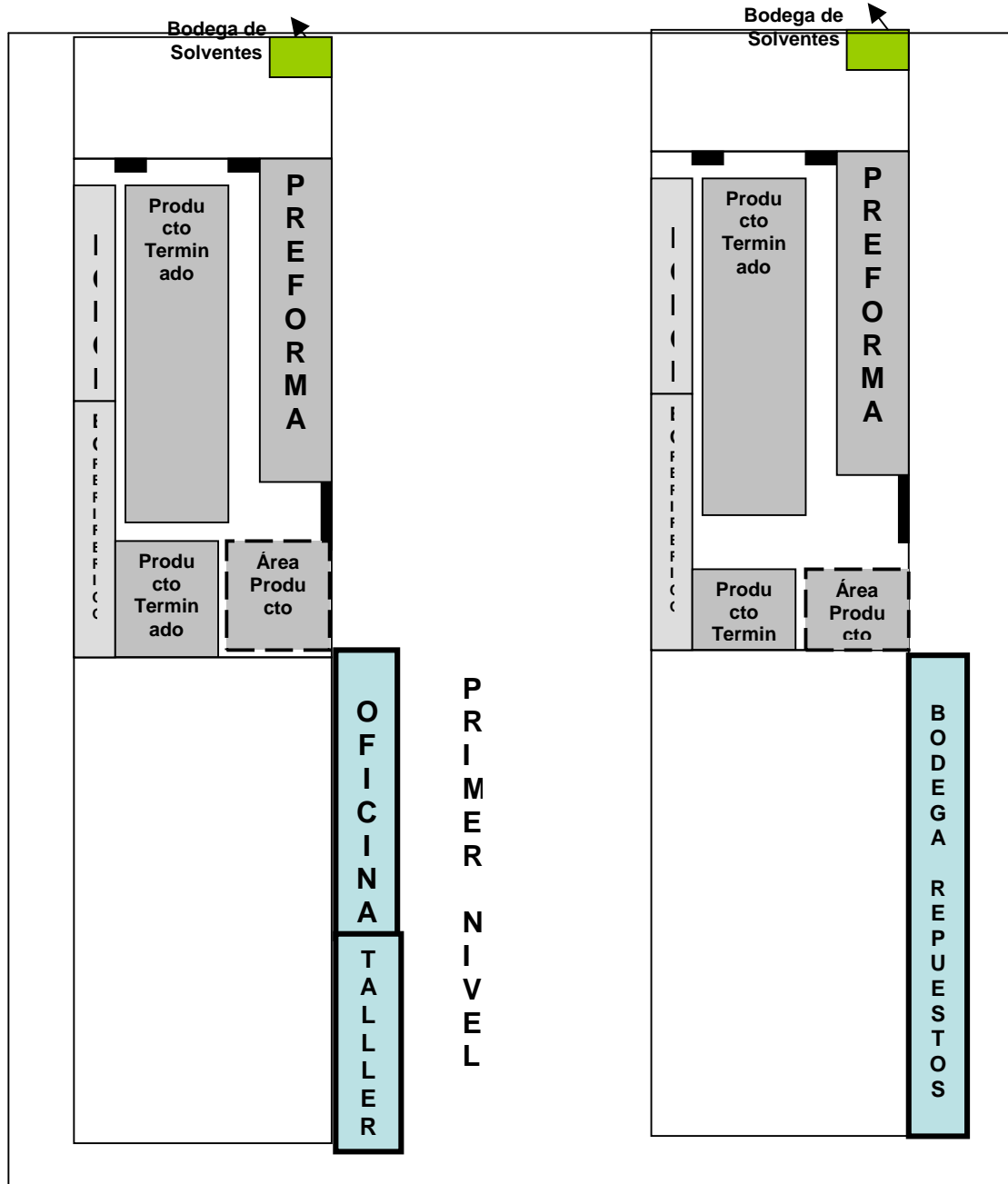
- a. Se debe contar con las medidas de las áreas a trabajar.
- b. Se desarrollo el plano por medio de un programa de computación.
- c. Con colores se pretende marcar en orden de prioridad las oficinas por mejorar.

Las normas para desarrollar los controles visuales son las siguientes.

- a. Los planos serán desarrollados en computadora en un programa adecuado.
- b. El jefe de mantenimiento debe aprobar el contenido del plano.

A continuación se presenta un plano de control visual para ser utilizado en la planta Pet, en las bodegas de repuestos y suministros; productos inflamables y taller de reparaciones.

**Figura 22. Plano de control visual**



Planta de soplado pet, sacos agroindustriales, S.A.

Departamento de mantenimiento, plano de ubicación de bodegas y taller.

Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

#### **4.1.2.2 Marcación de la ubicación**

Una vez que se han decidido las mejores localizaciones, es necesario un modo para identificar estas localizaciones de forma que cada uno conozca donde están las cosas, y cuántas cosas de cada elemento hay en cada sitio. Para esto se sigue el procedimiento siguiente.

- a. Se procede a desarrollar el formato que describen la cantidad de producto o artículos del mismo género, que se encuentran en la oficina.
- b. El formato describe la cantidad máxima y la cantidad mínima así como la disponibilidad de artículos que deben existir en el área.
- c. El formato se ubica en un lugar visible, para que pueda ser visto los trabajadores.

Para una correcta ejecución del orden en las áreas de trabajo, es necesario señalar la siguiente normativa.

- a. El jefe de mantenimiento, debe aprobar el formato de marcación por ubicación, en las áreas a mejorar.
- b. El formato debe ser utilizado una vez se haya finalizado la aplicación de la primera S.
- c. El formato aprobado debe ser ubicado en lugar visible dentro de la planta.

El formato utilizado en la empresa Sacos Agroindustriales es el siguiente.



#### **4.1.2.3 Marcación con colores**

Se utilizó para identificar la localización de puntos de trabajo, ubicación de elementos, materiales y productos, etc. En general la marcación con colores se utiliza para crear líneas que señalen la división entre áreas de trabajo y movimiento. El procedimiento de aplicación es el siguiente.

- a. Se debe de elegir el color por asignar dentro de las áreas.
- b. Se pinta sobre el piso la delimitación sobre el equipo de mantenimiento, herramientas.

La norma por aplicar es la siguiente:

- a. La marcación con colores puede ser aplicada una vez los pasos anteriores de las cinco eses, hayan finalizado.
- b. La marcación con colores debe ser hecha por una persona capaz de realizar el trabajo.
- c. La utilización de colores puede ser rojo, azul, blanco, amarillo, negro, verde. Estos pueden ser utilizados en conjunto.
- d. La pintura por aplicar dentro de las áreas, no deberá causar daño ni deterioro alguno al piso.

La bodega de productos inflamables se delimitará con color amarillo y se encuentra ubicada fuera del área de producción, no en el área de carga y descarga de materia prima. Para evitar así un riesgo potencial de incendio. Ver figura 24.

**Figura 24.**

**Marcación de colores**



Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

#### **4.1.2.4 Identificación de contorno**

Casi siempre se utilizan plantillas o dibujos de contornos para indicar la colocación de herramientas, elementos de aseo y limpieza, y algunos elementos de taller, bodega de repuestos, bodega de lubricantes. Es importante que las plantillas tengan la forma específica de los elementos que se guardan para que en cualquier momento se pueda saber que es lo que hace falta.

La identificación de contornos se realizará en las áreas de taller, bodega de repuestos, bodega de productos inflamables y donde sea necesario el procedimiento siguiente.

- a. Con marcador permanente se delimitará la orilla de los artículos sobre el lugar donde son almacenados o ubicados en las áreas analizadas.
- b. Se identificarán las estanterías con los nombres de las maquinas a las cuales corresponden los repuestos ubicados en las mismas.
- c. Se identificarán cada uno de los productos inflamables en la bodega de los mismos.
- d. En el taller se identificarán todos los equipos instalados.
- e. El armario con suministro o herramientas se delimitará en su parte interna.

La identificación de contornos es muy importante ya que con esto permite mayor control dentro del área, es por ello que es necesario seguir la norma siguiente.

- a. Se debe utilizar marcadores claros en superficies oscuras, en el caso de estanterías, armarios, etc.



- b. Si es madera utilizar marcador oscuro para resaltar la ubicación del artículo.
- c. Se deberá mantener la identificación de contornos sobre el taller o mesa de trabajo hasta que el trabajador formen el hábito por el orden.
- d. Mantener cada cosa en su lugar.

A continuación se presenta la identificación de contornos.

**Figura 25. Identificación de contornos.**

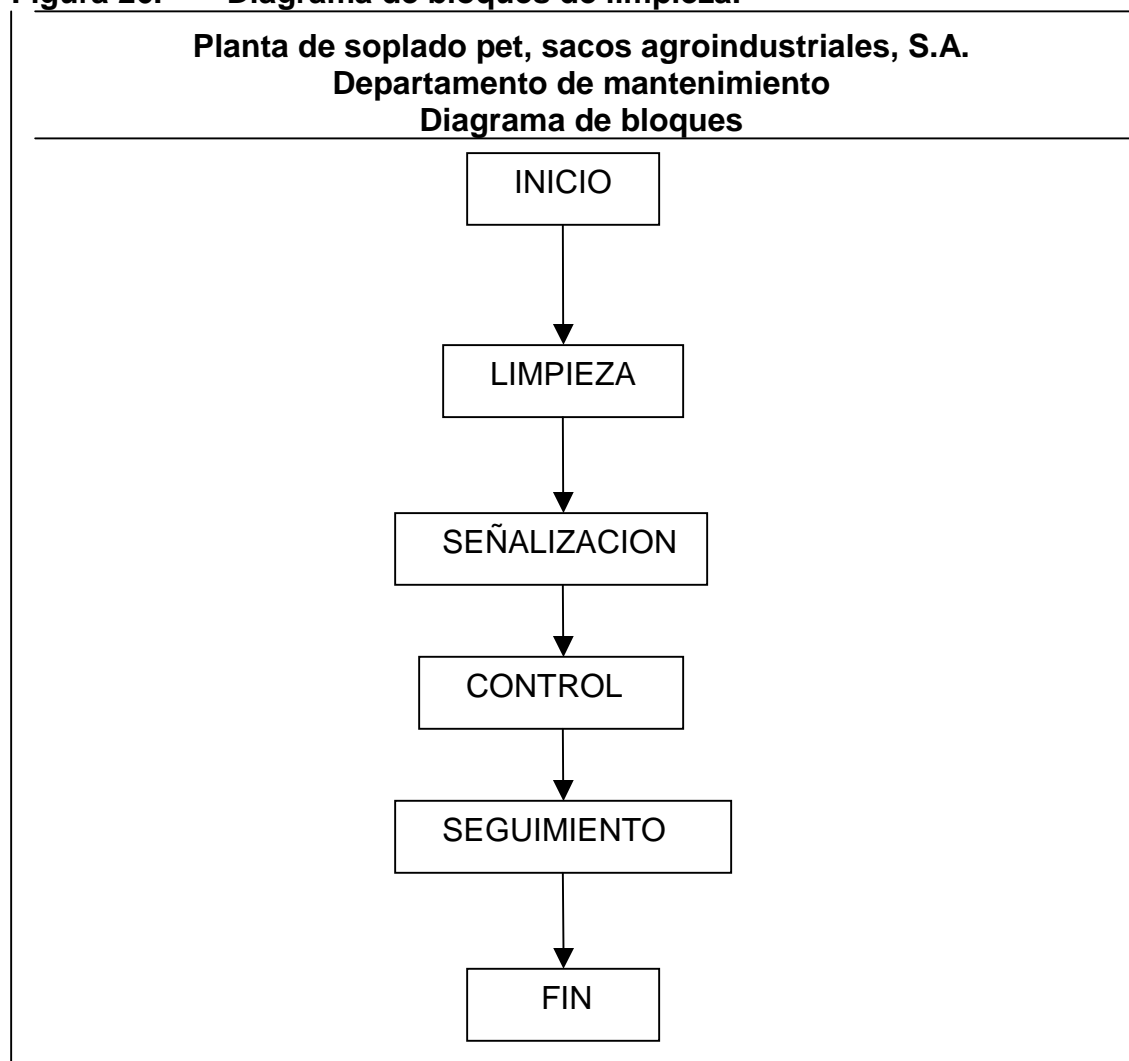


Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

### 4.1.3 Limpieza (Seiso)

Después de haber localizado los puntos críticos de las dos etapas anteriores selección y orden, se deberá resolver los problemas de limpieza y eliminar los focos de suciedad o contaminación al máximo, la única manera de lograrlo es con la colaboración y participación del personal responsable de las áreas. A continuación se presenta el diagrama de bloques del procedimiento general para la implementación de limpieza, (Ver figura 26)

**Figura 26. Diagrama de bloques de limpieza.**




Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

#### 4.1.3.1 Limpieza

Cada persona en el área de trabajo es la responsable de llevar la limpieza, de tal forma que no exista polvo en el piso, en las máquinas, en las estanterías de repuestos, lubricantes, grasas, suministros, herramientas. La limpieza propone con su práctica la disminución de problemas como averías en las máquinas, contaminación, suciedad, etc. Las reglas generales se presentan a continuación.

**Figura 27. Reglamento interno de limpieza**

 <p><b>Planta de soplado pet, sacos agroindustriales, s.a.</b> <b>Departamento de mantenimiento</b> <b>Reglamento interno de limpieza</b></p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Integrar la limpieza de 5 a 10 minutos diarios.</li><li>2. Combinar la limpieza con la inspección, asumiéndola como una actividad de mantenimiento autónomo.</li><li>3. Abolir la distinción entre operarios del proceso, encargado de limpieza técnicos de mantenimiento, todos son responsables por el aseo de su área, equipos y herramientas.</li><li>4. Asignar un encargado de cada área de trabajo.</li><li>5. Buscar, con la limpieza las fuentes de suciedad y contaminación hasta eliminar sus causas primarias.</li><li>6. Repetir el ciclo de barrer, limpiar, revisar, arreglar, durante el día.</li></ol>

---

Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

El procedimiento para desarrollar una limpieza con éxito, se expresa a continuación.

- a. Una vez finalizada las dos eses anteriores (seleccionar y orden), se desarrolla una campaña denominada el gran día de la limpieza.
- b. Los encargados de la limpieza son los trabajadores de cada área.
- c. Para dar como finalizado se pintarán las áreas que sean necesarias.

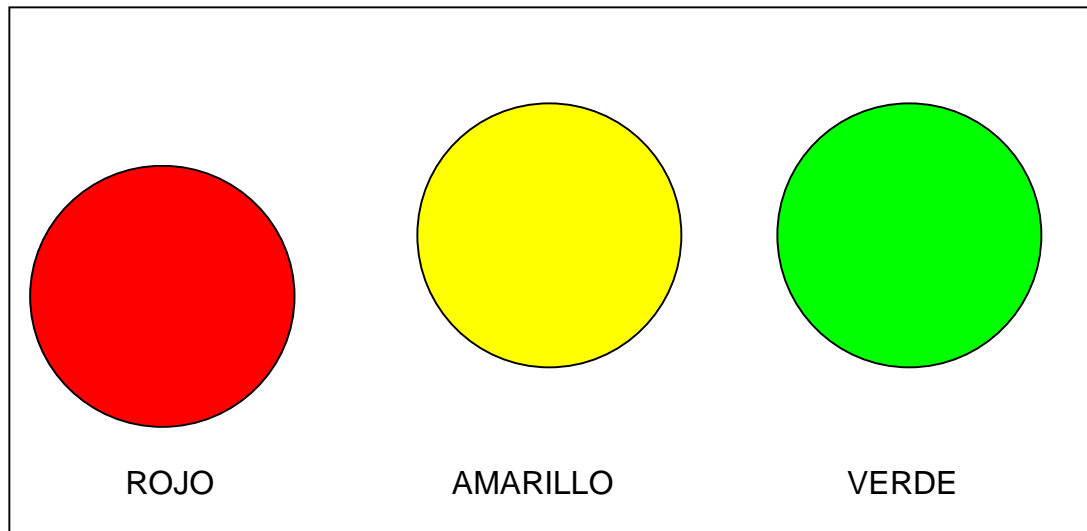
#### **4.1.3.2 Señalización**

El área, cualquiera que ésta sea deberá contener un color específico para observar, si en realidad esta limpia o sigue sucia, la señalización es por colores y su forma de identificación es un círculo de dimensiones grandes, que se ubica en la puerta de entrada de cada área para que el trabajador lo pueda observar. El proceso es el siguiente:

- a. Se dibujan círculos de tamaños medianos, por medio de computadora.
- b. Los círculos son de color rojo, amarillo y verde, esto indica la prioridad del área en cuanto a limpieza.
- c. El círculo de color es colocado en la puerta de entrada, el cual puede ser observado a simple vista.

A continuación se muestra la figura de señalización, (Ver figura 28)

**Figura 28. Señalización**



---

Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

La norma que regula este punto se presenta a continuación.

- a. La señalización de color rojo, expresara que el área permanece sucia durante largos períodos de tiempo (días, semanas, etc.), y se debe actuar de inmediato.
- b. El color amarillo en la señalización, indicará que el área permanece sucia en ciertas horas del día.
- c. El color verde, indicará que el área esta limpia.
- d. La señalización deberá estar ubicada en un lugar visible de preferencia la puerta de entrada a cada oficina.

#### **4.1.3.3 Control**

Le corresponde al jefe de mantenimiento desarrollar el control, consiste en observar durante el día que las actividades se lleven a cabo.

Después se reportan las observación al encargado del programa sobre el desenvolvimiento del mismo (limpieza).

La normativa que corresponde a este punto es el siguiente:

- a. Se desarrollarán inspecciones visuales por parte de jefe de mantenimiento de la planta Pet, en las áreas sujetas a estudio.
- b. Se levantará un reporte por parte del jefe de mantenimiento de la planta Pet, el cual deberá expresar las condiciones físicas en el área.
- c. El reporte de limpieza debe ser discutido en reunión con el Gerente del departamento de mantenimiento de la planta Pet, para ver el grado de avance.
- d. En el caso de que la limpieza no esté en las condiciones que dicta el reglamento general, se procederá a una llamada de atención y si el problema continua; se tomarán las medidas del caso para el empleado a cargo de esta área.

#### **4.1.3.4 Seguimiento**


El procedimiento que se le da al seguimiento de la limpieza, deberá de estar organizado por el personal de área y se deberá realizar cuantas veces sea necesario durante el día; el tiempo promedio de limpieza en una oficina es de cinco a diez minutos. Al momento de practicar la limpieza no debe olvidarse las dos primeras S (seleccionar y orden).

La normativa aplicada es la siguiente:

- a. El formato de seguimiento a la limpieza, deberá contener los días y las horas en que fueron tomadas las inspecciones, así como el nombre de quien la realizó.

- b. El seguimiento a la limpieza, será una inspección visual por parte de los trabajadores en su área respectiva.
- c. En el caso que no fuese llenado el formato el día respectivo, este no podrá ser sustituido por otro día ni alterado.

**Figura 29. Formato seguimiento a la limpieza**

 <b>Planta de soplado pet, sacos agroindustriales, S.A.</b> <b>Departamento de mantenimiento.</b> <b>Formato de seguimiento de limpieza.</b>						
<b>Hora</b>	<b>Nombre</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>

\_\_\_\_\_  
 Jefe de mantenimiento

---

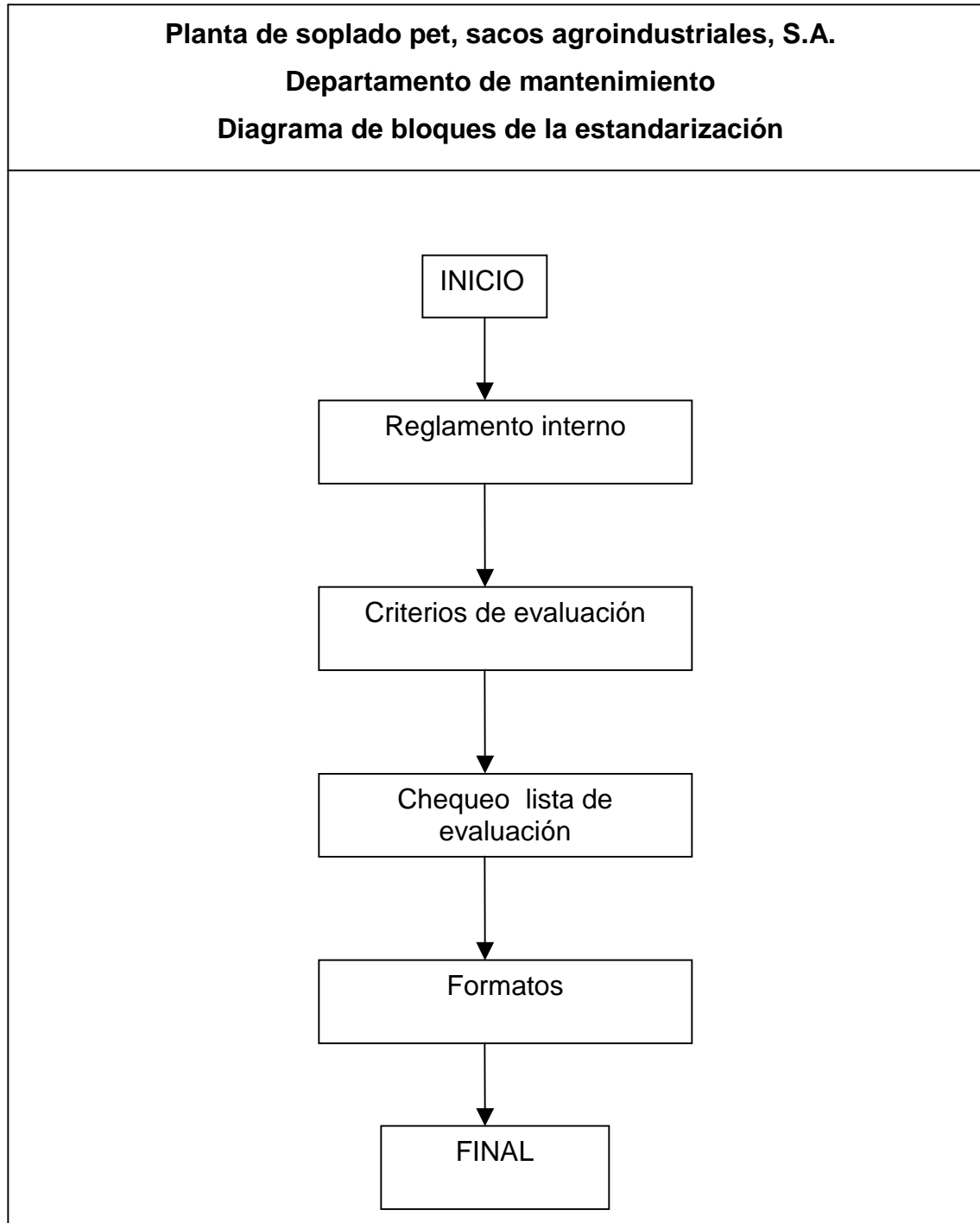
Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

#### **4.1.4 Estandarización (*Seiketsu*)**

Esta cuarta S pretende mantener el estado de la limpieza y organización, ya alcanzado con las tres primeras S (orden, limpieza, seleccionar). Para lograr infundir la cultura de estandarización de la limpieza se emplean diferentes herramientas, la localización de fotografía del sitio de trabajo en condiciones de antes y después para que puedan ser vistas por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debe permanecer el área. A continuación se presenta en diagrama de bloque el procedimiento general de implementación de la estandarización.



**Figura 30. Diagrama de bloques de la estandarización**




Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

#### 4.1.4.1 Reglamento interno

El reglamento interno pretende que además de mantener la limpieza de la persona por medio de uso de ropa adecuada, mascarillas, guantes, redecillas para el cabello, se conserve un entorno de trabajo saludable, limpio, y agradable para todos.

**Figura 31. Reglamento interno de estandarización**

 <p><b>Planta de soplado pet, sacos agroindustriales S.A.</b> <b>Departamento de mantenimiento</b> <b>Reglamento interno de estandarización</b></p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mantener el estado de la limpieza alcanzado con las tres S primeras.</li><li>2. Mantener limpio el entorno del trabajo.</li><li>3. Acumular conocimiento y experiencias, será necesario en cuanto a la limpieza y el orden.</li><li>4. Utilizar los medios adecuados de protección en la limpieza (redecillas, guantes, etc.)</li><li>5. Hacer el estado visible para todos, por medio de fotografías del mantenimiento establecido.</li><li>6. Se debe inspeccionar el estándar alcanzado y verificar su cumplimiento.</li><li>7. Mantener y mejorar continuamente el estándar.</li></ol>

Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

#### **4.1.4.2 Criterios de evaluación**

Es aquí en donde el jefe de mantenimiento, junto con el personal a cargo del programa, deben aplicar los criterios para que se mantenga las 5'S en funcionamiento para que las áreas sujeto de estudio se encuentren cada vez mas ordenadas y limpias.

Los criterios son el punteo que se le debe de dar a las áreas en la evaluación y estos van con un máximo de cuatro puntos hasta un mínimo de un punto. La normativa a seguir es la siguiente:

- a. La evaluación de la primera S (seleccionar), deberá de contener el equipo mínimo para trabajar.
- b. La evaluación de la segunda S (orden), deberá contener orden y ubicación del equipo, materiales y documentos.
- c. La evaluación de la tercera S (limpieza), deberá contener limpieza de área de trabajo, del equipo y mobiliarios de cada unidad analizada en la planta Pet.
- d. La evaluación de la cuarta S (estandarización), deberá contener el uso del equipo, uso de instalaciones y servicios generales, además el uso racional de los materiales.
- e. La evaluación de la quinta S (disciplina), deberá contener disciplina en el uso de tiempo para trabajar, cumplimiento de las normas establecidas, responsabilidades y obligaciones.

#### **4.1.4.3 Lista de verificación**

Este deberá contener un encabezado con el nombre de la empresa, área de trabajo, fecha, parámetros de evaluación, presentación del personal, así como los aspectos básicos de las cinco eses. (5'S).

El procedimiento es el siguiente:


- a. El encargado del proyecto es la persona que evaluará las áreas sujetas de estudio, en este caso será el jefe de mantenimiento de la planta Pet.
- b. El formato debe contener las casillas respectivas para anotar los punteos.
- c. El resultado obtenido de las puntuaciones, reflejará la situación actual en la que se encuentre el área.

El normativo empleado en la evaluación que se realiza por medio de la lista de verificación es el siguiente:

- a. Formato de lista de verificación, en donde deberá reflejar la forma de evaluar las cinco eses.
- b. El jefe de mantenimiento debe de tomar las medidas respectivas para el personal que no tenga su área de trabajo de acuerdo a las expectativas planteadas.

El modelo de formato empleado en la planta Pet, es el que se describe a continuación en la figura 32.

**Figura 32. Formato de lista de verificación**

						
<b>Planta de soplado pet, sacos agroindustriales, S.A.</b>						
<b>Departamento de mantenimiento</b>						
<b>Lista de verificación</b>						
		<b>Puntaje</b>				
<b>Area de trabajo</b>	<b>Metodología 5'S</b>	<b>Malo 1</b>	<b>Regular 2</b>	<b>Bueno 3</b>	<b>Excelente 4</b>	<b>Puntos</b>
<b>Bodega de repuestos y suministros</b>	Seleccionar					
	Organizar					
	Limpiar					
	Pulcritud					
	Disciplina					
<b>Total de puntos</b>						
<b>Bodega de productos inflamables</b>	Seleccionar					
	Organizar					
	Limpiar					
	Pulcritud					
	Disciplina					
<b>TOTAL DE PUNTOS</b>						
<b>Taller de Reparaciones</b>	Seleccionar					
	Organizar					
	Limpiar					
	Pulcritud					
	Disciplina					
<b>TOTAL DE PUNTOS</b>						
<b>OBSERVACIONES:</b>						


Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

#### 4.1.5 Disciplina (*Shitsuke*)

Tiene un significado muy particular y es la disciplina, es decir todos aquellos trabajadores que al final se acoplan a la práctica continua de las cuatro eses anteriores (seleccionar, orden, limpieza y estandarizar) y que por lo tanto, han logrado el hábito de realizar estas actividades en su trabajo diario, el cual crea en los colaboradores autodisciplina.

El reglamento interno se presenta a continuación en la figura 33.

**Figura 33. Reglamento interno de disciplina.**

 <p><b>Planta de soplado pet, sacos agroindustriales S.A.</b> <b>Departamento de mantenimiento.</b> <b>Reglamento interno de disciplina.</b></p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mantener el lugar de trabajo siempre limpio y ordenado.</li><li>2. Seguir y respetar las reglas, normas organizacionales y de estándares para conservar el área de trabajo en excelentes condiciones.</li><li>3. Promover la comunicación y el compartimiento de información entre los compañeros de trabajo.</li><li>4. Fomentar las buenas relaciones humanas y el trabajo en equipo.</li><li>5. Realizar un control personal, para saber el grado de autodisciplina sobre el cumplimiento de las normas establecidas.</li><li>6. La disciplina encaminará a la planta Pet, hacia la mejora continua.</li></ol>

Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

Es indispensable que el trabajador requiera de tiempo para poder practicar las 4'S anteriores y llegar entonces hasta las 5'S. Si bien la bodega de suministros, bodega de productos inflamables y el taller han sido designadas para la aplicación de la metodología, es necesario que siempre se cuente con el apoyo de la jefatura o gerencia y es aquí el punto importante a destacar el progreso de la metodología.

#### **4.1.5.1 Plan de capacitación**

Para que la aplicación de la metodología pueda ser efectiva, dentro de esta empresa, es muy iniciar con el entrenamiento, pues resulta imposible realizar alguna actividad si no se ha tenido la capacitación adecuada.

Por lo tanto es necesario crear capacitaciones eficientes que logren el objetivo de la metodología 5'S, mantener siempre el orden y limpieza dentro de las áreas de trabajo. Es por ello que se elabora el plan de capacitación, procedimientos establecidos y acordados en cada paso de las 5'S, lo que logra con ello introducir a la empresa hacia la mejora continua.

El procedimiento de capacitación se divide en tres fases que se mencionan a continuación:

- a) Primera charla teóricas:** como introducción a los temas, el material se desarrollara a dos grupos de trabajadores, constituidos por grupos de 5 personas cada uno, a desarrollarse durante 2 horas, los días martes y jueves.

- b) **Segunda charla teórica:** se explicara sobre qué es calidad con ISO 9001-2000, que es 5´S, hacia donde se quiere enfocar y como llenar los formatos.
  
- c) **Primera charla práctica:** ya que el personal de mantenimiento y bodega comprendan el significado de la metodología, se procederá a implementar en área por área la primera S, y luego la segunda S, y así hasta llegar a la 5´S, de tal manera que será aquí el punto de partida para iniciar a implementar la metodología 5´S.


El normativo aplicado en el plan de capacitación se presenta a continuación.

- a. El plan de capacitación se presentara en reunión con la Gerencia de Mantenimiento.
  
- b. El plan deberá contener los puntos a capacitar, así como el cronograma con base en fechas de semanas por emplear.
  
- c. Todo el personal de mantenimiento y bodegas deberá asistir a la capacitación.
  
- d. La charla de bienvenida a la capacitación deberá ser desarrollada por el jefe de mantenimiento de la planta Pet.

A continuación se muestra el plan de capacitación para aplicar en el departamento de mantenimiento de la planta Pet.



Figura 34. Plan de capacitación

 Planta de soplado pet, sacos agroindustriales, S.A. Departamento de mantenimiento Plan de capacitación						
Grupos	Fases	Temas	Semanas			
			1	2	3	4
1, 2 Y 3	1	<b>Principios de selección</b> Reunión personal de mantenimiento <b>Capacitación</b> Principios de selección Orden Limpieza Estandarización Disciplina				
		Las 5'S, integrado a ISO 9000 Principio de la mejora continua Aplicación de formatos				
1, 2 Y 3	2	<b>Aplicación:</b> Practica de selección Practica de orden Practica de limpieza Practica de estandarización Practica de disciplina				

\* **Grupos:**

1. Bodega de repuestos y suministros
2. Bodega de productos inflamables
3. Taller de reparaciones

Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento, primer semestre 2006.

## 4.2 Beneficios de la metodología

La implementación de la metodología 5´S, es importante en diferentes áreas por ejemplo, permite mejorar las condiciones de seguridad industrial al beneficio de la empresa y sus empleados. Los beneficios de las 5´S son:

- a. Mantiene libre el espacio útil en la planta y oficinas.
- b. Mejor control visual ya sea en herramientas auxiliares, carpetas con información papelería documentos (elementos de oficina, taller y bodegas) etc.
- c. Prepara las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento ya que se puede apreciar con facilidad aquellos escapes fugas y contaminaciones existentes en los equipos y que con frecuencia quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentra cerca de los escritorios o equipos.
- d. Se facilita el acceso a la información debido a que se libera espacio en el sitio de trabajo.
- e. El área de trabajo se mantiene limpia y aseada, para promover la seguridad y la presentación de la empresa.
- f. Mejora la productividad global de la empresa y disminuye los errores, pues existe mayor orden en el cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- g. La vida útil de los equipos se incrementa y evita su deterioro por suciedad y contaminación.

- h. Con el constante control se reducen desperdicios en materiales y energía causada por fugas o escapes.
- i. Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- j. Al establecer una cultura basada en la disciplina se crea mayor sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos disponibles dentro del área.
- k. Fuera de la empresa los clientes percibirán que los procedimientos del trabajo se llevan de manera íntegra, lo que logra la completa satisfacción de estos.

Las cinco eses (5'S), son un buen comienzo hacia la calidad total y no le hacen mal a nadie, está en cada empleado en aplicarlas y que formen parte de su rutina diaria.


#### **4.3 Costo de implementación**

Los costos de implementación en la metodología de las 5'S tiene como ventaja que estos son bajos y fácil de aplicar y de acuerdo a la investigación realizada en la planta Pet, esta cuenta con los recursos económicos y humanos para desarrollarlo.

Los costos empleados en la aplicación de la metodología de las cinco eses, (5'S) en la planta Pet son los siguientes.

Figura 35.

Costos de implementación metodología 5'S

			
<b>Planta pet, sacos agroindustriales S.A.</b> <b>Departamento de mantenimiento</b> <b>Costos de implementación 5'S</b>			
Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Suma Total
1	Bote de pintura amarilla	Q 230.00	Q 230.00
1	Bote de pintura de aceite	Q 90.00	Q 90.00
1	Ciento de hojas bond	Q 5.00	Q 5.00
1	Tinta de impresión	Q 150.00	Q 150.00
4	Estaterías de metal	Q 200.00	Q 800.00
100	Fotocopias	Q 0.10	Q 10.00
10	Refacción para curso de capacitación	Q 10.00	Q 100.00
1	Computadora	Q 4,200.00	Q 4,200.00
1	Calculadora casio	Q 50.00	Q 50.00
2	Teléfonos	Q 120.00	Q 240.00
1	Cañonera	Q 8,000.00	Q 8,000.00
<b>Suma Total</b>			<b>Q 13,875.00</b>
NOTA: SE CONTABILIZARAN LOS COSTOS DE CAPACITACIÓN SOLO PARA CONOCERLOS, YA QUE LA PLANTA PET CUENTA CON TODOS LOS RECURSOS ECONOMICOS.			

Fuente: elaboración propia, jefe de mantenimiento., primer semestre 2006.

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la investigación realizada en la planta Pet, se estableció la necesidad contar con un manual de mantenimiento de la línea de soplado dos de la planta Pet, debido a que no se tiene ningún manual que garantice la eficiencia mecánica de las máquinas y con ello producciones eficientes.
2. Se estableció que en la planta Pet, no se tenían formatos para llevar un control sobre las ordenes de trabajo, ordenes de mantenimiento preventivo y correctivo, calendarización y otros formatos los cuales fueron creados para poder llevar controles estadísticos, historiales, en base a ellos, poder determinar de una mejor manera los cambios necesarios.
3. Al aplicar una metodología que está desarrollada en la mejora continua y en: la selección, limpieza, orden, disciplina y estandarización de las áreas que sirven para la realización del mantenimiento se reducirán los tiempos de ejecución de las reparaciones y mejorar el ambiente de trabajo.
4. Actualmente se carece de un reglamento adecuado que mejore las condiciones en las áreas de trabajo, se procedió a realizar los reglamentos generales del método 5`S y de esta forma mantener bajo control las condiciones de las áreas de trabajo.

5. Se observó que la bodega de repuestos y suministros, la bodega de productos inflamables y el taller de reparación no cuentan con un total orden, limpieza, estandarización y disciplina de los empleados de mantenimiento, lo que provoca pérdida de tiempo en la búsqueda de piezas o repuestos.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere a la empresa Sacos Agroindustriales, S.A., implementar un programa de mantenimiento para la línea de soplado dos de la planta Pet, ya que con el mismo se reducirán los paros correctivos, al contar con un historial por máquina.
2. Crear un plan de mantenimiento correctivo, analizando las fallas y de esa manera evitar el paro repentino, utilizando técnicas tales como: visuales, ultrasónicas, de temperatura, de vibraciones, electromagnéticas de radiaciones, mismas que deberán ser utilizadas para la implementación del mantenimiento predictivo.
3. Por medio de un programa informático se obtendrán formatos que servirán de herramientas de medición de la eficiencia del programa de mantenimiento, con las cuales se podrán realizar mejoras, graficar los datos y ver de forma visual la tendencia de fallas de los equipos.
4. De acuerdo a la información del programa de mantenimiento que se sugiere se podrá establecer los tiempos en los que se necesitarán los repuestos en las máquinas, siendo esto un ahorro de tiempo ya que por el lugar de origen de estas, su importación será hecha anticipadamente.
5. Desarrollar la metodología 5'S en la bodega de repuestos y suministros, de productos inflamables y taller de reparaciones, ya que estos últimos deben de estar en condiciones óptimas para obtener trabajos rápidos y de calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Camacho, Gilberto. **Introducción al proceso del PET.** México: Editorial Arteva Specialties, 1999.
2. Dounce Villanueva, Enrique. **La productividad en el mantenimiento industrial.** México: Editorial CECSA, 2001.
3. Duffuaa, Salih O. **Sistemas de mantenimiento, planeación y control.** Estados Unidos: Editorial Limusa Willey, S.A., 2004.
4. Imai, Massaki. **Kaisen, la clave de la ventaja competitiva japonesa.** México: Editorial CECSA, 1,998.
5. Imai, Massaki. **Como implementar kaizen en sitio de trabajo.** México: Editorial McGraw Hill, 1998.
6. Kosa. **“Que es y cómo se fabrica el PET”**, Boletín técnico. (s.l.) (6): 1.1999
7. **Manual de instrucciones para máquinas de moldeo por inyección soplado.estirado.** Auki technical laboratory. México: 1999.
8. **Sol 5`S interactivo.** Guatemala: INTECAP, 2003.