



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

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



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

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA  
EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA NÚMERO DOS DE  
ENVASADO DE ACEITE IDEAL**

**Esaú Juventino Esteban Girón  
Asesorado por: Ing. José Rolando Chávez Salazar**

**Guatemala, febrero de 2004**



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO  
TOTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN  
LA LÍNEA NÚMERO DOS DE ENVASADO DE ACEITE IDEAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ESAÚ JUVENTINO ESTEBAN GIRÓN**

ASESORADO POR: ING. JOSÉ ROLANDO CHAVEZ SALAZAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2004

SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuel Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahan Sanchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazmina Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuel Milson
EXAMINADOR	Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA NÚMERO DOS DE ENVASADO DE ACEITE IDEAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 5 de agosto de 2003.

**ESAÚ JUVENTINO ESTEBAN GIRÓN**

## TRABAJO DE GRADUACIÓN

### **A DIOS**

Por regalarme el don de la vida y una familia maravillosa

### **A MIS PADRES**

Juventino Esteban Mateo

Marina Mirtala Girón López.

Por ser mi mayor apoyo, mis consejeros e inspiración

### **A MIS HERMANOS**

Mirza Mirtala Esteban Girón

Carlos Juventino Esteban Girón

Por brindarme su ayuda

### **A MI NOVIA**

Nilda Soledad Zamora Chinchilla., por su amor y comprensión en todo tiempo

### **A MIS AMIGOS Y AMIGAS**

Chisco, Chonguey, Roland, Chepe Rodas, Carlos Rizo, Paúl, Rodrigo, Lico Motta, Tono Alonzo, Marlon Girón, Noé Gómez, Algedy Cruz, Mariela Cruz, Algedy Corchera y Ana Patricia Camposeco, por su aprecio y cariño

### **A COMUNIDAD SAN PABLO**

Por abrirme sus puertas y quererme como un hermano

### **ALIMENTOS IDEAL, S. A.**

A todo el personal del salón de envasado de aceite, por haberme brindados su apoyo y su conocimiento



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

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

## AGRADECIMIENTO A

- ING. ROLANDO CHAVEZ SALAZAR      Por compartir su experiencia
- ING. JUAN JOSE PERALTA              Por sus sabios consejos y su apoyo
- ING. ROBERTO VALLE GONZALEZ      Por darme una mano, durante mi carrera

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>IX</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XVII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXI</b>
<b>1. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	
1.1 Perspectiva de la empresa	1
1.1.1 Historia	1
1.1.2 Productos	2
1.1.3 Misión	3
1.1.4 Visión	4
1.2 Situación actual de la empresa	4
1.2.1 Normas	5
1.2.2 Políticas	5
1.2.3 Procedimientos	5
1.2.4 Materias primas	8
1.2.5 Descripción del proceso	8
1.3 Características del proceso	19
1.3.1 Diagrama de operaciones de proceso (DOP)	19
1.3.2 Diagrama de flujo de proceso (DFP)	21
1.3.3 Descripción de la maquinaria y equipo que se utiliza	24

<b>2. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)</b>	
2.1 Principios básicos del mantenimiento productivo total	29
2.1.1 Historia	29
2.1.2 ¿Qué es mantenimiento productivo total?	31
2.1.3 Concepto de productividad	32
2.1.3.1 Productividad parcial	32
2.1.3.2 Productividad de factor total	32
2.1.3.3 Productividad total	33
2.1.4 Reflexiones sobre la definición de mantenimiento productivo total	33
2.1.4.1 El TPM se debe considerar como una estrategia de empresa	33
2.1.4.2 El TPM no es una herramienta de Mantenimiento	34
2.1.4.3 El TPM es una estrategia orientada a eliminar y prevenir las pérdidas de un negocio	34
2.1.4.4 El TPM permite innovar una empresa	34
2.1.4.5 TPM es una estrategia donde todos los empleados participan	35
2.1.5 Objetivos que busca el mantenimiento productivo total	35
2.2 Métodos y herramientas	36
2.2.1 Definiciones	37
2.2.1.1 ¿Qué es una avería?	37
2.2.1.2 Averías crónicas y esporádicas	38
2.2.1.2.1 Averías crónicas	38
2.2.1.2.2 Averías esporádicas	39
2.2.1.3 Averías transitorias	39

2.2.2	Métodos de análisis	40
2.2.2.1	Análisis PM ( <i>Physical Method</i> )	40
2.2.2.1.1	Fundamentos del análisis físico	41
2.2.2.2	Análisis porqué-porqué	44
2.2.2.3	Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)	46
2.2.2.3.1	Propósitos del AMFE	47
2.2.3	Métodos de calidad	49
2.2.3.1	QC <i>Story</i> o ruta de la calidad	49
2.2.3.2	Estratificación de la información	52
2.2.3.3	Diagrama de causa y efecto ( <i>ishikawa</i> )	54
2.2.3.3.1	Construcción del diagrama de causa y efecto	55
2.2.3.3.2	Estructura de un diagrama de causa y efecto	57
2.3	Modelo de mantenimiento productivo total (TPM)	58
2.3.1	Conceptos básicos	58
2.3.2	Las actividades esenciales para la realización	59
2.4	Pilares del mantenimiento productivo total (TPM)	60
2.4.1	¿Qué son los “pilares” TPM	60

### **3. SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

3.1	Programas de mantenimiento existentes	67
3.1.1	Tipo de mantenimiento	75
3.1.2	Resultados del mantenimiento aplicado	76
3.2	Equipos y máquinas	80
3.2.1	Condiciones del área de trabajo	80
3.2.2	Condiciones del equipo y maquinaria	81
3.2.2.1	Eficacia del equipo	90
3.3	Causas de paradas en la línea de producción	106
3.3.1	Ordenadora de envases	107
3.3.2	Llenadora de envases	107
3.3.3	Taponadora de envases	109
3.3.4	Etiquetadora de envases	109
3.3.5	Encajonadora de envases	110
3.3.6	Selladora de cajas	111
3.4	Estaciones de trabajo críticas en la línea de producción	114
3.4.1	Llenadora de envases	114
3.4.2	Etiquetadora de envases	116
3.5	Porqué el mantenimiento productivo total (TPM) debe ser como un sistema de trabajo estándar	118
3.5.1	Ventajas sobre otros mantenimientos	118
3.5.2	Beneficios	119
3.5.3	Costos	123

#### 4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

4.1	Análisis de las cuatro clases de pérdidas que afectan la producción	125
4.1.1	Pérdidas crónicas en estaciones críticas del proceso	125
4.1.1.1	Defectos en el equipo	129
4.1.1.2	Averías por problemas ocultos (limpieza, lubricación y atomillaje)	129
4.1.2	Pérdidas esporádicas en estaciones críticas del proceso	130
4.1.2.1	Pérdidas por tiempos de preparación	131
4.1.2.1.1	Actividades de preparación Internas y externas	131
4.1.2.2	Pérdidas por tiempos de ajuste por cambio de presentación	133
4.1.2.3	Pérdida por tiempos de reparaciones (tiempos muertos)	135
4.1.3	Pérdidas transitorias	139
4.1.4	Pérdidas por defectos del proceso	139
4.1.4.1	Pérdidas de eficiencia y rendimiento (velocidad)	139
4.1.4.1.1	Problemas comunes relacionados con la calidad	140
4.1.4.2	Pérdidas en la calidad	141
4.1.4.2.1	Características generales de los defectos crónicos de calidad	141

4.1.4.3	Otras pérdidas	145
4.2	Plan de implementación del mantenimiento productivo total (TPM)	145
4.2.1	Siete pasos para llegar a nivel cero averías	146
4.2.2	Utilización de la herramienta para llegar a cero defectos ( <i>hinshitsu hozen</i> )	160
4.2.3	Dos etapas para iniciar un mantenimiento Planificado	162
4.2.4	Seis pasos para llegar a un mantenimiento progresivo	167
4.2.5	Estrategias para transformar el mantenimiento industrial	170
4.2.6	Cuatro fases necesarias para lograr la implementación del mantenimiento productivo total	170
4.3	Preparación al cambio por la implementación del mantenimiento productivo total	171
4.3.1	Educación y formación	173
4.3.2	Crear una cultura de trabajo en equipo e involucrar a todo el personal	176
4.3.3	Crear depósitos de conocimiento y facilitar su acceso	177
4.4	Beneficios por la implementación del mantenimiento productivo total	179
<b>5.</b>	<b>PLAN DE SEGUIMIENTO Y MEJORAMIENTO CONTINUO</b>	
5.1	Control de averías	181
5.1.1	Apoyo en el mantenimiento preventivo	181

5.1.2	Apoyo en el mantenimiento predictivo	181
5.1.3	Métodos de diagnóstico de averías (herramientas de la calidad)	182
5.1.3.1	Nuevas ideas	182
5.1.3.2	Análisis de procesos	183
5.1.3.3	Análisis de causas	183
5.1.3.4	Planeamiento	185
5.1.3.5	Evaluación	185
5.1.3.6	Recolección de datos	186
5.2	Monitoreo para retroalimentación	188
5.2.1	Evaluación al personal	188
5.2.2	Capacitación continua al personal	189
	<b>CONCLUSIONES</b>	193
	<b>RECOMENDACIONES</b>	195
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	197
	<b>ANEXOS</b>	199 - 230



**PDF**  
Complete

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

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

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Vista aérea de la planta	2
2.	Diagrama de proceso de envasado de aceite	16
3.	Diagrama de operaciones del proceso de envasado de aceite	20
4.	Diagrama de flujo del proceso de envasado de aceite	22
5.	Comportamiento de las pérdidas	40
6.	Pasos para la aplicaron del análisis PM	43
7.	Reducción de pérdidas crónicas	51
8.	Diagrama de causa y efecto	56
9.	Relación entre pilares	64
10.	Planificación programa preventivo 2003 – 2004	71
11.	Gráfico eficacia de mantenimiento	80
12.	Distribución de pérdidas en llenadora	103
13.	Distribución de pérdidas en etiquetadora	104
14.	Distribución de pérdidas en encajonadora	105
15.	Llenadora de envases ELF	115
16.	Etiquetadora de envases <i>ANKER Roland 20/5</i>	117
17.	Pasos del mantenimiento autónomo sugeridas	147
18.	Diseño de un gráfico de control	187
19.	Rueda o ciclo de <i>Deming</i>	201
20.	Bitácora de mantenimiento preventivo para llenadora ELF	203
21.	Hoja de inspección de auditoria visual	205
22.	Hoja de información de equipos	206

23.	Capacidades máximas y velocidades de operación línea No. 2	207
24.	Observaciones de efectividad para los equipos	208
25.	Plan maestro de desarrollo del TPM	209
26.	Listado para la detección de inconvenientes	210
27.	Estrategias para transformar el mantenimiento industrial	211
28.	Empleo del conocimiento en mantenimiento	212
29.	Formulario de control de proceso de la llenadora ELF	213
30.	Formulario de control de proceso etiquetadora	214
31.	Lista de verificación de arranque de llenadora ELF	215
32.	Lista de verificación de arranque de etiquetadora	216
33.	Control diario de producción de envasado de aceite	217
34.	Formulario para registro de equipos	218
35.	Expediente de verificación del equipo	219
36.	Herramientas de calidad	220
37.	Eficiencia en línea No. 2 de envasado de aceite/julio	221
38.	Eficiencia en línea No. 2 de envasado de aceite/agosto	222
39.	Eficiencia en línea No. 2 de envasado de aceite/septiembre	223
40.	Programa de limpieza para el salón de envasado de aceite	224
41.	Mantenimiento planificado y progresivo	226
42.	Estructura del mantenimiento propuesto	227
43.	Ejemplos de técnicas de calidad	228
44.	Avance de acciones planificadas	229

## TABLAS

I.	Aceite ideal en distintas presentación	3
II.	Capacidad teóricas en líneas de envasado de aceite	6
III.	Distribución de tanques de alimentación	10
IV.	Formato de inspección	45
V.	Indicador clave de mantenimiento	76
VI.	Acciones correctivas / preventivas mayo	78
VII.	Acciones correctivas / preventivas junio	79
VIII.	Acciones correctivas / preventivas julio	79
IX.	Análisis de condiciones de los equipos	82
X.	Hoja de información de la ordenadora de envases	83
XI.	Hoja de información de la llenadora de envases	84
XII.	Hoja de información de la taponadora de envases	85
XIII.	Hoja de información de la etiquetadora de envases	86
XIV.	Hoja de información de la armadora de cajas	87
XV.	Hoja de información de la encajonadora de envases	88
XVI.	Hoja de información de la selladora de cajas	89
XVII.	Observación de efectividad 1 de la llenadora de envases	97
XVIII.	Observación de efectividad 2 de la llenadora de envases	98
XIX.	Observación de efectividad 1 de la etiquetadora de envases	99
XX.	Observación de efectividad 2 de la etiquetadora de envases	100
XXI.	Observación de efectividad 1 de la encajonadora de envases	101
XXII.	Observación de efectividad 2 de la encajonadora de envases	102
XXIII.	Resumen de pérdidas en llenadora de envases	103
XXIV.	Resumen de pérdidas en etiquetadora de envases	104
XXV.	Resumen de pérdidas en encajonadora de envases	105
XXVI.	Efectividad global de encajonadora de envases	106



**PDF**  
Complete

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

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

XXVII.	Porcentaje de deterioro en todas las estaciones de trabajo en el mes de septiembre	112
XXVIII.	Efectividad global de llenadora de envases	114
XXIX.	Efectividad global de etiquetadora de envases	116
XXX.	Aumento de volumen de producción	121
XXXI.	Eliminación de perdidas de calidad	122
XXXII.	Reducción de capital invertido	122
XXXIII.	Total de beneficios por año	122



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

## GLOSARIO

<b>5B</b>	Representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar
<b>Actuador neumático</b>	Accesorios de la llenadora de envases, los cuales se activan por medio de aire comprimido para el llenado del envase, éstos son programados previamente con tiempos de llenado, según la presentación que se desee producir
<b>Ajustes</b>	Cambios adicionales que se hacen a un equipo para su buen funcionamiento, estos muchas veces son hechos por operadores con experiencia
<b>Auditorias</b>	Sistemas de evaluación, para verificar si el área en la que se ha aplicado una actividad está disponible para pasar a la siguiente, estas son realizadas por la dirección general debido a la importancia de este evento y por los efectos de compromiso que se adquiere dentro de los trabajadores



**PDF Complete**

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

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

- Banda transportadora** Es una banda de plástico, metal o hule utilizada para transportar el producto en sus distintas etapas de producción, estas bandas llevan un lado de tracción y una de cola, la transmisión de movimiento puede ser por cadenas y *esprockets* o por fajas de transmisión y poleas
- Biela** Pieza que en las máquinas sirve para transmitir esfuerzos entre órganos de las mismas, transformando el movimiento rectilíneo en rotatorio o viceversa
- Compresor de aire** Máquina para comprimir gases a presión superior a la atmosférica
- Deshumificador** Equipo que sirve para disminuir la humedad en un área específica
- Eficacia** Producir justo en el tiempo establecido y con la calidad requerida
- Eficiencia** Relación entre la producción real y la producción estándar
- Just in Time** Es una filosofía industrial que puede resumirse en: fabricar los productos estrictamente necesarios, en el momento preciso y en las cantidades debidas

<b>Kaizen</b>	Es una palabra japonesa que significa "cambio hacia lo mejor", y consiste en una serie de estrategias para conseguir progresivamente una mejora en algo
<b>Lubricación</b>	Operación que tiene por objeto anular o disminuir la resistencia de vida al rozamiento que aparece en el movimiento entre dos superficies en contacto
<b>Mantenimiento</b>	Actividades que se realizan para conservar un objeto
<b>Pilar TPM</b>	Es un elemento que sirve de camino y sustento en la implementación de el mantenimiento productivo total
<b>Polea</b>	Máquina simple que consiste en una rueda acanalada en su circunferencia, inmóvil alrededor de una eje
<b>Reductor</b>	Mecanismo para disminuir la velocidad angular de un eje, aumentando al mismo tiempo el par transmitido
<b>SAVONA</b>	Sistema encargado del control de todos los materiales involucrados en las producciones de cada una de las líneas de envasado de aceite
<b>Segmento</b>	Pieza de la etiquetadora que toma la etiqueta del tambor porta etiqueta y la coloca en el envase



**PDF**  
Complete

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

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

**Sensor**

Instrumento o sistema capaz de percibir una señal (mecánica, acústica, luminosa, calorífica, eléctrica o electrónica)



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado  
de aceite Ideal

## RESUMEN

La filosofía del mantenimiento productivo total (TPM), es un conjunto de técnicas que permiten optimizar las pérdidas de tiempo en paradas programadas y fallas del equipo para conseguir una óptima disponibilidad de la máquina, puesto que existen factores que afectan a ésta, como por ejemplo, severas condiciones operativas, operaciones en varios turnos y prácticas insatisfactorias de mantenimiento preventivo, todas estas reducen la disponibilidad de la máquina.

Este recurso de la máquina, no es más que la proporción estimada de la hora de trabajo programado, durante el cual el equipo está mecánicamente apto, para trabajar, esta suele ser muy baja cuando se tiene en una producción continua.

El presente trabajo, se inicia con una pequeña descripción de la perspectiva de la empresa, así como de la situación actual de la línea de producción, para determinar las normas y políticas de la planta, así como sus procedimientos, las materias primas utilizadas (características del proceso).

Luego se explicará el origen del mantenimiento productivo total (TPM), los métodos y herramientas que en ésta se utilizan, además, se determinará la existencia de algún programa de mantenimiento, sus resultados y las ventajas sobre otros mantenimientos. Definiendo las causas de los paros en la línea de producción, utilizando para ello las bases del mantenimiento productivo total (TPM).



**PDF**  
Complete

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

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

Con base a las causas de los paros en la línea de producción, se determinará, el o los equipos críticos durante el proceso de fabricación, se expondrá como se debe de hacer la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) dentro de la empresa, tomando como base la situación actual de mantenimiento. También se hará un análisis en la viabilidad de la implementación, todo esto con el fin de hacer ver la importancia de la inmediata ejecución del mismo.

Y por último, se propondrán formas de monitoreo, por medio de una evaluación del personal, para que exista una retroalimentación y capacitación de los operarios, llevando un control de defectos y averías, así como de la utilización de métodos de diagnóstico de las mismas, en las máquinas y equipos (registros), para esto se apoyará en el mantenimiento preventivo y predictivo.



**PDF**  
Complete

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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

## OBJETIVOS

### GENERAL

Proponer la implementación de mantenimiento productivo total para el mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite ideal

### ESPECÍFICOS

1. Establecer la situación actual de la línea
2. Diagnosticar la situación actual de los equipos
3. Describir los diferentes objetivos que busca el mantenimiento productivo total (TPM)
4. Identificar las deficiencias del sistema actual comparadas con el mantenimiento productivo total (TPM)
5. Realizar estimaciones de beneficio-costos por la implementación del mantenimiento productivo total (TPM)
6. Promover el cambio hacia este tipo de mantenimiento
7. Promover un plan de mejora continua en el mantenimiento



**PDF**  
Complete

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

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



**PDF**  
Complete

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

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

*mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal*

## INTRODUCCIÓN

Después de la Segunda Guerra Mundial, las industrias japonesas determinaron que para competir prósperamente en el mercado mundial, tenían que mejorar la calidad de sus productos, así, importaron, técnicas de manufactura y de administración de los Estados Unidos, y los adaptaron a sus circunstancias.

Para mejorar el mantenimiento del equipo, Japón importó de los Estados Unidos el concepto de mantenimiento preventivo, hace más de 30 años. Más tarde, importó otros términos que incluían; mantenimiento productivo, prevención del mantenimiento, Ingeniería de confiabilidad, etc., modificando lo anterior al ambiente industrial japonés, para formar lo que se conoce como TPM (Mantenimiento Productivo Total), algunas veces definido como; mantenimiento productivo implementado por todos los empleados, basado en que la mejora del equipo debe involucrar a todos en la organización, desde los operadores hasta la alta dirección.

El presente trabajo de graduación, se enfoca en la necesidad del mejoramiento de la productividad y de la calidad que existe en la industria de alimentos comestibles, para ello se debe de levantar fuertemente el mantenimiento existente, dado que la aplicación efectiva de éste es trascendental, tanto en los costos de los productos, en la calidad y en nuestra confianza de esos productos (lo hace menos atractivo, competitivo a pesar de la marca).



**PDF**  
Complete

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

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

Entonces se hace necesario optar por filosofías como la del TPM, el cual accede a agrupar una serie de técnicas que permiten eliminar, reducir, prevenir y predecir las averías en los equipos, las cuales no dejan que los aparatos estén siempre disponibles (mantenerlos a su más alto nivel), para así producir productos de calidad mundial.

Se hará una propuesta de implementación del TPM, en la línea número dos de envasado de aceite, en la fábrica de alimentos IDEAL, S. A. aplicando algunas técnicas que son necesarias (paso cero), para iniciar con la implementación de esta filosofía, para esto se hará la descripción general de la empresa, así como también del nuevo mantenimiento a aplicar, se realizará un diagnóstico del mantenimiento en la línea de producción, la forma de aplicarlo y la forma de mantenerlo.



mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

## 1. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 1.1 Perspectiva de la empresa

#### 1.1.1 Historia

Industria Guatemalteca de Aceites y Grasas, S. A. –IGAGSA-, es una empresa guatemalteca fundada en 1933, la cual cuenta con 70 años dedicada al diseño, producción, comercialización y distribución de productos en el mercado Centroamericano y de Panamá.

La planta tuvo sus orígenes en la capital de nuestro país, en instalaciones situadas en zona 4, con más o menos 100 a 150 empleados, en este lugar era donde se procesaba todo el aceite que en ese tiempo era de semilla de algodón, la presentación de sus aceites era en envases de vidrio.

Hace aproximadamente 18 años la planta de aceites fue trasladada al departamento de Escuintla, generando ahora más de 2,400 puestos de trabajo en la región Centroamericana. Ahora bien, en el año 2003, ésta cambió su nombre de razón social a Alimentos Ideal, S. A. –IDEALSA- (figura 1).

**Figura 1. Vista aérea de la planta**



**Fuente: Alimentos Ideal, S. A. Derechos Reservados**

### **1.1.2 Productos**

La planta de producción es un diseño que permite procesar alternativamente tandas de productos de diferentes fórmulas y características con mínima mezcla entre tandas, lo que hace más eficiente el proceso e incrementa la productividad, esto es en lo concerniente a producción de aceite, ahora bien, en lo que es el envasado del aceite (Salón de Envasado de Aceite), en éste como su nombre lo indica se envasa el aceite, dado que el salón cuenta con 7 líneas de producción, se envasan distintas presentaciones y distintas marcas, para tener una idea de estas, se presentan en la tabla I la lista de algunos productos.

**Tabla I. Aceite Ideal en distintas presentaciones**



Producto	Presentación
Aceite Ideal	1.500 litros
Aceite Ideal	1.000 litros
Aceite Ideal	0.635 litros
Aceite Ideal	0.500 litros
Aceite Ideal	0.200 litros



Producto	Presentación
Aceite Ideal	1.500 litros
Aceite Ideal	1.000 litros
Aceite Ideal	0.635 litros



Producto	Presentación
Aceite Ideal	3.625 litros
Aceite Ideal	3.000 litros
Aceite Ideal	1.775 litros

Fuente: Alimentos Ideal, S. A. Derechos Reservados



### 1.1.3 Misión

Somos una empresa guatemalteca que produce, mercadea, vende y distribuye **PRODUCTOS ALIMENTICIOS** en el mercado Centroamericano, con precio y calidad competitiva para satisfacer las necesidades de nuestros clientes. Con el compromiso del **MEJORAMIENTO CONTINUO** de nuestro negocio, buscamos una rentabilidad adecuada para nuestros accionistas y el bienestar de nuestros empleados.

### 1.1.4 Visión

Cumplir con los requerimientos de calidad y servicio acordados con los clientes para ampliar la gama de productos y mercados, logrando rendimientos económicos que garanticen la rentabilidad a largo plazo de la empresa, manteniendo y desarrollando recursos humanos capaces y motivados dentro de la empresa para así lograr y mantener la certificación del sistema de calidad de la empresa, bajo las normas ISO9001.

## 1.2 Situación actual de la empresa

La planta de producción se encuentra en procesos de certificación del sistema de calidad ISO 9001-2000, por lo cual esta se encuentra en constante remodelaciones, mejoras y expansión. Las normas y políticas que se rigen dentro de la empresa se definen a continuación.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

### 1.2.1 Normas

Las normas establecidas en la empresa están ligadas de acuerdo a lo establecido en el código de trabajo, además por ser una planta de productos alimenticios se aplican las buenas prácticas de manufactura, manipulación de alimentos, higiene personal, seguridad industrial, etc. Todos estos procedimientos están documentados y controlados, por políticas de seguridad de la empresa, estas no se detallan.

### 1.2.2 Políticas

- a. Producir y vender productos alimenticios de calidad, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, conforme a los objetivos de la empresa, con la participación y desarrollo de nuestros empleados.
- b. Todos los empleados somos responsables de cumplir y hacer cumplir la política y los objetivos de calidad.

### 1.2.3 Procedimientos

En este caso en particular los procedimientos establecidos en la empresa servirán para describir el proceso productivo de envasado de aceite ideal.

### **GENERALIDADES:**

**Salón de envasado:** Espacio físico dentro de la planta, en donde se encuentran las máquinas que en su conjunto forman las líneas de envasado, y que se identifican en la tabla II

**Tabla II. Capacidades teóricas en líneas de envasado de aceite**

Identificación de línea	Presentaciones que llena	Capacidad teórica
Línea 1	0.750, 1.500, 1.775, 3.000, 3.625, 3.750 Lts.	200, 150, 350, 350, 350, 350 CPH, respectivamente.
Línea 2	0.635, 0.750, 1.000, 1.500 Lts.	300, 300, 400, 350, CPH, respectivamente.
Línea 3	0.200, 0.250, 0.450, 0.500 Lts.	200, 100, 200, 200 CPH, respectivamente
Línea 4	Bidones y toneles	200, 50 por turno respectivamente.
Línea 5	Aceite a granel. (Pipas)	4 pipas de 6000 galones. c/u x turno
Línea 7	0.060 Lts.	9 CPH
Línea SerPack	0.750 Lts. Bolsa	50 CPH.

**Fuente:** Investigación de campo

**Maquinaria:** Conjunto de máquinas y equipos que cumplen funciones propias para lograr el producto envasado.

**Panel de operación y control:** Conjunto de dispositivos eléctricos y electrónicos, localizados en una caja o tablero, que son accionados por medio de botones, teclas, palancas, etc; para el arranque y control de operaciones de las máquinas y equipos que se encuentran dentro del salón de envasado.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

## RESPONSABILIDADES:

**Supervisor de envasado aceites:** es responsable del control de tanques de almacenamiento, B021-B028, control de la operación adecuada de los equipos, programar los cambios de presentación, mantener las eficiencias, autorización de requerimientos de materiales, cierres y entregas de producción, presentar los indicadores claves, coordinar con el departamento de mantenimiento los mantenimientos preventivos y correctivos, orden e higiene y limpieza del salón.

**El operador de máquina:** (ordenadora, llenadora, taponadora, etiquetadora, encajonadora, armadora de caja) es responsable de la operación adecuada de los equipos, verificar el correcto funcionamiento del mismo e informar al supervisor de envasado cuando se detecta algún fallo. Así también del orden, higiene y limpieza de su máquina y área de trabajo.

**Llenador de tanques y pipas:** es el responsable de mantener el suministro de aceite, para ser envasado continuamente. Es el responsable, de llenar las pipas de acuerdo a la orden de carga preestablecida.

**El llenador de toneles:** es el encargado de cumplir con el requerimiento de producción de estas presentaciones.

**Entarimador:** es el responsable del embalaje del producto, así como velar por que el producto sea entregado a bodega de acuerdo a lo establecido.

**Auxiliares de línea:** responsables de efectuar las tareas designadas por el supervisor de envasado, para contribuir en la elaboración del producto final.

**Operador del modulo de manufactura:** Ingresa al sistema los datos relacionados con la producción, consumo de insumos y de materias primas, así también solicita al almacén de materias primas y material de empaque, las materias primas, material de empaque e insumos necesarios para cumplir con el programa de envasado, previa autorización del supervisor de envasado de aceites.

**Analista físico químico:** es responsable de verificar que se cumpla con las especificaciones establecidas en el manual de especificaciones y análisis de laboratorio.

**El superintendente de planta:** es responsable del seguimiento y control del cumplimiento del programa de producción.

#### **1.2.4 Materias primas**

- Aceite 100 % girasol, aceite 100 % soya o aceite mezcla girasol-soya.
- Antioxidante TBHQ menos de 100 mg. /kg.
- Envase PET sin color.
- Tapa de presión.
- Etiqueta y contra etiqueta (dependiendo la presentación).
- Cartón *Kraft* de pegada interna.
- Adhesivos *hot-melt* y *fuller wb-5050*.

#### **1.2.5 Descripción del proceso**

Cada fin de semana el supervisor de envasado de aceites recibe del departamento de planificación y control, la programación semanal, del producto a envasar.



**PDF**  
Complete

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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

El operador del modulo de manufactura realiza el requerimiento diario de materiales e insumos a utilizar, recurriendo a un vale de requisición de despacho de insumos y repuestos, materias primas, material de empaque y producto terminado. El operador del modulo de manufactura verifica que los materiales recibidos, estén de acuerdo a lo solicitado. Los materiales son solicitados, y enviados al salón de envasado en intervalos de tiempo oportunos, de modo de no saturar el espacio físico.

El producto envasado en el salón debe ser un aceite desgomado, refinado, descerado, blanqueado y desodorizado producido por refinería de *Smet* o refinería *MultiStock*, quien descarga a los tanques identificados con los códigos B007, B008, B009, B012, B013, B014, B015, B016. El aceite es trasegado de los tanques de refinería, a los tanques pulmón propios del salón de envasado, los cuales están codificados de la siguiente manera: B021, B022, B023, B024, B025, B026, B027, B028. La distribución de los tanques se describe en la tabla III.

**Tabla III. Distribución de tanques de alimentación**

Línea 1: Tanques B021 y B022
Línea 2: Tanques B023 y B024
Línea 3: Tanques B025 y B026
Línea 4: Tanque B026
Línea 5: Tanques de refinería
Línea 7: Tanque B026
Línea <i>SerPack</i> : Tanque B027 y B028.

**Fuente:** Investigación de campo

Los materiales e insumos de trabajo deben de ser suministrados de modo que la operación se haga de manera controlada, y efectiva.

El llenador de pipas y tanques, se encarga de suministrar el aceite a los tanques pulmón, propios de cada línea, a manera de mantener un suministro efectivo de aceite para cada una de las líneas de producción.

Cada operador se encarga de hacer llegar la energía eléctrica a su máquina, por medio del panel general de controles, *SIEMENS* 4300; así también deben preparar y ajustar la maquinaria y equipo, de acuerdo a la presentación programada. El ajuste de las máquinas se realiza con base a las medidas, distancias, aditamentos; según la presentación, como se indica en los manuales y tablas establecidas por el fabricante.



**PDF  
Complete**

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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

El paso previo para la iniciar el proceso productivo del salón de envasado, es la puesta en marcha de los equipos periféricos: los cuales son necesarios para alcanzar las condiciones propias de arranque de las máquinas del salón, así como las condiciones físicas del aceite a envasar.

Como norma de calidad, se tiene estipulado que el aceite debe de ser envasado a una temperatura entre 14 y 16° C, con una saturación gaseosa de nitrógeno. Para lograr la temperatura requerida, el aceite debe de ser enfriado en intercambiadores de calor de placas, por medio de una solución de agua-propilenglicol; la cual a su vez es enfriada por la acción mecánica del compresor de frío marca Vilter. El procedimiento de arranque del equipo no se detalla por normas de seguridad de la empresa. Para cada línea de llenado existe un intercambio de calor. Los operadores de las llenadoras son las personas designadas para esta tarea.

En cuanto a la saturación de nitrógeno, se necesita el poner en marcha el compresor de aire *INGERSOLL RAND*, así como el equipo *PRISM Nitrogen System*, los cuales producen el nitrógeno gaseoso que se inyecta por medio de dispersores de gases, directamente en el flujo del aceite. Este sistema es independiente para cada línea de llenado, así como esta provisto de válvulas de aguja, válvulas reguladoras, cheques, y los propios dispersores. En cuanto al procedimiento para lograr la inyección efectiva de nitrógeno al aceite, se debe primero que verificar que la presión de operación de aire sea la correcta, no menor de 80 psi. Luego se gradúa el flujo de nitrógeno por medio de un rotámetro.

Los operadores de las llenadoras son los responsables de esta tarea, deberá ser un operador de una llenadora distinto al que pone en operación el compresor de frío para optimizar el tiempo.



**PDF  
Complete**

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

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

Debido al diseño neumático de la maquinaria y equipo eléctrico-electrónico es indispensable poner en marcha el compresor de aire. El operador de las ordenadoras de envase será el encargado de poner en marcha el compresor de aire *Quincy* del salón, así como el deshumidificador y filtro de aire *Hankison*. En ausencia del operador de las ordenadoras, el supervisor designara a la persona indicada para dicha tarea.

Con las condiciones propias en cuanto a suministros de energía, de aire y de aceite, las máquinas deben de ser encendidas, calibradas y ajustadas a manera de lograr una puesta en marcha normal. Los procedimientos de arranque, y preparación de las mismas se detalla en los manuales respectivos de operación de cada máquina.

Cuando se alcanzan las condiciones para la puesta en marcha de las máquinas, y las condiciones de llenado del aceite, los envases deben de ser suministrados de manera efectiva a cada línea de envasado, por el personal designado para dicha tarea. El envase es vaciado en las tolvas de suministro de cada línea, en el área denominada abastecimiento de envase.

El envase es transportado, a través de bandas accionadas eléctricamente hacia las tolvas de recepción de cada línea. El envase es tomado de las tolvas de recepción y ordenado en los transportadores que lo dirigen hacia las ordenadoras de envase. En la línea 1, esta operación se hace manual, realizada por un auxiliar de línea, designado exclusivamente para esta tarea. En las líneas 2 y 3 esta operación se hace automáticamente por las máquinas ordenadoras de envase *New England*. Para estas máquinas está asignado el operador de las ordenadoras de envase.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

Los envases ordenados en los transportadores son dirigidos, por medio de transportadores accionados por motores DC-90 voltios y moto reductores, a las llenadoras. Previamente al llenado el envase es distribuido hacia dos llenadoras que existe por cada línea. El sistema de distribución funciona por medio de foto sensores reflexivos.

Por cada línea existen dos llenadoras marca ELF, las cuales depositan, por gravedad, el aceite directamente en el interior de los envases. La máquina está dirigida por una tarjeta electrónica que llena por medio de la interacción de temporizadores, electro válvulas y foto sensores. De acuerdo a la línea, hay un número determinado de envases que son llenados por cada ciclo.

La cantidad de envases llenados por cada ciclo es transportada hacia un solo transportador, que los dirige hacia las máquinas taponadoras. El sistema que une los envases provenientes de las dos llenadoras es similar al de distribución hacia las llenadoras. El sistema de taponado del envase es distinto de acuerdo al tipo de presentación. Las presentaciones de la línea 1, se les coloca una tapa enrroscable, a excepción de las presentaciones 0.750 y 1.500 Lts, la cual se le coloca una tapa *Fliptop* de presión con sello de teflón, la cual se hace por medio de las taponadoras *ELF*. En las líneas 2 y 3 se coloca una tapa a presión, la cual se realiza por medio de la máquina propia para esta función.

Independiente del tipo de tapa, ésta debe ser suministrada en el área de abastecimiento de envase, por el personal asignado. Por un sistema similar al envase, la tapa es transportada hacia las tolvas de las máquinas taponadoras, en donde por medio de acción centrífuga se colocan en el *twister*, que las dispensa y las coloca justo en la boquilla de envase, para que la máquina ejecute la función de taponado.



**PDF Complete**

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

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

El sistema de tolvas y transportadores de tapa y envases es controlada por foto sensores que controlan los niveles en tolvas y el suministro de los mismos. En el caso de la línea 1, la tapa enroscable está provista de un linner de aluminio que tiene la función de sellar el envase para evitar fugas de producto posteriores. La tapa a presión no necesita *linner*, ya que esta produce un sellado efectivo. En envase de tapa de rosca, al ser transportado pasa por un sellado de inducción de *linner*. Esta etapa se realiza en una máquina *ELF* provista de resistencias eléctricas, de un sistema de bombeo, y de control de flujo de refrigerante para hacer el sello respectivo.

El envase sellado eficientemente se transporta por el mismo sistema hacia las etiquetadoras marca *Anker*, las cuales se encargan de colocar la etiqueta y contra etiqueta (cuando se requiere). Estas máquinas actúan bombeando el adhesivo hacia los rodillos engomadores, en donde se unta de la etiqueta, para que posteriormente se coloque en el envase. Este tipo de máquina se trabaja en base a principios de bielas, engranajes, reductores, pistones de aire, controlado por un sistema electrónico que se auxilia en foto sensores, para hacer la función.

El envase etiquetado se transporta hacia las máquinas encajonadoras, en este trayecto el envase es codificado, por medio de las codificadores electrónicos de inyección, *Video Jet*. El procedimiento para la codificación electrónica es de acuerdo a un estándar, de 2 líneas, la primera línea detalla el código de producción, y la segunda línea detalla la fecha de caducación o vencimiento del producto.

En las encajonadoras los envases se reciben, y se colocan de acuerdo a la presentación, cantidades preestablecidas, dentro de las cajas previamente armadas.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

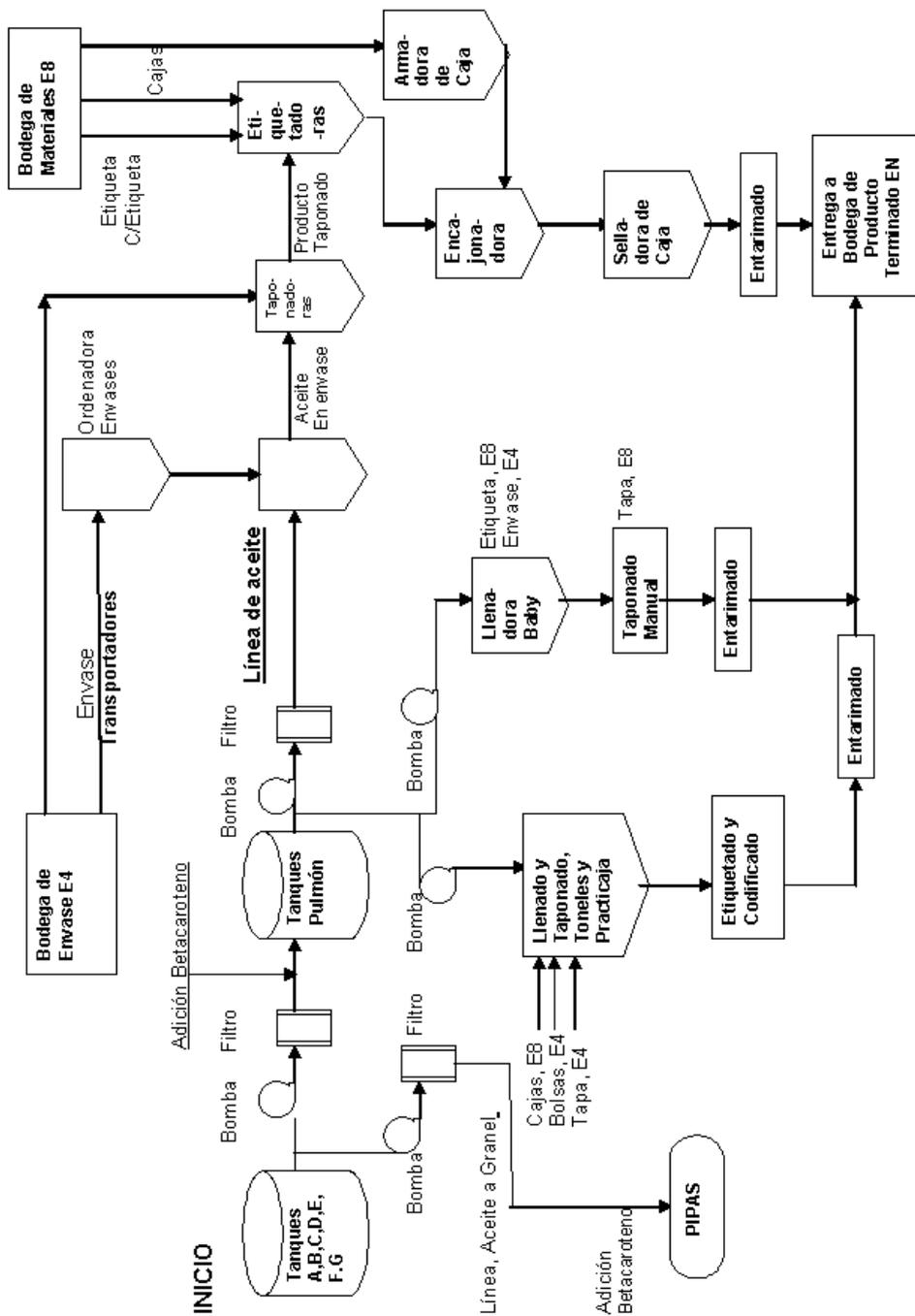
Al igual que los principios de operación de las máquinas precedentes, esta máquina está gobernada por un *PLC*. La caja en donde se colocan los envases es armada en las máquinas armadoras de caja, en donde se toma el corrugado, que viene estibado en fardos, y sella de las solapas inferiores. La caja armada y sellada en la parte inferior se transporta a las encajonadoras, en donde se le coloca el producto envasado.

La caja con el producto, se sella en la parte superior en las máquinas selladoras de caja. Este sellado se realiza por medio del mismo adhesivo con el que se sella el fondo de la caja. El sellado de las cajas en ambas máquinas se realiza por medio de un adhesivo termo fundible, el cual es adicionado a las cajas por inyectores de aire, y sistema de boquillas dosificadoras.

La caja sellada es transportada hacia el área designada de entarimado, donde el personal asignado le coloca el código conjunto de producción y vencimiento. La codificación de la caja se realiza de acuerdo a las reglas, así como también el entarimado de las cajas.

Las tarimas con producto terminado son acumuladas en el área denominada de entarimado. Durante el turno de producción se hacen una o dos entregas parciales de tarimas con producto a la bodega de producto terminado. El número de entregas parciales depende del espacio disponible en área de entarimado y/o de la disponibilidad de los montacargas de bodega (figura 2).

Figura 2. Diagrama de proceso del envasado de aceite





mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

### **Fuente: Investigación de campo**

El operador del módulo de manufactura, o un auxiliar de línea capacitado para tal tarea, conjuntamente con una persona designada por el jefe de bodega, son los responsables de contabilizar las tarimas que se entregan a bodega de producto terminado. Al finalizar el turno la persona designada por el salón de envasado llena correctamente un reporte de producción en donde el supervisor de envasado cuantifica la cantidad de cajas transferidas.

El operador del modulo de manufactura realiza el cuadro de materiales, ingresa las cantidades al sistema SAVONA, así como efectúa la transferencia de la bodega de envasado (EV) a la bodega de producto terminado (EN); la cual debe de ser autorizada por el supervisor de envasado. Cuando se tiene inhabilitado de acceso al sistema SAVONA, se realizan las transferencias manualmente por medio de un formulario el cual está debidamente diseñado.

La transferencia se entrega al jefe de bodega de producto terminado, el cual firma de recibido, previo a constatar que la cantidad física sea la transferida. En cuanto a los registros de calidad que deben de llevarse en el salón de envasado, existe un formulario para el, control de parámetros de envasado aceite, la cual es registrada a cada media hora por el operador de las llenadoras de cada línea.

Este registro es útil para verificar la temperatura de llenado, así como la adición de constante de nitrógeno. Este documento debe de ser almacenado adecuadamente dentro del espacio físico del salón durante doce (12) meses.



El operador de la encajonadora de cada línea, debe llenar un formulario donde lleva el control de cajas producidas, así como el control de tiempos no productivos de la línea, por cada hora de trabajo.

Al final del turno el supervisor del salón, tendrá el registro de la producción total; la cual debe de ser exactamente igual a la cantidad trasferida a bodega.

Así también, tendrá el reporte de los tiempos no productivos. En este documento el operador del modulo de manufactura, deberá cuadrar los materiales e insumos utilizados durante el turno.

Para poder cuadrar los materiales el operador del modulo de manufactura se apoyará en los distintos formularios llenados por los operadores de la ordenadora de envases, etiquetadora y encajonadora, en donde cada persona que sea responsable de manejar determinado insumo, le reportara el cuadro al finalizar el turno de producción.

El operador del modulo de manufactura debe velar porque cada uno de los materiales e insumos, tales como envase, tapa, etiqueta, contra etiqueta, corrugado, adhesivos estén justo a tiempo en las líneas, y mantener un suministro adecuado de los mismos, a manera de no saturar el espacio físico del salón.

De acuerdo al programa de producción, se envasa el producto y la cantidad requerida. Al completar la cantidad requerida se procede a hacer el cambio y ajuste necesario para trabajar la siguiente presentación de acuerdo al programa de producción.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

### 1.3 Características del proceso

#### 1.3.1 Diagrama de operaciones de proceso (DOP)

Muestra una secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso dado, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque final. Es útil en el trabajo de distribución de equipo en la planta.

**Operación:** cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente. (10 Mm. de diámetro).

**Inspección:** cuando la parte se somete a examen para comparar con el estándar (10 Mm. de lado).

Al diagrama se le coloca en la parte superior un encabezado que tiene: nombre del diagrama, producto elaborado, método actual, fecha, nombre del que hizo el diagrama, etc. A continuación se muestran el diagrama de operaciones del proceso para el envasado de aceite en la línea número dos.



**PDF**  
Complete

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

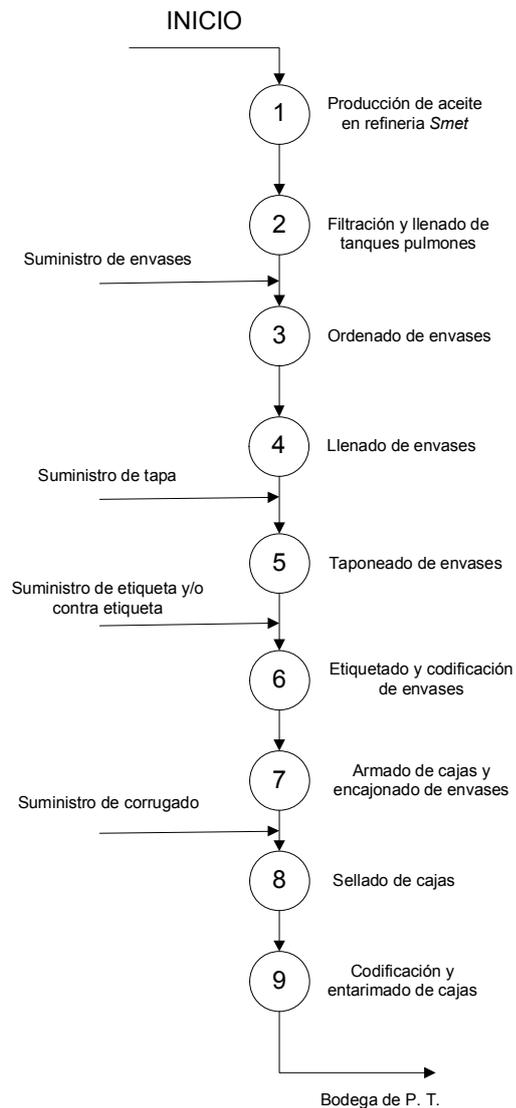
[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

**Figura 3. Diagrama de operaciones del proceso de envasado de aceite**

### DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

Empresa: Alimentos Ideal, S. A.  
Línea: Número 2.  
Inicio: Bodega EV  
Termina: Bodega de P.T.

Diagrama No. 1  
Diagrama del método: Actual  
Elaborado por: Esaú Esteban  
Hoja No. 1



Fuente: Investigación de campo

### 1.3.2 Diagrama de flujo de proceso (DFP)



Contiene muchos más detalles que el de operaciones, por lo tanto no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble. Muestras las distancias recorridas, retrasos, almacenamientos temporales y transporte.

**Demora:** cuando una pieza no se procesa inmediatamente.

**Transporte:** cuando se mueve un objeto de un lugar a otro.

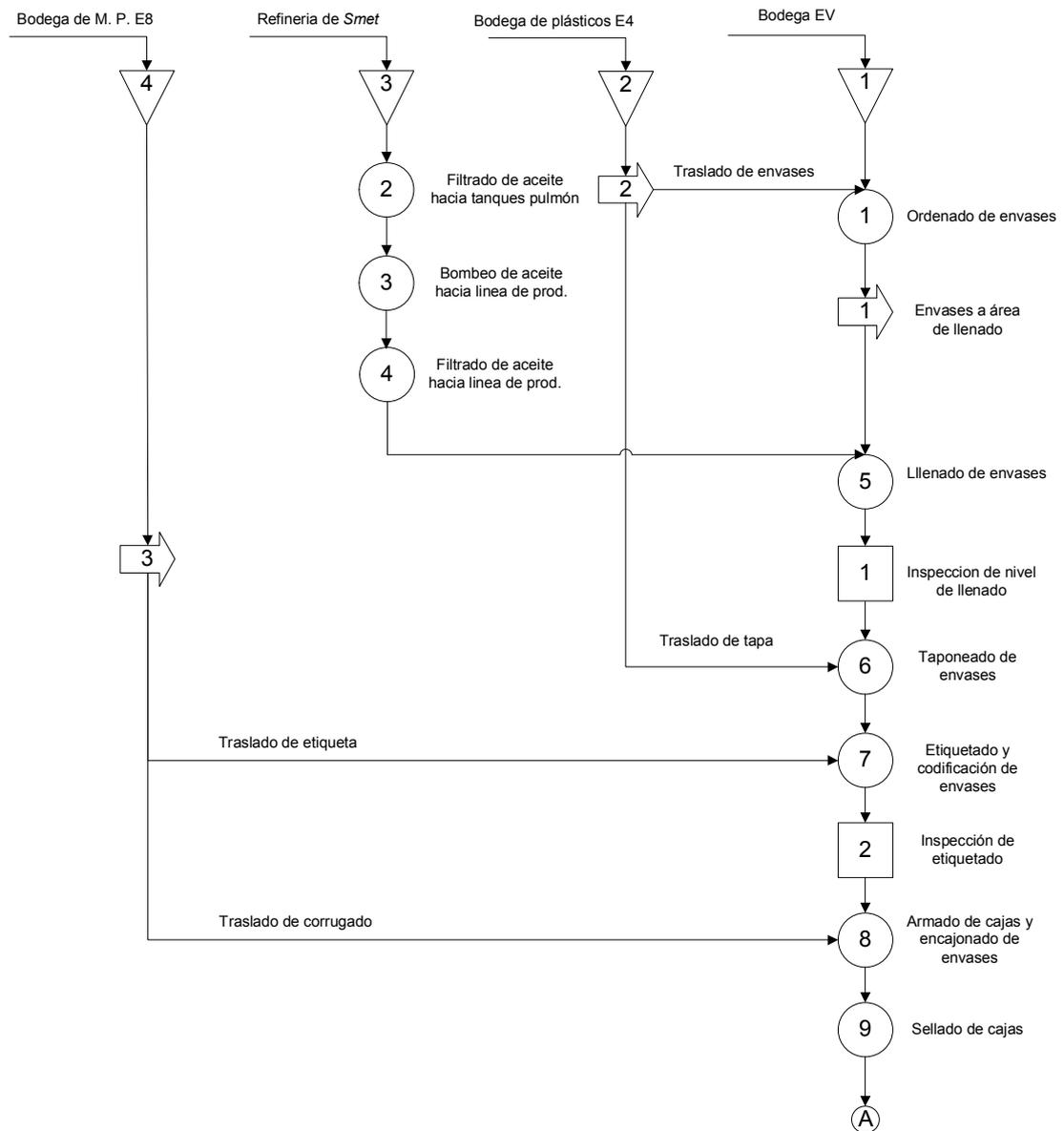
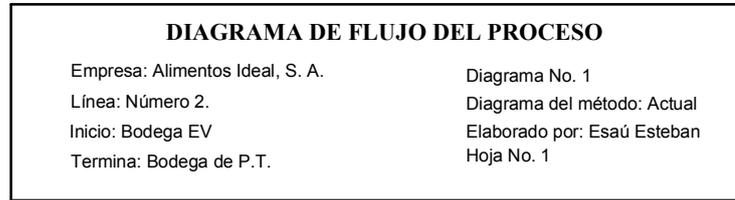
**Almacenamiento:** cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado.

No se aplica a un ensamble, solo a una pieza. Se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente. Al analista le interesa:

1o. Mejorar el tiempo de cada operación, inspección, movimiento, retraso, almacenamiento y transporte.

2o. La distancia de recorrido.

**Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de envasado de aceite**



Continuación

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Empresa: Alimentos Ideal, S. A.

Diagrama No. 1

Línea: Número 2.

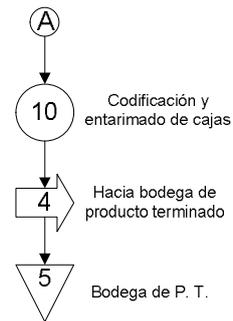
Diagrama del método: Actual

Inicio: Bodega EV

Elaborado por: Esaú Esteban

Termina: Bodega de P.T.

Hoja No. 2



### RESUMEN DEL DIAGRAMA

FIGURA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	Bodegas de almacenamiento	5
	Operación en el proceso	10
	Traslados de materiales	4
	Inspección del producto	2
TOTALES		21

Fuente: Investigación de campo

### 1.3.3 Descripción de la maquinaria y equipo que se utiliza

**Ordenadora de envases:** Esta máquina como su nombre lo indica sirve para ordenar los envases, esta consta de una tolva de abastecimiento de envases la cual es abastecida por una persona desde el área de almacenamiento de envase. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *New England*. Modelo: NEHHLP – 72. Serie: 2395. Con tolva de alimentación: Marca: *New England*. Modelo: H/E 60.

**Llenadora:** Esta máquina se encarga del llenado de todas las presentaciones que se producen, para este caso es en la línea número dos, las cuales ya fueron descritas anteriormente. La descripción técnica se detalla a continuación: Marca: ELF (*Electronic Liquid Fillers*) 18 boquillas por lado. Con banda transportadora.

Marca: ELF (*Electronic Liquid Fillers*). Modelo: 15 CONV. Serie: 1297186 – 21.

**Ordenadora de tapa:** Esta máquina se encarga de ordenar la tapa, esta cuenta con una centrífuga la cual hace que la tapa se mantenga en constante movimiento con ayuda de una foto celda y una electro válvula esta se gradúa para que no deje pasar la tapa volteada (esto es lo que se conoce como ordenamiento de tapa). La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *Hoppmann*. Modelo: FR 20 CRS. Serie: 31554

**Taponadora:** Esta máquina se encarga del proceso de taponear los envases que vienen llenos de aceite, esta máquina y la anterior mencionada forman una sola estación de trabajo. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: ELF (*Electronic Liquid Fillers*). Modelo: ACT 600L. Serie: 980430

**Mesa giratoria:** Equipo auxiliar de máquina taponadora, esta sirve como ayuda al haber un paro en la próxima estación de trabajo, en este caso es la etiquetadora, entonces la función de esta es acumular envases con tapa hasta



la etiquetadora este en condiciones de continuar y así no tener paros en toda la línea. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: ELF (*Electronic Liquid Fillers*). Modelo: 60 TT. Serie: 1297186 – 6

**Etiquetadora:** Esta máquina se encarga de colocar la etiqueta en el envase con tapa, esta cuenta con dos estaciones (segmentos para etiquetado) y va a depender del tipo de presentación que se este produciendo (ya sea una etiqueta o dos). La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: ANKER. Modelo: *Roland*. Serie: 1153.98.075L

**Codificadora:** Este equipo se utiliza para la codificación del producto terminado antes de ser encajonado. Esta se podría decir, que es parte de la etiquetadora. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *Video jet*. Modelo: 37e. Serie: 990670010WD

**Armadora de cajas:** En esta máquina como su nombre lo indica se arman las cajas para almacenar el producto terminado. Esta máquina es complemento de la encajonadora. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *SWF MCDOWELL*. Modelo: H101WH1001. Serie: H1002

**Encajonadora:** Esta máquina se encarga de colocar automáticamente la cantidad de unidades que se requiera en cierta presentación en una caja, esta previamente armada (material de empaque). La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *Hartness International*. Modelo: 600. Serie: M – 5 – 021

**Selladora de cajas:** En esta máquina se sellan las cajas, esta selladora trabaja con aire comprimido, dosificando la cantidad óptima de pegamento hacia las

cajas. Esta máquina es complemento de la encajonadora. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *Hartness International*. Modelo: 17 – 100 – 01.

**Selladora de *linner* (línea 2 actualmente sin uso):** Esta máquina es una inductora de temperatura para sellado de *linner* metálico, esta actualmente no se utiliza puesto que todas las presentaciones que ahora se están produciendo solamente utilizan tapa de presión. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: ELF. Modelo: *BOILER* 2211-ELFBB6335-19. Serie: #3P980115-2

**Compresor de aire:** Equipo encargado de la producción de aire comprimido para el funcionamiento de todas las máquinas de cada línea de producción. Esta trabaja directamente con la línea número cinco (carga de aceite a granel). La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *Quincy*. Modelo: QSB50ANA31P. Serie: 93982H. Motor de 50 HP. Con secador de aire. Marca *HANKISON*.

**Sistema de generación de nitrógeno:** Este sistema es el que administra el antioxidante necesario en el envasado del aceite. Para que el funcionamiento de esta sea completo es necesaria la ayuda de un compresor de aire. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *PRISM*. Modelo: 3081. Serie: LPM 3440.

**Compresor de aire (para generación de nitrógeno):** Este es el complemento para el funcionamiento del sistema de generación de nitrógeno, el cual



suministra una presión de aire aproximadamente de 100 psi. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *Ingersoll Rand*. Modelo: SSR-EP-100. Serie: CK1311U98286.

**Compresor de amoníaco:** Este equipo es parte de un sistema de frío marca *VILTER*, el cual se utiliza para el enfriamiento del aceite para las líneas de producción. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *Vilter*. Modelo: AO 25922BEAAN. Serie: 1897. Motor: 150 HP.

**Filtros prensa (estado de prueba):** Este equipo como su nombre lo indica es el encargado de filtrar el aceite, antes de ser envasado, este tiene una capacidad de filtración de hasta 10 micras. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *COLUMBIA*. Modelo: 610/16. Serie: CFM 984.

**Tanques pulmones:** Estos equipos son los que almacenas el aceite, abasteciendo a las líneas de producción de envasado de aceite, como se menciono anteriormente. La descripción técnica se detalla a continuación:

B021 al B026 Capacidad aprox.: 23,000 kilos. B027 al B028 Capacidad aprox.: 7,300 kilos

**6 Transportadores de rodillos:** Estos equipos son los encargados para el transporte de cajas y de producto terminado hasta este ser estibado. La descripción técnica se detalla a continuación:

Marca: *HYTROL*. Modelo: 190-SP. Serie: 594695



**PDF**  
Complete

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

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

*mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado  
de aceite Ideal*

## **2. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**



## 2.1 Principios básicos del mantenimiento productivo total

En esta parte, se darán a conocer los principios básicos del TPM, desde su historia hasta los objetivos que busca este mantenimiento.

### 2.1.1 Historia

El mantenimiento preventivo fue introducido en Japón en la década de los cincuenta en conjunto con otras ideas como las de control de calidad, Ciclo *Deming* (ver anexos, figura 19) y otros conceptos de *management* americano. Posiblemente en la creación del TPM influyó el desarrollo del modelo *Wide - Company Quality Control* o *Total Quality Management*. En la década de los sesenta en el mundo del mantenimiento en empresas japonesas se incorporó el concepto *Kaizen* o de mejora continua. Esto significó que no solo corregir las averías era la función de mantenimiento, sino mejorar la fiabilidad de los equipos en forma permanente con la contribución de todos los trabajadores de la empresa.

Este progreso de las acciones de mejora llevó a crear el concepto de prevención del mantenimiento, realizando acciones de mejora de equipos en todo el ciclo de vida: diseño, construcción y puesta en marcha de los equipos productivos para eliminar actividades de mantenimiento.

El **TPM** nació en *Nippondenso Co., Ltd.*, una importante empresa proveedora del sector del automóvil. Esta compañía introdujo esta visión de

mantenimiento en 1961. La compañía logró grandes resultados de su modelo de mantenimiento a partir de 1969, cuando introdujo sistemas automatizados y de transferencia rápida, los cuales requería alta fiabilidad. El nombre inicial fue "*Total member participación PM*" abreviado (TPM). Este nombre muestra el verdadero sentido del TPM, esto es participación de todas las personas en el mantenimiento preventivo (PM). La compañía recibió un premio por la excelencia al PM en 1971. Para el desarrollo del PM de *Nippondendo*, el *Japan Institute of Plant Engineers* (JIPE) apoyó y ayudó a desarrollar el modelo de mantenimiento. Posteriormente el JIPE se transformaría en el *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) organización líder y creadora de los conceptos TPM.

El TPM se originó y se desarrolló en Japón, por la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento para alcanzar la velocidad con la que se automatizaron y sofisticaron los procesos productivos. Inicialmente el alcance del TPM se limitó a los departamentos relacionados con los equipos, más tarde los departamentos de administración y de apoyo (desarrollo y ventas) se involucraron.

El TPM ha sido asimilado en el seno de la cultura corporativa de empresas en Estados Unidos, Europa, Asia y América Latina. El JIPM ha evolucionado la idea de TPM y hoy se reconoce que el TPM ha logrado cubrir todos los aspectos de un negocio. Se conoce como el modelo TPM de tercera generación, donde más que mantener el equipo, se orienta a mejorar la productividad total de una organización. TPM no es aplicar 5S e informatizar la gestión de mantenimiento como algunos creen. El modelo JIPM moderno pretende que una organización sea dirigida dentro del concepto de mantener hacer uso adecuado de todos los recursos de una organización.

### 2.1.2 ¿Qué es mantenimiento productivo total?



**PDF Complete**

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

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

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM ® (*Total Productive Maintenance*). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

En este caso asumimos el término TPM con los siguientes enfoques: la letra M representa acciones de *management* y *mantenimiento*. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "productivo" o "productividad" de equipos pero hemos considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "perfeccionamiento". La letra T de la palabra "total" se interpreta como "*todas* las actividades que realizan *todas* las personas que trabajan en la empresa".

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

El **JIPM** define el TPM como un sistema orientado a lograr:

- cero accidentes,
- cero defectos
- cero averías

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costes de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo debe participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa. La obtención de las "cero pérdidas" se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

### **2.1.3 Concepto de productividad**

#### **2.1.3.1 Productividad parcial**

La productividad parcial es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo. Por ejemplo la productividad del trabajo (el cociente de la producción entre la mano de obra) es una medida de productividad parcial. De manera parecida, la productividad del capital (el cociente de la producción entre el insumo de materias primas) son ejemplos de productividades parciales.

#### **2.1.3.2 Productividad de factor total**

La productividad de factor total es la razón de la producción neta con la suma asociada con los (factores de) insumos de mano de obra y capital. Por "producción neta" se entiende producción total menos servicios y bienes intermedios comprados. Nótese que el denominador de este cociente se compone sólo de los factores de insumo de capital y trabajo.

#### **2.1.3.3 Productividad total**

La productividad total es la razón entre la producción total y la suma de todos los factores de insumo. Así, la medida de productividad total refleja el impacto conjunto de todos los insumos al fabricar los productos.

En todas las definiciones anteriores, tanto la producción como los insumos se expresan en términos “reales” o “físicos”, convirtiéndolos en dólares constantes (o cualquier otra moneda) de un período de referencia (con frecuencia llamado “periodo base”. Esta reducción de periodo base se obtiene dividiendo los valores de la producción y los insumos por índices de inflación o deflación, según que los precios de los productos y los insumos hayan aumentado o disminuido, respectivamente.

En otras palabras, el efecto de convertir la producción y los insumos en su valor correspondiente en un período base, es eliminar el efecto de las variaciones de precio, para que las razones de productividad nada más tomen en cuenta los cambios “físicos”.

#### **2.1.4 Reflexiones sobre la definición de mantenimiento productivo total**

##### **2.1.4.1 El TPM se debe considerar como una estrategia de empresa**

El TPM es una forma de intervenir o actuar sobre una organización para transformarla y llevarla a una nueva posición competitiva. El TPM emplea acciones de aprendizaje permanente, tanto individual como organizativo para lograr esta transformación.

El conocimiento que se acumula a través de la práctica de los procesos TPM se convierte en capacidad competitiva de la empresa, cuando mejora la eficiencia de todo el sistema empresarial.

#### **2.1.4.2 El TPM no es una herramienta de mantenimiento**

El TPM va más allá de ser un método para conservar la efectividad de los equipos. Es una estrategia para lograr los máximos niveles de productividad en todas las áreas del negocio. Está claro que en su inicio se orientó hacia al mejora de la efectividad de la maquinaria. La visión actual del TPM es que puede aplicarse en cualquier área de una empresa.

#### **2.1.4.3 El TPM es una estrategia orientada a eliminar y prevenir las pérdidas de un negocio**

Las operaciones de una empresa se pueden transformar (innovar) aplicando los principios y metodologías TPM. Estos métodos ayudan a entender los mecanismos de cómo se producen las pérdidas y la acumulación de este conocimiento, ayuda a desarrollar acciones para prevenir su repetición y preparar enfoques diferentes de funcionamiento superior.

#### **2.1.4.4 El TPM permite innovar una empresa**

La concentración del TPM en la eliminación de pérdidas, implica que la compañía ha seleccionado un enfoque competitivo de “hacer lo de siempre pero mejor”. Si al TPM se le establecen objetivos reducidos y orientados a la mejora de la eficiencia del equipo, conduce a la empresa a competir bajo el enfoque de “mejora de la eficacia operativa”.

Hoy este tipo de estrategia no es suficiente para ciertas industrias y mercados. Pero el TPM ofrece posibilidades superiores para competir. Si al implantar el TPM se formulan políticas y objetivos innovadores, los procesos TPM ayudarán a poner en marcha acciones de cambio radical de todo el sistema productivo.

#### **2.1.4.5 TPM es una estrategia donde todos los empleados participan**

Las acciones TPM se orientan a que toda la organización participe en las actividades de transformación de los niveles de productividad. Esta cooperación se realiza mediante el fortalecimiento del diálogo dentro de la empresa, trabajo en equipo, relaciones estrechas con proveedores y compañías afiliadas, intenso entrenamiento técnico y un adecuado manejo de la información que se genera en planta.

El TPM se dirige a maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión de la motivación, o actividades de pequeños grupos voluntarios.

#### **2.1.5 Objetivos que busca el mantenimiento productivo total**

- Maximizar la efectividad total de los sistemas productivos por medio de la eliminación de sus pérdidas por la participación de todos los empleados en pequeños grupos de actividades voluntarias.



**PDF**  
Complete

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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

- Ayudar a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del "conocimiento" industrial.
- Tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.
- Y por ultimo busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

## 2.2 Métodos y herramientas

En esta parte se definirán los métodos para el análisis de averías así como el estudio de las mismas, además se determinarán los métodos de calidad para la eliminación de las averías, pero para todo esto primero que nada debemos de saber algunas definiciones las cuales describiremos a continuación.

## 2.2.1 Definiciones

### 2.2.1.1 ¿Qué es una avería?

La siguiente definición de *avería* es la que se ha adoptado como fundamento teórico de este trabajo de graduación. Avería: Cese de la capacidad de una entidad para realizar su función específica. El término entidad equivale términos generales a equipo, conjunto, sistema, máquina o ítem.

El diccionario de la Real Academia Española de la Lengua indica que el término *avería* es una palabra que procede del árabe *al-awarriyya* que significa daño que padecen las mercaderías. Donde la palabra *daño* es considerada como causar detrimento o echar a perder una cosa.

Se puede decir que una avería es la pérdida de la función de un elemento, componente, sistema o equipo. Esta pérdida de la función puede ser total o parcial. La pérdida total de funciones conlleva a que el elemento no puede realizar todas las funciones para las que se diseñó. La avería parcial afecta solamente a algunas funciones consideradas como de importancia relativa. En este caso el sistema donde se encuentra el elemento averiado, puede operar con deficiencias de diversa índole y no afecta a las personas o produce daños materiales mayores.

Al definir una avería como pérdida de la función y si cada elemento o sistema puede tener varias clases de funciones, necesariamente las averías se

pueden categorizar. En la teoría de Análisis del Valor se considera que todo elemento u objeto puede tener varios tipos de funciones:

- Principales o aquellas para las que el elemento fue diseñado, una bombilla su función principal es la de proporcionar luz.
- Secundarias las que cumplen funciones de apoyo a las principales, un foco luminoso debe necesitar cierta resistencia los golpes.
- Terciarias son aquellas que cumplen aspectos relacionados con la estética.

### **2.2.1.2 Averías crónicas y esporádicas**

Otro tipo de clasificación de las averías se puede realizar por la forma como se pueden presentar estas a través del tiempo. Este tipo de clasificación también se debe tener en cuenta para el diseño de una estrategia de eliminación, ya que los métodos de solución pueden ser diferentes. Los problemas de los equipos se clasifican en:

#### **2.2.1.2.1 Averías crónicas**

Afecta el elemento en forma sistemática o permanece por largo tiempo. Puede ser crítica, parcial o reducida. Este tipo de pérdidas están ocultas y permanecen en el tiempo. Su efecto es relativamente bajo, pero al sumarlo durante todo el tiempo que permanece puede llegar a ser muy importante para los resultados de la empresa.

Esta clase de pérdidas se vuelven habituales para el personal de la empresa y en muchos casos ya no se aprecian por que "hemos aprendido a vivir con ellas", por ejemplo, en una línea de empaque de productos de consumo sale aproximadamente cada media hora una caja sin pegar debido a

una falla del equipo. Este problema no es dramático, pero muestra que el equipo presenta una falla sistemática en su funcionamiento y que es necesario investigar.

#### **2.2.1.2.2 Averías esporádicas**

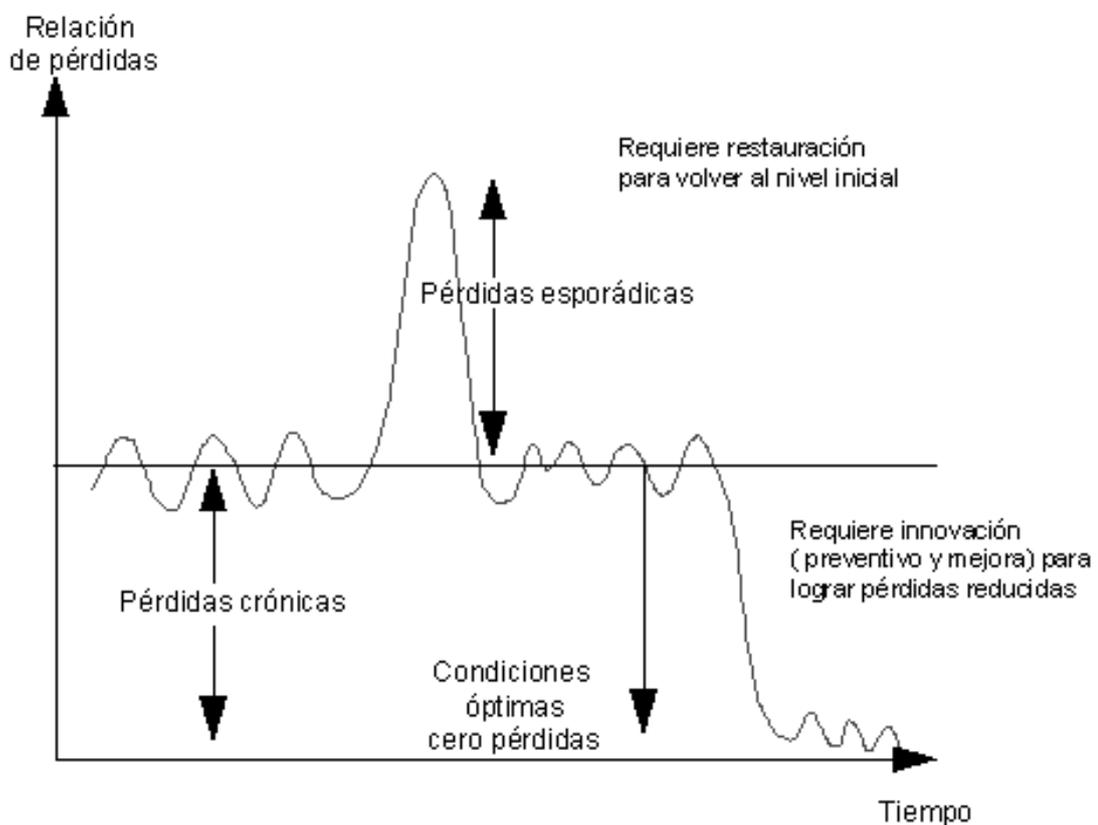
Afecta el elemento en forma aleatoria y puede ser crítica o parcial. Esta clase de pérdidas, como indica su nombre, ocurren de repente y en forma no prevista. Las características principales de estas pérdidas son:

- Es poco frecuente su ocurrencia
- Por lo general resulta de una causa simple
- Es relativamente fácil identificar su causa y las medidas correctivas son simples y rápidas de aplicar
- Su aporte es importante y producen grandes desviaciones en el proceso y por este motivo duran poco tiempo

#### **2.2.1.3 Avería transitoria**

Afecta durante un tiempo limitado al elemento y adquiere nuevamente su actitud para realizar la función requerida, sin haber sido objeto de ninguna acción de mantenimiento. El comportamiento de cada una de estas pérdidas se muestra en la figura 5.

**Figura 5. Comportamiento de las pérdidas**



Fuente: Instituto Internacional TPM

## 2.2.2 Métodos de análisis

El TPM aporta varias metodologías poderosas entre las cuales tenemos:

### 2.2.2.1 Análisis PM (*Physical Method*)

Esta técnica se concentra en el análisis de los principios físicos del problema en estudio. El análisis PM es una forma diferente de pensar sobre los problemas y del contexto donde estos se presentan.

Consiste en el análisis de los fenómenos (**P** de la palabra inglesa *Phenomena*) anormales tales como fallas del equipamiento en base a sus principios físicos y poder identificar los mecanismos (**M** de la palabra inglesa *Mechanisms*) de estos principios físicos (**P** de la palabra inglesa *Physically*) en relación con los cuatro inputs de la producción equipos: materiales, individuos y métodos).

El principio básico del análisis PM es entender en términos precisos físicos que es lo que ocurre cuando la máquina, o sistema se avería o produce defectos de calidad y la forma como ocurren. Esta es la única forma de identificar la totalidad de factores causales y de esta manera eliminar estas pérdidas. Esta técnica considera todos los posibles factores en lugar de tratar de decidir cual es el que tiene mayor influencia.

#### 2.2.2.1.1 Fundamentos del análisis físico

La investigación lógica de como ocurre el fenómeno en términos de principios físicos y cantidades, se ha visto que es el fundamento de la metodología de análisis PM. Desde el punto de vista de los equipos un análisis físico significa emplear los principios operativos del equipo para clarificar la forma como los componentes interactúan y producen el problema o la avería crónica. Se pretende estudiar y conocer en primer término, la forma como se presenta la desviación de la situación natural del equipo, en lugar de pretender abordar las causas de esta desviación desde el primer momento.



**PDF**  
Complete

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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

El objetivo fundamental de esta metodología es llegar a comprender lo mejor posible la forma como se presentó el fallo y la forma como intervinieron las diferentes piezas y conjuntos del equipo para la generación del problema.

Se ha explicado que el enfoque del análisis PM consiste en estratificar los fenómenos anormales adecuadamente, entender los principios operativos y analizar los mecanismos del fenómeno desde el punto de vista físico.

El siguiente paso consiste en investigar todos los factores y el grado en que ellos contribuyen al problema. Todo esto es necesario para poder eliminar estos factores a través de planes de acción y sistemas de control.

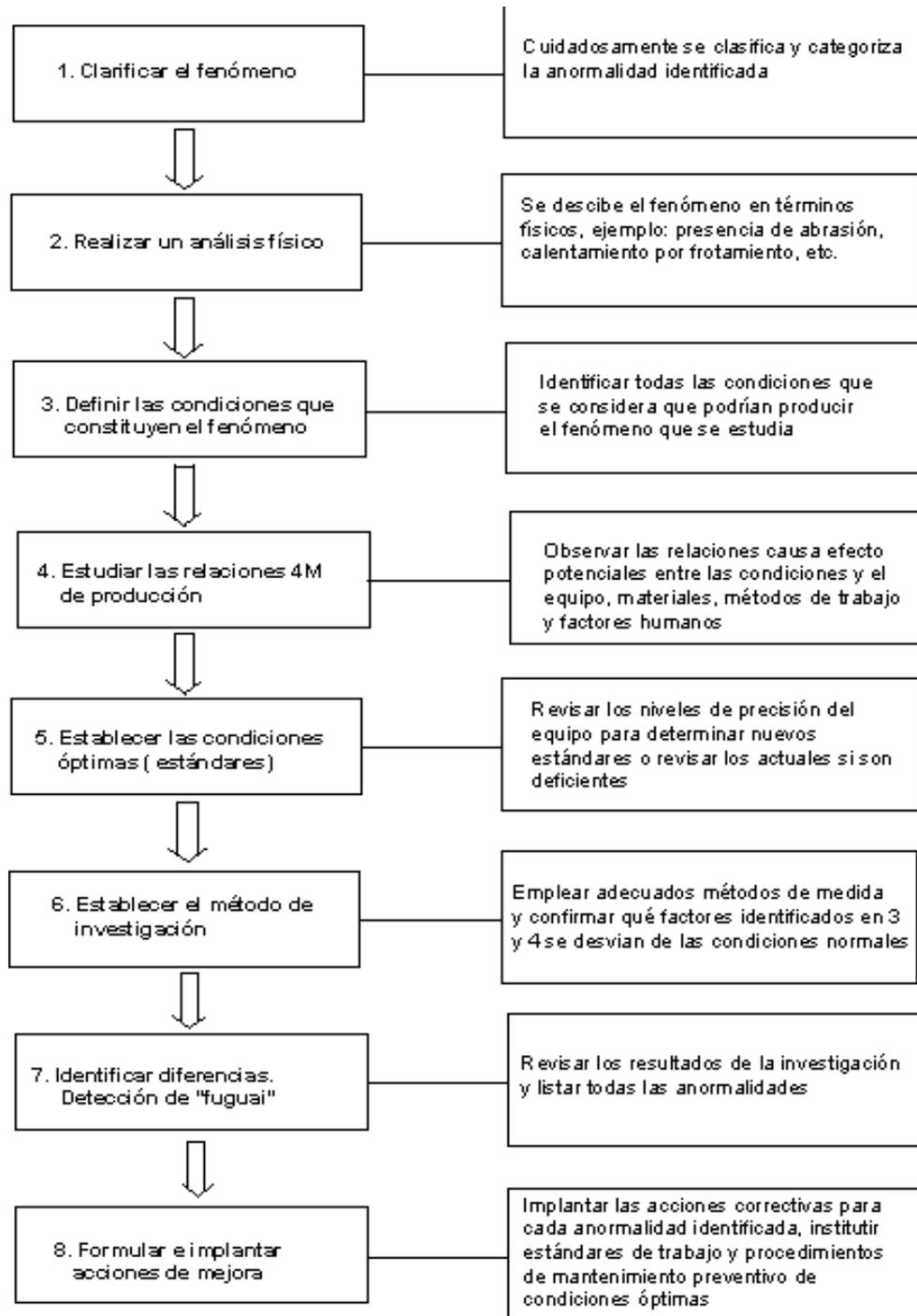
Los pasos a seguir para la aplicación del análisis PM se muestran en la figura 6.



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

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

**Figura 6. Pasos para la aplicación del análisis PM**



Fuente: Instituto Internacional TPM

### 2.2.2.2 Análisis porqué-porqué



**PDF Complete**

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

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

Esta técnica emplea un proceso de diagnóstico riguroso. Esta técnica es conocida como: "*Know-why*", "conocer-porqué", "técnica porqué, porqué, porqué" o "quinto porqué". Esta técnica se emplea para realizar estudios de las causas profundas que producen averías en el equipo. El principio fundamental de esta técnica es la evaluación sistemática de las posibles causas de la avería empleando como medio, la inspección detallada del equipo, teniendo presente el análisis físico del fenómeno.

En las áreas de mantenimiento se ha utilizado para la búsqueda de factores causales. Es un método alternativo del conocido diagrama de causa efecto o de *ishikawa* del cual hablaremos más adelante. Esta técnica de calidad como se analizó previamente presenta el inconveniente de recoger un gran número de factores, pero no prioriza entre ellos cuales son los que verdaderamente contribuyen a la presencia de la avería. La técnica porqué - porqué evita en los análisis de averías de equipos que el grupo de estudio se desvíe e identifique causas cualitativas y complejas de verificar como causas potenciales del problema de la falla de las máquinas.

Para evitar caer durante el análisis de averías en temas con los siguientes: "es un problema de políticas de la compañía", "debido a la falta de personal...", "falta de capacitación del personal" "no hay repuestos", el método Porqué-Porqué busca a través de la inspección y el análisis físico identificar todos los posibles factores causales para lograr reconstruir el deterioro acumulado del equipo. Esta técnica es una buena compañera del método PM si se emplea previamente. En casos con alto grado de deterioro se recomienda este procedimiento.

**Paso a seguir:** Esta técnica estudia mediante preguntas sucesivas las causas de una avería mediante un proceso deductivo o socrático. Cada respuesta que se aporte el grupo de estudio debe confirmar o rechazar la respuesta. Si se acepta una cierta afirmación, nuevamente se pregunta cuál es la causa de la "causa".

**Procedimiento para el estudio.** Una vez identificado el fenómeno en estudio (avería), se realiza un análisis físico del fenómeno en igual forma como se efectuó en el método PM. De este análisis se identifican posibles factores causales, los cuales se someterán a inspección para verificar la validez de la siguiente manera (Tabla IV).

**Tabla IV. Formato de inspección**

TABLA POR QUÉ - PORQUÉ				Fecha de análisis		_ / _ / _	
Equipo:				Sílo del fenómeno	Definición del fenómeno		
	1ª RONDA		2ª RONDA		3ª RONDA		4ª RONDA
<b>A</b>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?
		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>B</b>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?
		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>C</b>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?
		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>D</b>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?
		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?
		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?	<input type="radio"/>	¿PORQUÉ?
		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fuente: Instituto Internacional TPM

Este proceso se continúa hasta el momento en que se identifican acciones correctivas para la causa. Se espera que el diagnóstico no requiera de más de cinco rondas. Una vez finalizado este proceso se pueden seleccionar otras causas en las diferentes rondas y se repite el procedimiento. De esta forma se analizan la totalidad de posibles factores causales, obteniendo un plan general de mejora para el equipo.

### **2.2.2.3 Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)**

Esta es una técnica de ingeniería conocida como el análisis FMEA o (*Failure Mode and Effect Analysis*) usada para definir, identificar y eliminar fallas conocidas o potenciales, problemas, errores, desde el diseño, proceso y operación de un sistema, antes que este pueda afectar al cliente. El análisis de la evaluación puede tomar dos caminos: primero, empleando datos históricos, y segundo, empleando modelos estadísticos, matemáticos, simulación ingeniería concurrente e ingeniería de fiabilidad que puede ser empleada para identificar y definir las fallas. No significa que un modelo sea superior a otro.

Ambos pueden ser eficientes, precisos y correctos si se realizan adecuadamente. Para efectos de este libro no se estudiará el segundo camino, ya que se pretende ofrecer una serie de metodologías que sean útiles para todas las personas de una empresa; mientras que las técnicas especializadas poseen algunos fundamentos matemáticos tediosos y su empleo queda restringido a aquellas personas que poseen buenas bases de estadística avanzada.

El AMFE es una de las más importantes técnicas para prevenir situaciones anormales, ya sea en el diseño, operación o servicio.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

Esta técnica parte del supuesto que se va a realizar un trabajo preventivo para evitar la avería, mientras que las técnicas estudiadas hasta el momento, se orientan a evaluar la situación anormal ya ocurrida. Este es el factor diferencial del proceso AMFE. Esta técnica nació en el dominio de la ingeniería de fiabilidad y se ha aplicado especialmente para la evaluación de diseños de productos nuevos.

El AMFE se ha introducido en las actividades de mantenimiento industrial gracias al desarrollo del Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad o RCM - *Reliability Center Maintenance*- que lo utiliza como una de sus herramientas básicas. En un principio se aplicó en el mantenimiento en el sector de aviación (Plan de mantenimiento en el Jumbo 747) y debido a su éxito, se difundió en el mantenimiento de plantas térmicas y centrales eléctricas. Hoy en día, el AMFE se utiliza en numerosos sectores industriales y se ha asumido como una herramienta clave en varios de los pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

### **2.2.2.3.1 Propósitos del AMFE**

Identificar los modos de fallas potenciales y conocidas, identificar las causas y efectos de cada modo de falla y priorizar los modos de falla identificados de acuerdo al número de prioridad de riesgo (NPR) o - frecuencia de ocurrencia, gravedad y grado de facilidad para su detección.

El fundamento de la metodología es la identificación y prevención de las averías que conocemos (se han presentado en el pasado) o potenciales (no se han presentado hasta la fecha) que se pueden producir en un equipo. Para lograrlo es necesario partir de la siguiente hipótesis:

“Dentro de un grupo de problemas, es posible realizar una priorización de ellos.”

Existen tres criterios que permiten definir la prioridad de las averías:

- Ocurrencia (O)
- Severidad (S)
- Detección (D)

La ocurrencia es la frecuencia de la avería. La severidad es el grado de efecto o impacto de la avería. Detección es el grado de facilidad para su identificación.

Existen diferentes formas de evaluar estos componentes. La forma más usual es el empleo de escalas numéricas llamadas *criterios de riesgo*. Los criterios pueden ser cuantitativos y/o cualitativos. Sin embargo, los más específicos y utilizados son los cuantitativos. El valor más común en las empresas es la escala de 1 a 10. Esta escala es fácil de interpretar y precisa para evaluar los criterios.

El valor inferior de la escala se asigna a la menor probabilidad de ocurrencia, menos grave o severo y más fácil de identificar la avería cuando esta se presente. En igual forma un valor de 10 se asignará a las averías de mayor frecuencia de aparición, muy grave donde de por medio está la vida de una persona y existe una gran dificultad para su identificación.

La prioridad del problema o avería para nuestro caso, se obtiene a través del índice conocido como número prioritario de riesgo (NPR). Este número es el producto de los valores de ocurrencia, severidad y detección. El valor NPR no tiene ningún sentido. Simplemente sirve para clasificar en un orden cada uno de los modos de falla que existen en un sistema.

Una vez el NPR se ha determinado, se inicia la evaluación sobre la base de definición de riesgo. Usualmente este riesgo es definido por el equipo que realiza el estudio, teniendo como referencia criterios como: menor, moderado, alto y crítico. En este caso se interpretara de la siguiente forma el criterio de riesgo:

- Debajo de un riesgo menor, no se toma acción alguna.
- Debajo de un riesgo moderado, alguna acción se debe tomar.
- Debajo de un alto riesgo, acciones específicas se deben tomar. Se realiza una evaluación selectiva para implantar mejoras específicas.
- Debajo de un riesgo crítico, se deben realizar cambios significativos del sistema. Modificaciones en el diseño y mejora de la fiabilidad de cada uno de los componentes.

### **2.2.3 Métodos de calidad**

#### **2.2.3.1 QC Story o ruta de la calidad**

El modelo de análisis procedente del campo de la calidad, es reconocido como *QC Story*, Historia de calidad o ruta de la calidad. Este es muy familiar dentro de las empresas industriales debido a sus reconocidas siete herramientas: diagrama de pareto, diagrama de causa y efecto, histogramas, estratificación de información, hojas de chequeo o verificación, diagrama de dispersión y gráficos de control. Este tipo de técnicas han sido ampliamente utilizadas en las empresas, especialmente en aquellas situaciones donde se presentan problemas de defectos, pérdidas de producto final por incumplimiento de especificaciones o situaciones anormales en procesos productivos.



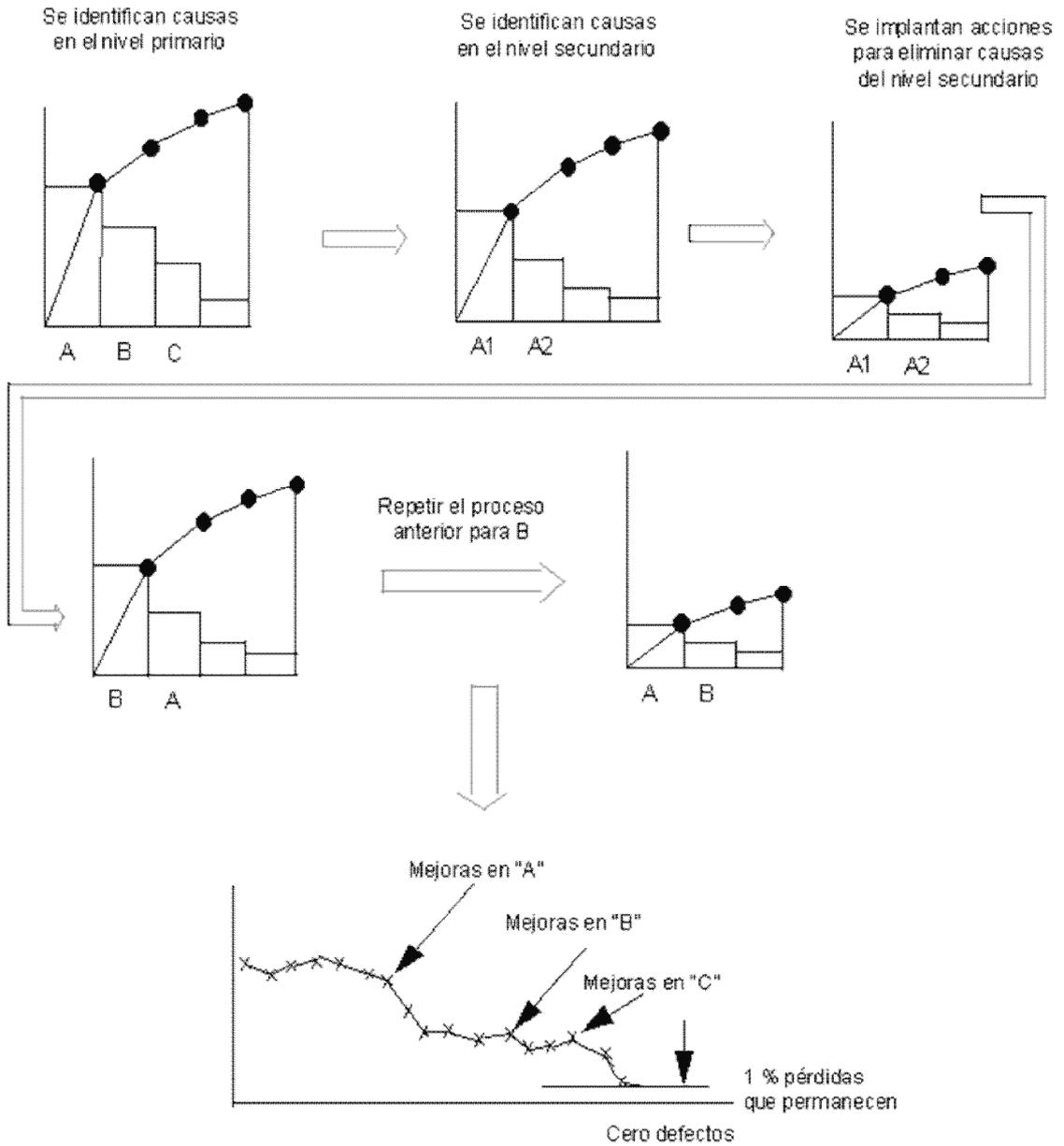
*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

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

Esta metodología es potente para la reducción drástica de las pérdidas crónicas, especialmente cuando estas son altas. Sin embargo, es frecuente encontrar que estos buenos resultados se deben a la eliminación de las pérdidas esporádicas, pérdidas estas que no son habituales pero que pueden tener un alto impacto en un cierto tiempo, manteniéndose sin resolver las pérdidas crónicas.

Con las metodologías de calidad es posible lograr una disminución de hasta un ochenta por ciento las pérdidas crónicas; sin embargo, cuando se pretende reducir el veinte por ciento restante, es necesario recurrir a las técnicas especializadas de mantenimiento. A continuación se presenta la figura 7 en la cual se muestra como se van reduciendo las pérdidas crónicas.

**Figura 7. Reducción de pérdidas crónicas**



Fuente: Instituto Internacional TPM

### 2.2.3.2 Estratificación de información

Esta es quizás la técnica más importante en el análisis de un problema y en especial cuando se trata de problemas crónicos. La estratificación consiste en buscar "más información a la información", es como el detective que necesita buscar los indicios o pruebas (a partir de datos). Hay que escudriñar los datos para lograr solucionar el problema en forma definitiva.

Es un método de análisis de los datos que permite clasificarlos teniendo en cuenta algunos factores que pueden afectarlos. Por lo general los factores que permite clasificar la información son de tipo cualitativo como: tipo de producto, materias primas, operario, cliente, proveedor, procedencia, etc. La estratificación permite encontrar causas no tenidas en cuenta u ocultas en el proceso o en el estudio de un problema.

El proceso seguido en la estratificación se apoya en la construcción de varios diagramas de Pareto siguiendo diferentes criterios de clasificación; por ejemplo, clasificar las averías por tipo de turno, producto, materias primas, puede conducir a conclusiones que no se esperaban; es posible que un cierto día de la semana sea el más propicio para la presencia de averías. Existen ciertas averías que se presentan con mayor frecuencia en una determinada referencia de producto. El automatismo de empaque falla con más frecuencia con cierto proveedor de cajas de cartón, etc.

La estratificación ayuda a identificar el problema de una planta o equipo, ya que facilita la concentración en aquellas causas que son las de mayor impacto. Por este motivo, se recomienda emplear el principio de Pareto para identificar los factores que contribuyen a incrementar la frecuencia de la avería o su duración.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

La siguiente lista presenta los criterios más frecuentes empleados para la realización de la estratificación de la información de averías. Esta lista no pretende ser exhaustiva.

**Tipo de máquina.** Si la empresa posee diferentes marcas de equipos, es seguro que se puede realizar una clasificación tipo Pareto sobre la marca que más averías presenta.

**Sitio donde se encuentra la máquina.** En ciertos lugares de la planta afectan el funcionamiento de los equipos, por ejemplo, calor, contaminación, humedad, polvo, etc.

**Tipo de materias primas.** Si el equipo procesa diferentes tipos de materias primas, cierta clase de ellas producen más problemas a los elementos internos que otras.

**Día de la semana.** Determinados días son más propensos a presentar averías por diversos motivos. El inicio de la operación, el primer día de la semana, fin de semana o la proximidad a eventos especiales.

**Hora del día.** Es frecuente que los equipos experimenten dificultades adicionales en ciertas horas del día. Ciertos controles no trabajan adecuadamente durante la noche en zonas donde la temperatura ambiente desciende apreciablemente.

**Operario.** Algunas estadísticas tomadas de empresas que fabrican productos de consumo indican que aproximadamente el 65 % de las órdenes de trabajo que llegan a mantenimiento se deben a mala operación del equipo.



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

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

Podríamos identificar con una estratificación cuál es el operario que más problemas tiene para operar correctamente el equipo y ayudarlo a mejorar su método de trabajo.

**Tipo de producto o referencia de este.** En un cierto proceso de envasado de producto en botellas se presentan un número mayor de averías con cierto tamaño o presentación del producto. La estratificación nos ayudará a identificar el tipo de producto más crítico, para posteriormente buscar sus causas.

**Zonas del equipo.** En determinadas zonas del equipo se pueden encontrar concentrados los problemas por ejemplo, la ubicación de escapes en un reactor de un cierto producto químico. Al estratificar la ubicación se encontrará que existe una clase de escape que se presenta con mayor frecuencia.

### 2.2.3.3 Diagrama de causa y efecto (*ishikawa*)

Cuando se ha identificado el problema a estudiar, es necesario buscar las causas que producen la situación anormal. Cualquier problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia. El diagrama de causa y efecto es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan el problema. Su ventaja consiste en el poder visualizar las diferentes cadenas causa y efecto, que pueden estar presentes en un problema, facilitando los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas.

Cuando se estudian problemas de fallos en equipos, estos pueden ser atribuidos a múltiples factores. Cada uno de ellos puede contribuir positiva o negativamente al resultado. Sin embargo, algún de estos factores pueden contribuir en mayor proporción, siendo necesario recoger la mayor cantidad de causas para comprobar el grado de aporte de cada uno e identificar los que afectan en mayor proporción. Para resolver esta clase de problemas, es necesario disponer de un mecanismo que permita observar la totalidad de relaciones causa-efecto.

Un diagrama de causa y efecto facilita recoger las numerosas opiniones expresadas por el equipo sobre las posibles causas que generan el problema. Se trata de una técnica que estimula la participación e incrementa el conocimiento de los participantes sobre el proceso que se estudia.

### **2.2.3.3.1 Construcción del diagrama de causa y efecto**

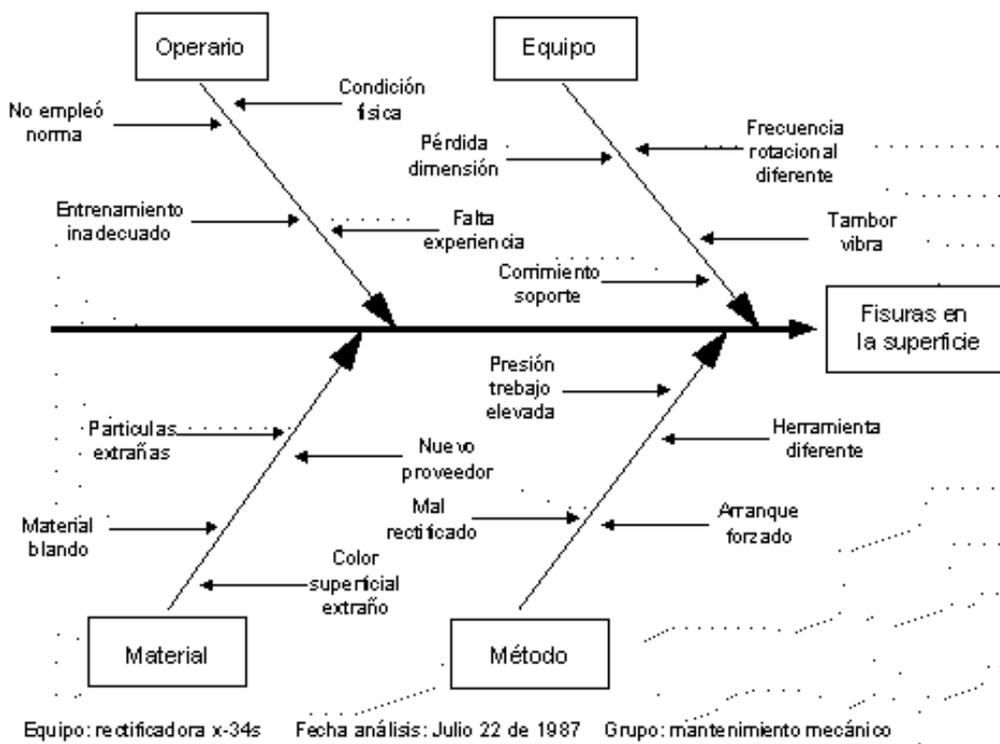
El diagrama de causa y efecto es un gráfico con la siguiente información:

- El problema que se pretende diagnosticar
- Las causas que posiblemente producen la situación que se estudia
- Un eje horizontal conocido como espina central o línea principal
- El tema central que se estudia se ubica en uno de los extremos del eje horizontal. Este tema se sugiere encerrarse con un rectángulo. Es frecuente que este rectángulo se dibuje en el extremo derecho de la espina central

- Líneas o flechas inclinadas que llegan al eje principal. Estas representan los grupos de causas primarias en que se clasifican las posibles causas del problema en estudio
- A las flechas inclinadas o de causas primarias llegan otras de menor tamaño que representan las causas que afectan a cada una de las causas primarias. Estas se conocen como causas secundarias

El diagrama de causa y efecto debe llevar información complementaria que lo identifique. La información que se registra con mayor frecuencia es la siguiente: título, fecha de realización, área de la empresa, integrantes del equipo de estudio, etc. Todo esto lo podemos observar en la figura 8.

**Figura 8. Diagrama de causa y efecto**



Fuente: Instituto Internacional TPM

### 2.2.3.3.2 Estructura de un diagrama de causa y efecto

Buena parte del éxito en la solución de un problema está en la correcta elaboración del diagrama de causa y efecto. Cuando un equipo trabaja en el diagnóstico de un problema y se encuentra en la fase de búsqueda de las causas, seguramente ya cuenta con un diagrama de Pareto. Este diagrama ha sido construido por el equipo para identificar las diferentes características prioritarias que se van a considerar en el estudio de causa-efecto. Este es el punto de partida en la construcción del diagrama de causa y efecto.

Para una correcta construcción del diagrama de causa y efecto se recomienda seguir un proceso ordenado, con la participación del mayor número de personas involucradas en el tema de estudio. El doctor *Kaoru Ishikawa* sugiere la siguiente clasificación para las causas primarias. Esta clasificación es la más ampliamente difundida y se emplea preferiblemente para analizar problemas de procesos y averías de equipos; pero pueden existir otras alternativas para clasificar las causas principales, dependiendo de las características del problema que se estudia.

**Causas debidas a la materia prima.** Se tienen en cuenta las causas que generan el problema desde el punto de vista de las materias primas empleadas para la elaboración de un producto. Por ejemplo: causas debidas a la variación del contenido mineral, pH, tipo de materia prima, proveedor, empaque, transporte etc. Estos factores causales pueden hacer que se presente con mayor severidad una falla en un equipo.

**Causas debidas a los equipos.** En esta clase de causas se agrupan aquellas relacionadas con el proceso de transformación de las materias primas como las máquinas y herramientas empleadas, efecto de las acciones de mantenimiento, obsolescencia de los equipos, cantidad de herramientas, distribución física de estos, problemas de operación, eficiencia, etc.

**Causas debidas al método.** Se registran en esta espina las causas relacionadas con la forma de operar el equipo y el método de trabajo. Son numerosas las averías producidas por estrelladas de los equipos, deficiente operación y falta de respeto de los estándares de capacidades máximas.

**Causas debidas al factor humano.** En este grupo se incluyen los factores que pueden generar el problema desde el punto de vista del factor humano. Por ejemplo, falta de experiencia del personal, salario, grado de entrenamiento, creatividad, motivación, pericia, habilidad, estado de ánimo, etc., debido a que no en todos los problemas se pueden aplicar las anteriores clases, se sugiere buscar otras alternativas para identificar los grupos de causas principales.

## **2.3 Modelo de mantenimiento productivo total (TPM)**

### **2.3.1 Conceptos básicos**

Como ya habíamos dicho el mantenimiento productivo total busca el mejoramiento de las operaciones de la fábrica mejorando la actitud y la destreza de todo el personal, desde el gerente general hasta el operador de línea y mejorando el funcionamiento del equipo por medio de la capacitación del personal que está directamente relacionado con el.

La actitud corriente de los operadores y de la gente de mantenimiento es que cada uno tiene su campo de acción y cada uno se interesa en su parte y nada más: "Yo soy operador y tú eres el que da mantenimiento o sea yo opero y tu reparas". La primera etapa de la introducción de TPM es el cambio de la actitud del operador de tal manera que éste realice algunas tareas de mantenimiento en el equipo que maneja. Para esto es necesario entrenarlo en conocimientos y destrezas de mantenimiento, cosa que es posible sólo si está dispuesto y motivado a ello. "El mejoramiento del ser humano depende de su participación e involucramiento".

Se trata de lograr que el operador se preocupe del equipo que él mismo utiliza para su trabajo diario. Como consecuencia del cambio de actitud en operadores y gente de mantenimiento, también mejoran otras condiciones del ambiente de trabajo, por añadidura. Así es como la experiencia japonesa ha identificado cinco palabras que están asociadas a otros tantos conceptos que se dan en el trabajo. Ellas son las 5 "S": *Seiri* (orden), *Seiton* (armonía en la distribución), *Seiso* (integridad), *Seiketsu* (aseo), *Shitsuke* (disciplina). Estos conceptos llamados las 5 "S" ya están siendo implantadas en la planta.

### **2.3.2 Las actividades esenciales para la realización**

Hay cinco actividades de un total de doce que se pueden identificar, que son fundamentales para que el programa tenga éxito. El programa debe ser implementado teniendo muy en cuenta las características de la industria, el método de producción, el estado del equipo y los problemas que son más habituales. Estas cinco actividades son:

- a. Mejorar la efectividad de cada tipo de equipos. Seleccionar un equipo o familia de equipos y formar un grupo de tarea para hacer el análisis de su funcionamiento y llevar a cabo la eliminación de las cuatro grandes pérdidas, logrando con ello el mejoramiento de su efectividad.
- b. Implantar la mantención autónoma por los operadores. Promover que se realicen trabajos de mantención por parte de pequeños grupos de terreno según el método que se describe más adelante.
- c. Implantar un buen sistema de administración de la mantención que tenga bajo control todas las funciones como planificación, programación, abastecimiento de repuestos, herramientas, manuales de taller, etc. y que establezca trabajos periódicos de mantención preventiva o sintomático.
- d. Definir e implementar programas de capacitación para mejorar los conocimientos y destrezas de operadores y personal de mantención.
- e. Establecer un sistema para diseñar y producir equipos o componentes que permita llevar a la práctica las mejoras que se propongan en confiabilidad, mantenibilidad y ciclo económico de vida. En este aspecto hay que hacer mucho énfasis, recordando que son las condiciones de diseño las que tienen la mayor importancia en la disponibilidad.

## **2.4 Pilares del mantenimiento productivo total (TPM)**

#### 2.4.1 ¿Qué son los "pilares" TPM?

Los procesos fundamentales han sido llamados por el JIPM como "pilares".

Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

- Mejoras enfocadas o *Kobetsu Kaizen*, es un pilar TPM que contribuye a definir y mantener las condiciones del equipo para que no se produzcan defectos de calidad, como base a las rutinas de inspección de equipos, ya sean autónomas o de mantenimiento especializado.
- Mantenimiento autónomo o *Jishu Hozen*, una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden. El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas,

participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.

- Mantenimiento planificado o progresivo, el objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.
- Mantenimiento de calidad o *Hinshitsu Hozen*, esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.
- Prevención de mantenimiento, son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

costes de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo.

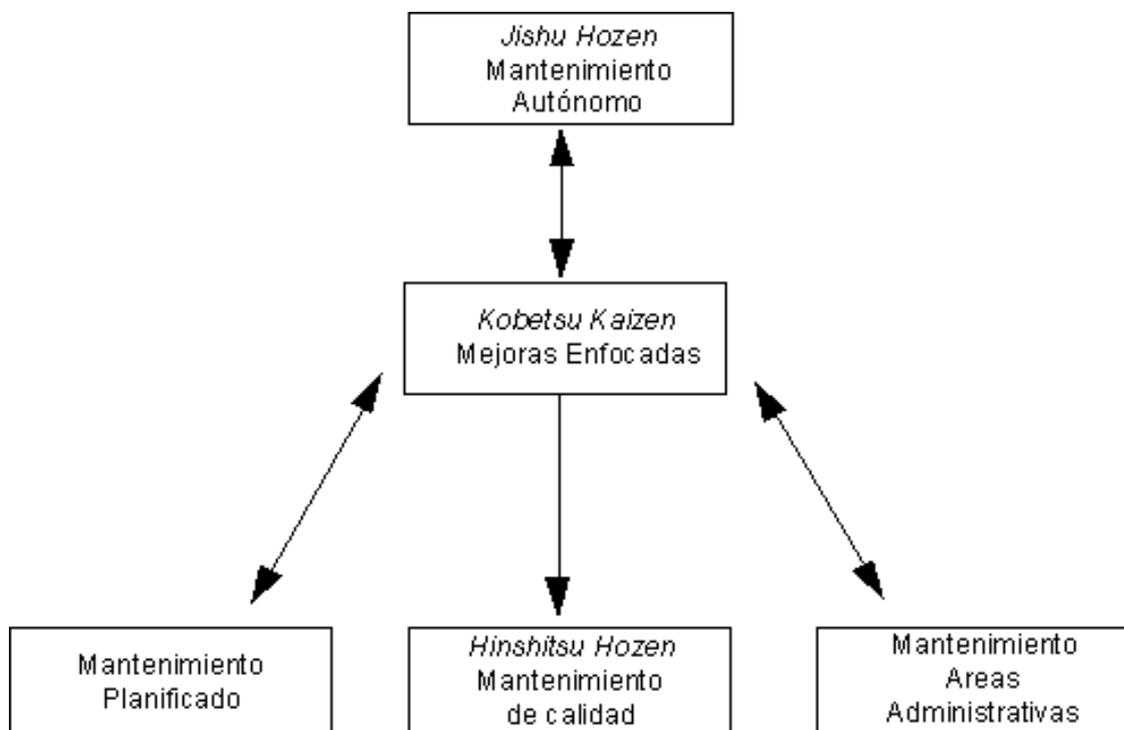
Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

- Mantenimiento en áreas administrativas, esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.
- Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación, las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo. El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:
  - a. Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos
  - b. Comprender el funcionamiento de los equipos

- c. Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto
- d. Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos
- e. Capacidad para conservar el conocimiento y enseña a otros compañeros
- f. Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales

**Relación entre pilares.** Los procesos fundamentales o "pilares" del TPM se deben combinar durante el proceso de implantación. Debe existir una cierta lógica para la implantación del TPM en la empresa y esta dependerá del grado de desarrollo que la compañía posea en su función productiva y de mantenimiento en relación a cada uno de los procesos fundamentales (figura 9).

**Figura 9. Relación entre pilares**





**PDF**  
Complete

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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

**Fuente: Instituto Internacional TPM**

Es necesario tener en cuenta que cada proceso fundamental posee una serie de pasos los cuales se pueden combinar para la implantación del TPM en la empresa.

En nuestro caso, como es una empresa que produce productos alimenticios y el equipo con el que se cuenta no es nuevo, en su etapa inicial de TPM se debe de combinar las tres primeras etapas, la del mantenimiento autónomo con un fuerte trabajo en mejoras enfocadas, estableciendo un mantenimiento planificado y progresivo, y para el futuro se ha previsto continuar actividades de mantenimiento autónomo con un plan de mejora del mantenimiento preventivo.

Es necesario recordar que las mejoras enfocadas no solo se orientan a la eliminación de problemas de equipo. Estas tienen que ver con la eliminación de toda clase de pérdidas que afectan la productividad total efectiva de los equipos (PTEE) y efectividad global del equipo (EGE), por lo tanto, este es un proceso prioritario en el inicio de las actividades TPM. Uno de los factores de éxito para la implantación del TPM está en un cuidadoso diseño de cada una de las acciones para el desarrollo de los procesos fundamentales.



**PDF**  
Complete

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

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



**PDF**  
Complete

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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

### 3. SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

#### 3.1 Programa de mantenimiento existentes

En esta parte de la investigación se presentan dos diferentes situaciones, las cuales se describen a continuación:

**Situación julio 2,002 Æ mayo 2,003.** Dado que el salón de envasado de aceite es vital en la empresa (genera mas del 70% de las ventas totales anuales), en la alta gerencia no piensan en parar todas las líneas de producción para realizarlo, sino que, se tiene la idea, de que solamente con la limpieza de los equipos basta y que si alguna parte de un equipo necesita ser reparado, cambiado o mejorado, se cambiará solamente hasta que esta quede totalmente inservible. A continuación se presenta el programa de mantenimiento que se estaba aplicando en este tiempo, este no contaba con un periodo de aplicación sino que, era aplicado cuando había tiempo, por algún acontecimiento fuera de

nuestras manos (como bodegas llenas, falta de materias primas, situación de los mercados tanto nacional como extranjero, etc.) en las líneas de producción.

## **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL SALON DE ENVASADO DE ACEITE**

### **ORDENADORA DE ENVASES**

- a. Limpieza general de la máquina
- b. Revisión general del estado de cojinetes, chumaceras y fajas
- c. Revisión y mantenimiento a los reductores que tienen fuga de aceite

### **LLENADORA DE ENVASES**

- a. Limpieza general de mangueras de aire
- b. Limpieza general de mangueras de aceite
- c. Limpieza general del tanque de alimentación
- d. Limpieza general de transportadores
- e. Limpieza y revisión del estado de las poleas y fajas de transportadoras
- f. Modificar el sistema de los reductores de los transportadores (colocar chumaceras fijas a las paredes del transportador)
- g. Colocar nueva electro válvula en la línea de nitrógeno, línea No. 2
- h. Revisión del estado de los reductores y retenedores de los transportadores, el reductor de la línea 2, lado B por fuga de aceite
- i. Cambio de mangueras de aire comprimido

### **TAPONADORA DE ENVASES**

- a. Eliminar fugas actuales de aire
- b. Revisión a profundidad de los motores eléctricos (de la centrífuga y motor general) línea 2, ambos motores han dado fallos frecuentes
- c. Limpieza general de transportadores, máquina, fajas y poleas

- d. Revisar el juego que tienen los ejes de los reductores *tol-o-matic* taponadora línea 2
- e. Hacer nuevas poleas de las bandas sujetadoras taponadora No. 2
- f. Cambiar las bandas sujetadoras
- g. Cambio de cojinetes, y chumaceras que sujetan los ejes de las poleas línea 2
- h. Verificar el estado de los ejes de las poleas

#### **ETIQUETADORA DE ENVASES**

- a. Cambio de aceite a las cajas reductoras de la etiquetadora de la línea 2. El aceite actual tiene humedad
- b. Soldar la base dañada de la caja de etiquetas. Ya se llevó al taller
- c. Reparar fuga de aire del cilindro que presiona la etiqueta. Debido a la fuga no hay una presión adecuada a la etiqueta. Ya se envió al taller
- d. Cambio de esponjas de los segmentos. Se cambiarán las esponjas dañadas
- e. Limpieza general de máquinas, y transportadores
- f. Limpieza general de bomba de pegamento
- g. Fijar las bases del pedestal del cabezal de las *video-jet*
- h. Eliminar fugas actuales de aire

#### **ARMADORA DE CAJAS**

- a. Limpieza con líquido removedor del sistema de *hot melt*, cambio de boquillas dañadas
- b. Limpieza y cambio de grasa en las cadenas de transmisión
- c. Limpieza interna de la máquina
- d. Eliminar fugas actuales de aire

#### **ENCAJONADORA DE ENVASES**

- a. Línea 2: Limpieza general de trasportadores
- b. Línea 2: Limpieza interna de los diferentes cilindros
- c. Lubricación y limpieza interna y profunda de los rodillos de entrada y salida de las encajonadoras
- d. Revisión y/o cambio de sensores en encajonadora línea 2. Están dando problemas
- e. Limpieza profunda de cada uno de los aditamentos propios de cada línea, guías, elevadores, trampillas, pestañas, etc.

#### **SELLADORA DE CAJA**

- a. Limpieza con líquido removedor del sistema de *hot melt*, cambio de boquillas dañadas
- b. Revisión de la base y sistema de sujeción del actuador doblador de solapa
- c. Limpieza general de la máquina

#### **GENERAL**

- a. Limpieza interna de los cuatro intercambiadores de calor
- b. Cambio de *o-rings* de las carcasas de las bombas (tienen fuga)
- c. Instalación del acople de cadena en el último tramo de transportador de rodillos área de entarimado. Ya se ha solicitado varias veces
- d. Mantenimiento general del compresor de aire del sistema de nitrógeno
- e. Evaluar el mantenimiento del compresor de aire *Quincy*
- f. Lubricación de todos los transportadores de rodillos e instalar los *o-rings* de transmisión que hagan falta



mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

Los resultados obtenidos por este programa de mantenimiento se detallan en la sección 3.1.2.

**Situación actual (junio 2003 Æ octubre 2003).** Después de haber registrado todos los equipos y maquinaria en el salón de envasado de aceite, se procedió a elaborar un nuevo programa de mantenimiento preventivo para cada máquina, así como una bitácora de control detallada para las mismas, se estableció que este programa se ejecutará cada 3 meses en algunas máquinas, equipos o periféricos y en otras cada 6 meses, mientras que la bitácora de control se llevará a diario, semanal o mensual, según sea el caso, todo esto para realizar posibles cambios en el plan maestro (si fuese necesario), este plan maestro de mantenimiento se describe a continuación.

Para este caso en particular solamente describiremos las acciones que se realizan en la línea número dos de envasado de aceite ideal.

#### **Figura 10. Planificación programa preventivo 2003 Æ 2004**

Este mantenimiento debe hacerse en cada parada programada de producción cada 3 meses:

Marzo  
Junio  
Septiembre  
Diciembre

#### **ENVASADO DE ACEITE**

<b>ÁREA</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO</b>
-------------	---------------	--------------------------------

<b>LÍNEA No. 2</b>	ORDENADORA DE ENVASE	Revisión de todas las fajas, engrase de chumaceras, nivelar aceite de los motoreductores, mantenimiento del panel eléctrico, lubricación general.
	DIVISOR DE ENVASE	Mantenimiento al sistema neumático general y lubricación, revisión de sensores.
	BOMBA DE VACIO	Revisión general de la motobomba de vacío, revisión de aspas de succión.
	LLENADORA DE ACEITE 2A Y 2B	Mantenimiento general de electroválvulas y actuadores neumáticos, revisión de unidad de mantenimiento, revisión y limpieza de programadores de llenado.
	TAPONADORA DE PRESION	Revisión general de motoreductor, fajas, poleas y variador.
	MÁQUINA ETIQUETADORA	Revisión de engranajes, lubricación y engrase, cambio del auto lubricador, revisión del sistema electrónico y limpieza.

**Continuación**

	CODIFICADORA VIDEO JETS (mantenimiento cada 500 horas)	Limpieza de cabeza, revisión de aire, purgar la unidad de mantenimiento, nivelar fluidos, revisión de fecha.
	ARMADORA DE CAJAS	Limpieza de cadenaje y lubricación, mantenimiento del sistema neumático, limpieza de bomba de vacío y filtros, limpieza del sistema Nordson, mantenimiento eléctrico y engrase general.
	ENCAJONADORA	Limpieza y lubricación general de electro válvulas, revisión de unidad de mantenimiento, lubricación y revisión general de los cilindros, limpieza y lubricación de cadenaje, mantenimiento de sensores y sistema eléctrico en general
	SELLADORA DE CAJAS	Limpieza y lubricación de electro válvulas, lubricación general neumática, engrase de la máquina, cambio de aceite en el motoreductor, revisión de faja transportadora, apriete de tornillería, mantenimiento eléctrico en general
	PANELES ELÉCTRICOS	Apriete de tornillería, revisión de contactores, flipones, guarda motores, limpieza interna y externa, aplicar desplazante de humedad, revisión de cableado, medición de amperaje
	DISCO GIRATORIO DE TAPONADORA	Revisión de motoreductor, cambio de aceite, mantenimiento del variador de velocidad, y lubricación general.
	TRANSPORTADORES (este mantenimiento debe de hacerse cada mes)	Revisión de faja eslabonada, limpieza de sprocket, mantenimiento de motoreductores, cambio de aceite.

**Continuación**

<b>PERIFÉRICOS</b>	COMPRESOR QUINCY (cambio de filtro de aceite cada 1000 horas)	Revisión de filtros de aire, filtros de aceite, revisión de fajas, alineación de poleas, mantenimiento del motor, revisión de tanque, cambio de aceite, limpieza del radiador y mantenimiento al secador.
	COMPRESOR INGERSOLL RAND (cambio de filtros cada 2000 horas)	Revisión de filtros de aire, filtros de aceite, revisión de fajas, alineación de poleas. Mantenimiento del motor, revisión de tanque, cambio de aceite, limpieza de los radiadores.
	EQUIPO DE NITRÓGENO	Revisión de electro válvulas, limpieza de purgas automáticas, cambio de filtros cada año, mantenimiento al panel eléctrico, y limpieza interior y exterior, revisión de fugas.
	COMPRESOR VILTER	Cambio de aceite, revisión de filtros, limpieza de panel, mantenimiento del motor, revisión del nivel de amoniaco y acoplamiento.
	TORRE DE ENFRIAMIENTO REF No. 1	Revisión del motor del ventilador, revisión de flotador, mantenimiento a bomba, limpieza interior.
	REF No. 2	Revisar ruido de cojinetes del motor y bomba, revisar sello mecánico, acoplamiento, nivel de aceite, amperaje, condiciones de los o´ring de las carcazas, alineación de la bomba.
	BOMBAS DE ENFRIAMIENTO 1, 2 Y 3 (este mantenimiento debe de hacerse cada 6 meses)	Revisar ruido de cojinetes del motor y bomba, revisar sello mecánico, acoplamiento, nivel de aceite, amperaje, condiciones de los o´ring de las carcazas, alineación de la bomba.

**Continuación**

	BOMBA DEL CHILLER	Revisar ruido de cojinetes del motor y bomba, revisar sello mecánico, acoplamiento, nivel de aceite, amperaje, condiciones de los o´ring de las carcazas, alineación de la bomba.
	BOMBA DE LÍNEA No. 2	Revisar ruido de cojinetes del motor y bomba, revisar sello mecánico, acoplamiento, nivel de aceite, amperaje, condiciones de los o´ring de las carcazas, alineación de la bomba.
	INTERCAMBIADOR LÍNEA No. 2	Limpieza de placas interiores, revisión empaques y acondicionamiento, eliminación de fugas.
	TANQUES Y BOMBAS DOSIFICADORAS	Revisión de fugas de aceite en tuberías, revisión de sensores de nivel, mantenimiento a bomba dosificadora y limpieza de cheques, revisión de diafragmas internos.
	TRANSPORTADOR ELEVADOR Y MOTORREDUCTORES	Revisión de fajas, rodillos tensores, chumaceras, servicio al motoreductor, revisión de ruidos de cojinetes, cambio de aceite y lubricación general.
	TRANSPORTADOR DEL AREA DE ENTARIMADO	Revisión de rodillos, chumaceras, servicio al motoreductor, revisión de ruidos de cojinetes, cambio de aceite y lubricación general, revisión de iluminación.
	TRANSPORTADOR DE TAPA Y ENVASE	Revisión de fajas, rodillos tensores, chumaceras, servicio al motoreductor, revisión de ruidos de cojinetes, cambio de aceite y lubricación general.
	ILUMINACIÓN DEL SALÓN (Este mantenimiento debe de hacerse cada mes)	Revisión cambio de tubos y balastos dañados, revisar interruptores, limpieza exterior.

Fuente: Investigación de campo

Los resultados obtenidos por este programa de mantenimiento se detallan en la sección 3.1.2. Además de este programa de mantenimiento se cuenta como ya habíamos dicho anteriormente con las bitácoras de control detalladas para cada máquina, una de estas se detallan en los anexos (figura 20).

#### 3.5.4 Tipo de mantenimiento

**Situación julio 2002 Æ mayo 2003.** Los mantenimientos que se estuvieron aplicando son los siguientes: el mantenimiento correctivo (en esta van incluidas también las emergencias), es uno de los mas aplicados y rara vez se aplicaba el mantenimiento preventivo, dado que no se contaba con todos los repuestos, materiales para trabajar o unidades de reemplazo temporales en *stock*, ya sea en bodega de repuestos (bodega EC), o en el departamento de mantenimiento.

Sino que lo que se había quitado por algún tipo de falla, este se trataba de componer, por esta razón se perdía mucho tiempo en las líneas de producción, e incluso como las líneas de producción son similares (los accesorios y periféricos de las máquinas son las mismas) se había inhabilitado una máquina de otra línea para que funcionase la que tenía que sacar el producto que más urgía.

Como se pudo observar anteriormente, el programa de mantenimiento es una mezcla entre el mantenimiento correctivo y un poco de preventivo, este ultimo no lo habíamos podido implementar completamente, porque no contábamos primero que nada con todos los manuales de la maquinaria y equipos, además que se tienen pocos registros del funcionamiento de todos los equipos, además que la poca información que se tenía no había sido recopilada y tabulada para una tener documentación electrónica (incluso había parte de esta información que ya no se tenía).

**Situación actual (junio 2003 Æ octubre 2003).** Durante este periodo de tiempo, se estuvo implementando constantemente, el programa de mantenimiento preventivo propuesto (previamente se registraron todos los equipos), bitácoras de control, verificaciones de arranque de equipos, controles de proceso en cada una de las máquinas o equipos, esta acción, vino a mejorar la eficacia del mantenimiento (figura 11) y por lo consiguiente las eficiencias de las líneas de producción, estas las podemos ver en los anexos (figuras 37, 38 y 39).

### 3.5.5 Resultados del mantenimiento aplicado

En esta parte el mantenimiento ese ha estado midiendo en base a un indicador clave de eficacia de mantenimiento, este se muestra en la tabla V.

**Tabla V. Indicador clave de mantenimiento**

INDICADOR	FÓRMULA	META ANUAL
Eficacia del mantenimiento	$\left( \frac{\text{\# de MP}}{\text{\# de MC} + \text{\# de MP}} \right) * 100$ <p>Donde MC = Mantenimientos correctivos realizados MP = Mantenimientos preventivos realizados</p> <p>Nota: Aplica a equipo y maquinaria de producción</p>	>=75%

La meta anual que se estableció en el presente año es del 75% de eficacia, esta meta fue establecida por la alta gerencia, puesto que se calcula que con este porcentaje de eficacia, producción tendrá aproximadamente un 90% de eficiencia.



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

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

Los resultados del mantenimiento desde enero hasta septiembre en el presente año, fueron calculados, recopilados y tabulados, y el resultado de estos, quedaron de la siguiente manera:

**Enero:** Se logro tener una eficacia en el mantenimiento del 54.47%

**Febrero:** Se logro tener una eficacia en el mantenimiento del 51.10%

**Marzo:** Se logro tener una eficacia en el mantenimiento del 53.21%

**Abril:** Se logro tener una eficacia en el mantenimiento del 54.14%

**Mayo:** Se logro tener una eficacia en el mantenimiento del 52.31%

**Junio:** Se logro tener una eficacia en el mantenimiento del 73.39%

**Julio:** Se logro tener una eficacia en el mantenimiento del 74.58%

**Agosto:** Se logro tener una eficacia en el mantenimiento del 77.14%

**Septiembre:** Se logro tener una eficacia en el mantenimiento del 78.48%

En los meses de **enero a mayo** se puede observar una tendencia al mejoramiento del mantenimiento muy baja, las razones de estos porcentajes tan bajos de eficacia en cada mes así como las acciones correctivas/preventivas que se tomaron en acción para aumentar este índice se detallan en las tablas VI, VII, VIII, uno de los primeras acciones correctivas que se hicieron fue la de elaborar un programa preventivo e implementarlo, del cual hablamos anteriormente, este se implemento satisfactoriamente. Además se puede observar que en los meses de **junio a septiembre**, la eficacia en la aplicación del mantenimiento se incremento, en un porcentaje muy significativo el cual fue de 21.8%, desde aquí, éste índice ha presentado una tendencia al mejoramiento notoria (debido a las acciones correctivas/preventivas).

**Tabla VI. Acciones correctivas / preventivas mayo**

MAYO		
CAUSA MAS PROBABLE DE LA DESVIACIÓN	ACCIONES CORRECTIVAS /PREVENTIVAS	CONCLUSIÓN
<p>1.- No se dan los paros correspondientes para la ejecución de mantenimiento preventivo.</p> <p>2.- No se han seleccionado las órdenes correctivas y preventivas correctamente, ya que actualmente se ha estado tomando los mantenimientos programados como correctivos aunque estos no paren un equipo.</p> <p>3.- Se está ocupando mucho tiempo en trabajos correctivos, pruebas y arranque en equipos traídos de <i>unilever</i>.</p> <p>4.- Falta de repuestos en la ejecución de mantenimientos.</p> <p>5.- Falta de herramienta para el personal del taller.</p>	<p>1.- Se entregara a superintendencia un programa de mantenimiento preventivo, para que sea contemplado el paro necesario en las líneas de producción.</p> <p>2.- Selección de ordenes correctivas y preventivas, las ordenes que no paren un equipo y se puedan programar serán parte del mantenimiento preventivo</p> <p>3.- Se esta evaluando con el departamento de compras el tener una bodega en consignación de cojinetes y otra del área eléctrica, que sean repuestos genéricos.</p> <p>4.- Se hará propuesta para la compra de herramienta para el personal.</p>	

Fuente: Investigación de campo

**Tabla VII. Acciones correctivas / preventivas junio**

<b>JUNIO</b>		
<b>CAUSA MAS PROBABLE DE LA DESVIACIÓN</b>	<b>ACCIONES CORRECTIVAS /PREVENTIVAS</b>	<b>CONCLUSIÓN</b>
La primera quincena se trabajaron órdenes preventivas como correctivas.	Se seleccionaron los tipos de mantenimiento según criterio unificado.	

**Fuente: Investigación de campo**

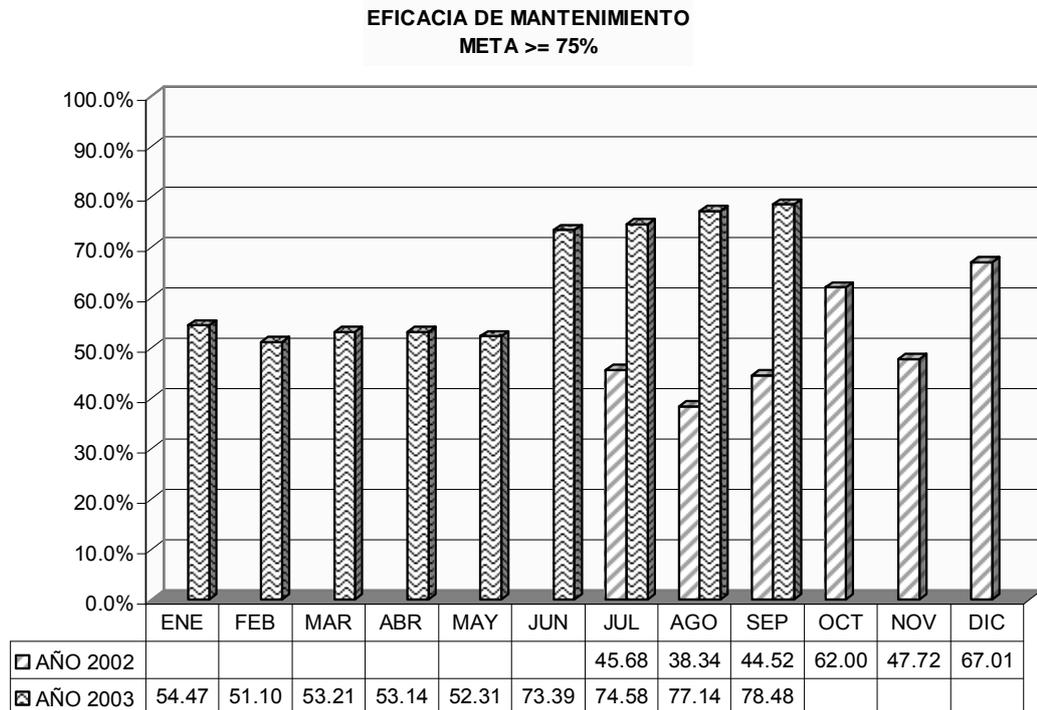
**Tabla VIII. Acciones correctivas / preventivas julio**

<b>JULIO</b>		
<b>CAUSA MAS PROBABLE DE LA DESVIACIÓN</b>	<b>ACCIONES CORRECTIVAS /PREVENTIVAS</b>	<b>CONCLUSIÓN</b>
No se trabajaron en órdenes preventivas en fin de semana en el salón de envasado por estar las líneas produciendo, y esta área es las más	En el mes de agosto se tiene programado un fuerte plan de mantenimiento en las refinерías y envasado de aceite, con lo que se	

laboriosas.	contempla tendremos menos ordenes correctivas.	
-------------	--	--

Fuente: Investigación de campo

Figura 11. Gráfico eficacia de mantenimiento



Fuente: Investigación de campo

### 3.6 Equipos y máquinas

### 3.6.1 Condiciones del área de trabajo

Las condiciones del área de trabajo, están descritas en un documento controlado, el cual es una hoja de inspección de auditoría visual, esta incluye la organización, el orden, la limpieza y la seguridad, esta inspección se hace dos veces cada mes (o sea cada 15 días), hemos obtenido resultados favorables al evaluarse las condiciones del área de trabajo, llegando a obtener una ponderación de 90 sobre 100 en el mes de octubre, la hoja de inspección utilizada la podemos observar en los anexos (figura 21).

### 3.6.2 Condiciones del equipo y maquinaria

No se contaba con ningún medio para evaluar las condiciones de los equipos y maquinaria en el salón de envasado. Se utiliza la figura 22 (ver anexos) para la evaluación de cada uno de los equipos, esta evaluación permite que el operador critique su equipo y demuestre la necesidad de mejorarlo y darle mantenimiento, el equipo se evalúa para determinar su confiabilidad, capacidad y su condición general (apariencia, limpieza, facilidad de operación, seguridad y ambiente).

La calificación del equipo podrá ser de la siguiente manera:

- **Malo:** debajo de los estándares establecidos, no debería de ser usado
- **Regular:** escasamente aceptado, debajo de los estándares
- **Promedio:** este cumple con los requerimientos mínimos aceptables
- **Bueno:** arriba de los estándares, puede seguir mejorando
- **Excelente:** reúne o excede con todas las expectativas deseadas

Auxiliándose de la tabla IX, se evaluaron los equipos en base a la figura 22 (ver anexos), los resultados para la ordenadora de envases, llenadora de envases, taponadora de envases, etiquetadora de envases, armadora de cajas, encajonadora de envases y selladora de cajas, se muestran en las tablas X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI respectivamente.

**Tabla IX. Análisis de condiciones de los equipos**

Condición - Acción		
Calificación	Condición	Posibles acciones
1 (MALO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Bajo toda noma</li> <li>* Muy difícil de operar</li> <li>* No confiable</li> <li>* No se ajusta a las tolerancias</li> <li>* No se hace mejoramiento</li> <li>* Inseguro para operar</li> <li>* Muy alta tasa de desechos</li> <li>* No hay mantenimiento preventivo</li> </ul>	Requiere atención inmediata <ul style="list-style-type: none"> <li>* Desechos</li> <li>* Reconstruir</li> <li>* Comenzar con mantto. preventivo</li> <li>* Mejorar función y seguridad</li> <li>* No se hace mejoramiento</li> <li>* Limpieza</li> <li>* Revisar</li> </ul>
2 (REGULAR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Casi aceptable</li> <li>* Bajo las normas</li> <li>* No es fácil de operar</li> <li>* Capacidad limitada</li> <li>* Sucio</li> <li>* Alta tasa de desechos</li> <li>* Muy poco mantenimiento preventivo</li> </ul>	Requiere acción temprana <ul style="list-style-type: none"> <li>* Reconstruir</li> <li>* Mejorar función y seguridad</li> <li>* Mejorar mantenimiento preventivo</li> <li>* Limpiar</li> <li>* Mejorar inspección</li> </ul>
3 (PROMEDIO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Cumple con los requerimientos</li> <li>* Relativamente confiable</li> <li>* Se realiza mantenimiento preventivo</li> <li>* No esta en buenas condiciones</li> <li>* Capacidad algo limitada</li> <li>* Apariencia decente</li> <li>* Desechos promedio</li> </ul>	Requiere acción <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mejorar funciones necesarias</li> <li>* Mejorar inspecciones</li> <li>* Mejorar mantenimiento preventivo</li> <li>* Limpiar</li> <li>* No dejar que se deteriore</li> </ul>

4 (BUENO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Máquina confiable</li> <li>* Buena apariencia</li> <li>* Muy poco desecho</li> <li>* Todos los mantenimientos preventivos se han realizado</li> <li>* Se ha realizado algo de mejoramiento</li> <li>* Cumple con todas las normas</li> </ul>	<p>Posibles acciones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Ajustar los mantenimientos preventivos</li> <li>* Seguir inspeccionando los equipos</li> <li>* Seguir limpiando / lubricando</li> <li>* Mejorar donde sea posible</li> <li>* No dejar que se deteriore</li> </ul>
5 (EXCELENTE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Perfecta condición</li> <li>* Se ve nuevo</li> <li>* No hay desechos</li> <li>* Se ha mejorado el equipo</li> <li>* No hay descomposiciones</li> <li>* Se ha realizado mantto. preventivo</li> </ul>	<p>Utilice como ejemplo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Muestre a los clientes</li> <li>* No dejar que se deteriore</li> <li>* Mantener un registro de mantto. Preventivo</li> <li>* Mantenerlo perfectamente limpio</li> </ul>

Fuente: Instituto Internacional TPM

Tabla X. Hoja de información de la ordenadora de envases

Descripción del equipo: <u>Ordenadora de envases línea 2</u>
Código del equipo: <u>AQORL2</u>
Fecha: <u>21/08/2003</u> Evaluado por: <u>Esaú Esteban</u>

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios:	4
El equipo es confiable, pero necesita mejorar la calidad del material con que se fabrica el gancho que voltea el envase, este lastima el envase, provocando mucho deterioro.	

2. Capacidad	Calificación
Comentarios:	4
El equipo trabaja al 75% de la capacidad máxima, mostrando un buen desempeño, se ha trabajado algunas veces a toda su capacidad mostrando problemas con fajas de transmisión, estas muestran desgaste, así como en las poleas.	

3. Condición general		Calificación
Apariencia / Limpieza:	3	4
Facilidad de operación:	4	
Seguridad / Ambiente:	4	
Comentarios:		
El equipo no tiene suficiente espacio (incomodidad) para engrasar chumaceras.		
Por esta razón se dificulta un poco su limpieza.		
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>

Fuente: Hoja de información de equipos tomada de los anexos (figura 22)

Tabla XI. Hoja de información de la llenadora de envases

Descripción del equipo: <u>Llenadora de envases línea 2</u>
Código del equipo: <u>AQLLENL2</u>
Fecha: <u>21/08/2003</u> Evaluado por: <u>Esaú Esteban</u>

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios:	3
El equipo no es muy confiable, pero necesita mejorar la calidad de los transportadores de envases, estos se quiebran mucho, también los motores de estos deberían de ser de corriente alterna y no de corriente directa, así como el tipo de sensores que se utiliza, no deberían de utilizar reflectores.	

2. Capacidad	Calificación
Comentarios:	3
El equipo trabaja a su capacidad máxima, mostrando problemas en el llenado por la velocidad a la que se trabaja, se le hizo mejoras al diseño de las boquillas para un llenado mas rápido, aumentando la eficiencia de esta, pero perjudicando la calidad del producto.	

3. Condición general		Calificación
Apariencia / Limpieza:	3	3
Facilidad de operación:	3	
Seguridad / Ambiente:	3	
Comentarios:		
Por problemas con sensores de salida de envases, esta no se mantiene mucho tiempo limpia así como su apariencia no es muy buena, dado que el proceso es automatizado se debe tener un poco mas de conocimiento (neumática).		
<b>TOTAL</b>		<b>3</b>

Fuente: Hoja de información de equipos tomada de los anexos, figura 22

Tabla XII. Hoja de información de la taponadora de envases

Descripción del equipo: <u>  Taponadora de envases línea 2  </u>
Código del equipo: <u>  AQTAPL2  </u>
Fecha: <u>  21/08/2003  </u> Evaluado por: <u>  Esaú Esteban  </u>

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios:	4
El equipo es confiable, se necesita mejorar el sistema de control de altura de la taponadora, así como el material con que se fabrican las poleas y ejes de la misma.	

2. Capacidad	Calificación
Comentarios:	4
El equipo trabaja a la capacidad máxima que la llenadora trabaje, mostrando un buen desempeño, se planea aumentar la capacidad de la centrifuga que ordena la tapa y cambiar foto sensores (marca y proveedor).	
La única restricción que existe hasta el momento son los motores que impulsan la faja de transmisión que tapa los envases.	

3. Condición general		Calificación
Apariencia / Limpieza:	4	4
Facilidad de operación:	4	
Seguridad / Ambiente:	5	
Comentarios: Este equipo es muy sencillo de operar y es fácil su limpieza por no tener muchos accesorios o periféricos.		
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>

Fuente: Hoja de información de equipos tomada de los anexos (figura 22)

**Tabla XIII. Hoja de información de la etiquetadora de envases**

Descripción del equipo:	<u>Etiquetadora de envases línea 2</u>		
Código del equipo:	<u>AQETIL2</u>		
Fecha:	<u>21/08/2003</u>	Evaluado por:	<u>Esaú Esteban</u>

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios: El equipo no se detienen con los botones de paradas de emergencia, este deja también pasar envases aun estando apagada porque un sensor controlador del freno no funciona (dado que el equipo es alemán el repuesto tarda mucho en llegar a nuestras bodegas de repuestos)	3

2. Capacidad	Calificación
Comentarios: El equipo esta trabajando al 60% de su capacidad teórica, esta requiere de un mejoramiento en su sistema de alimentación de envases, así como de cambiar los resortes del tambor de uñas, puesto que estas se están quebrando dejando salir envases sin etiqueta, además se debe de cambiar de adhesivo o las propiedades de este, este a restringido la capacidad del equipo drástica-	4

mente.

3. Condición general		Calificación
Apariencia / Limpieza:	3	3
Facilidad de operación:	3	
Seguridad / Ambiente:	3	
Comentarios:		
Requiere mucho tiempo de limpieza, porque el adhesivo se esparce por las dos estaciones del equipo (tambor para etiqueta y tambor para contra etiqueta).		
<b>TOTAL</b>		<b>3</b>

**Fuente:** Hoja de información de equipos tomada de los anexos (figura 22)

**Tabla XIV. Hoja de información de la armadora de cajas**

Descripción del equipo:	<u>Amadora de cajas línea 2</u>		
Código del equipo:	<u>AQARML2</u>		
Fecha:	<u>21/08/2003</u>	Evaluado por:	<u>Esaú Esteban</u>

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios:	4
El equipo es confiable, solamente se considera que se debe de cambiar el tipo de adhesivo que se utiliza, puesto que se desperdicia mucho (causa muchas fugas en los inyectores y módulos que dosifican el adhesivo).	

2. Capacidad	Calificación
Comentarios:	5
La capacidad del equipo se adapta acorde a las exigencias de la encajonadora de envases, la única restricción que esta tiene es por la longitud que tiene el transportador de alimentación hacia la encajonadora este tramo es muy corto.	


3. Condición general	Calificación
Apariencia / Limpieza: 4	4
Facilidad de operación: 4	
Seguridad / Ambiente: 4	
Comentarios: Es fácil de limpiar si se tienen los materiales correctos, operación es muy fácil y la seguridad es buena.	
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>

Fuente: Hoja de información de equipos tomada de los anexos (figura 22)

Tabla XV. Hoja de información de la encajonadora de envases

Descripción del equipo: <u>Encajonadora de envases línea 2</u>
Código del equipo: <u>AQENCL2</u>
Fecha: <u>21/08/2003</u> Evaluado por: <u>Esaú Esteban</u>

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios: El equipo es confiable, pequeños problemas al hacer cambios de presentación por falta de piezas en elevador (fingers), puesto que estos se utilizan en la línea 3 cuando se esta produciendo 0.500 Lts.	4

2. Capacidad	Calificación
Comentarios: Este equipo trabaja a su máxima capacidad, al trabajar esta a su 100% se necesita un mayor control, puesto que se pueden colocar menos unidades en las cajas, esto suele suceder cuando se trabaja con 1.000 Lts. Guatemala y Patrona.	4


3. Condición general	Calificación
Apariencia / Limpieza: 4	4
Facilidad de operación: 4	
Seguridad / Ambiente: 4	
Comentarios: La limpieza en esta requiere un poco mas de tiempo de lo normal, pero es muy fácil, puesto que se tiene mucho espacio para hacerlo, es fácil de operar, porque su controlador esta en español.	
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>

Fuente: Hoja de información de equipos tomada de los anexos (figura 22)

Tabla XVI. Hoja de información de la selladora de cajas

Descripción del equipo: <u>Selladora de cajas línea 2</u>
Código del equipo: <u>AQSELL2</u>
Fecha: <u>21/08/2003</u> Evaluado por: <u>Esaú Esteban</u>

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios: El equipo es confiable, este no requiere de muchos ajustes, cuando se necesita hacer cambio de presentación.	4

2. Capacidad	Calificación
Comentarios: El equipo trabajo acorde a la capacidad de la encajonadora, se debe de tener repuestos en stock, para que la capacidad de esta no sea perjudicada, así como un buen adhesivo, este adhesivo es el mismo que utilizan las amadoras de	5

cajas.	

3. Condición general	Calificación
Apariencia / Limpieza: 5	5
Facilidad de operación: 5	
Seguridad / Ambiente: 4	
Comentarios:	
La limpieza en este equipo se hace con mucha facilidad y es de fácil operación. Es uno de los equipos con mejores condiciones.	
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>

Fuente: Hoja de información de equipos tomada de los anexos (figura 22)

### 3.6.2.1 Eficacia del equipo

La eficacia del equipo es una medida de valor agregado de la producción a través del equipo. TPM maximiza la eficacia del equipo por medio de dos tipos de actividad.

- Cuantitativa: incrementa la disponibilidad total del equipo y mejora su productividad en un período dado de tiempo
- Cualitativa: Estabiliza la calidad

Una meta de TPM es incrementar la eficacia del equipo para que cada parte pueda ser operada en todo su potencial y mantenida a ese nivel. El creer que las cero descomposturas pueden ser alcanzadas es un prerrequisito para el logro de TPM.

**Índice de eficacia total del equipo (EGE).** La eficacia puede ser medida utilizando la siguiente fórmula:

**Eficacia total del equipo** = disponibilidad \* tasa de desempeño \* tasa de calidad.

La disponibilidad es una excelente medida de la capacidad de uso del equipo durante el tiempo programado. En equipos que se encuentran saturados y trabajan permanentemente, como en procesos continuos, la disponibilidad esta relacionada con la eficacia de las operaciones de mantenimiento y la gestión global de los equipos, ya que depende principalmente del tiempo perdido debido al estado de conservación del equipo. Representa la fracción o porcentaje de cuanto tiempo se dispone el equipo para que funcione sin detenerse durante el tiempo programado.

Para valorar la disponibilidad se debe conocer el tiempo total de paradas no programadas (TPNP). La disponibilidad (tasa de operación); se mejora eliminando las descomposturas, ajustes de arranque, y las detenciones.

El tiempo total perdido por paradas no programadas (TPNP = C+D+E), este tiempo se obtiene sumando el total de tiempo en que el equipo o instalación ha estado detenida debido, a averías y fallos de equipo (C), ajustes a los programas de producción (D) y fallos en operación de equipos o fallos de proceso (E). Se contabiliza el tiempo desde el momento en que se detiene el equipo o identifica el fallo, hasta que se repara y se logra que el primer producto salga dentro de las características de calidad exigidas.

Las paradas debidas a ajustes del programa de producción son consideradas como factores que afectan la disponibilidad. No se han incluido



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

como paradas programadas, debido a que estas se asumieron como las paradas previstas para no trabajar, con el propósito de facilitar el cálculo de la utilización efectiva del equipo. Una parada debido a cambio de programa afecta la forma como se utiliza el equipo durante el tiempo programado.

Algunas empresas no incluyen las paradas por cambio de programa en este apartado y prefieren considerarlas como paradas que afectan el aprovechamiento del equipo (AE), ya que buscan valorar la capacidad de gestión de sus directivos, debido a que en muchas ocasiones los cambios de programa de producción se deben a errores de coordinación entre las áreas comerciales y los responsables de los programas de producción.

Es importante que la empresa establezca criterios y se mantengan a través del tiempo para facilitar la comparación. Estas medidas se deben personalizar para cada situación del proceso e inclusive de cada equipo.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(\text{Tiempo de carga} - \text{Tiempo total por paradas no programadas})}{\text{Tiempo de carga}}$$

Donde el tiempo de carga es el total de tiempo que se espera que el equipo o planta opere, se obtiene restando el tiempo programado, el tiempo de las paradas programadas por mantenimiento planificado y otras actividades programadas con el personal.

$$\text{El aprovechamiento del equipo (AE)} = \frac{(\text{Tiempo calendario} - \text{TPNP}) * 100}{\text{Tiempo calendario}}$$



**PDF  
Complete**

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

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

Donde el tiempo calendario es el tiempo teórico máximo expresado en horas que un equipo puede trabajar, esto es, 8,760 horas por cada año (365 días \* 24 horas).

La tasa de desempeño o rendimiento del equipo, es el índice que representa el nivel de efectividad del proceso asumiendo que el equipo no tiene paradas programadas de ningún tipo. Debido a la dificultad de obtener los datos de todas las pequeñas paradas y pérdidas de velocidad. Nakajima un experto del JIPM, sugiere que este índice se puede obtener dividiendo el nivel de producción real sobre el nivel de producción teórica o capacidad máxima de producción tomando el valor de diseño de la instalación.

Esta forma de cálculo incluye la totalidad de factores que reducen el rendimiento, pero tiene la desventaja de ocultar los detalles de las causas principales de la pérdida del rendimiento.

Sin embargo, este sistema de cálculo tiene la dificultad de identificar el valor teórico del ciclo de producción y este puede cambiar debido a que en una instalación se pueden fabricar varios productos y cada uno de estos puede tener un valor diferente de capacidad máxima de producción. Algunas empresas preparan registros estadísticos que reflejen la variabilidad del índice de rendimiento del equipo y realizan estudios estadísticos para establecer un valor promedio.

Otras empresas prefieren calcular la efectividad y llevar registros para cada producto. Otras la calculan con el producto que contribuye más al volumen o el producto cuello de botella. Lo más importante es contar con una medida que muestre que realmente se está mejorando la instalación con las acciones TPM. El propósito finalmente no es medir, sino mejorar la productividad de los



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

equipos. La tasa de desempeño o rendimiento; se mejora eliminando las pérdidas de velocidad, detenciones menores y ocio.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Nivel medio producción actual}}{\text{Nivel teórico de producción}}$$

La tasa de calidad o índice de calidad, representa el grado de efectividad que tiene un equipo para lograr los estándares de calidad del producto que se fabrica. Representa el tiempo que el equipo opera para fabricar productos satisfactorios de acuerdo a los parámetros de calidad. Los productos que incumplen las especificaciones utilizan un tiempo determinado del equipo para su producción y finalmente este se pierde debido a que no son aptos para comercializarlos. El cálculo de esta medida incluye:

Tiempo de operación eficaz, es el tiempo durante el cual el equipo o planta produce bienes óptimos de calidad. Se obtiene restando del tiempo de operación neto, el tiempo empleado para fabricar productos defectuosos y el tiempo necesario para recuperar o rehacer los productos defectuosos.

Pérdidas por defectos de calidad (H), las pérdidas debidas a los productos defectuosos afectan el rendimiento, debido a que el tiempo empleado en su producción se pierde; si el producto se puede rehacer, este consumirá un tiempo adicional del equipo para este trabajo. Pérdidas al rehacer y recuperar el producto (I), es la pérdida de tiempo, energía y otros recursos empleados para rehacer el producto defectuosos y convertirlo en aceptable. Por ejemplo, productos contaminados que se deben someter a filtrado o selección.



**PDF Complete**

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

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

En algunas empresas la recuperación del producto defectuoso se realiza en otro equipo o fuera de las instalaciones de la empresa. Desde el punto de vista de la productividad real del equipo en el que se fabrica inicialmente el producto, el tiempo de recuperación del producto defectuoso no se incluye en el cálculo de pérdida por defectos de calidad. Desde el punto de vista de la productividad total de la empresa es un factor importante a tener en cuenta (Total de pérdidas por problemas de calidad = H+I). La tasa de calidad; se mejora eliminando los defectos en el proceso, durante los arranques.

$$\text{Nivel de calidad} = \frac{\text{Volumen de producción} - (\text{productos defectuosos} + \text{recuperados})}{\text{Volumen de producción}}$$

Las tasas pueden ser determinadas en cada área de trabajo. El alto nivel de eficacia solo se logrará cuando las tres tasas sean altas.

Los siguientes principios deben ser aplicados cuando se esté mejorando la eficacia:

"Hacer medidas detalladas y exactas"

"Establecer prioridades"

"Establecer metas claras"

Los niveles para la eficacia del equipo, difieren dependiendo de la industria, de las características del equipo, y sistemas de producción involucrados. La eficacia del equipo promedia de 40 a 60% en las compañías investigadas por JIPM (*Japan Institute for Plant Maintenance*). Este estándar puede ser elevado a 85 o 95%, a través de varias actividades de mejora, enfocándose a la reducción y eliminación de las pérdidas de eficacia del equipo.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

La productividad total efectiva de los equipos (PTEE), es una medida de la productividad real de los equipos. Esta medida se obtiene multiplicando los siguientes índices:

$$\text{PTEE} = \text{AE} \times \text{EGE}$$

Donde AE, es el aprovechamiento del equipo y EGE, es la efectividad global del equipo, estas fueron detalladas anteriormente.

Se hicieron observaciones de la efectividad solamente en las estaciones de trabajo que se consideraron por su velocidad de operación como cuellos de botella existentes en la línea de producción (ver anexos, figura 23), en este caso sería en la llenadora de envases, en la etiquetadora de envases y por último en la encajonadora de envases, estas observaciones se hicieron diariamente, con ayuda de la figura 24 (ver anexos), en un periodo de seis días (septiembre del año 2003), los resultados se detallan en las tablas XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, luego estos datos observados fueron recopilados y tabulados, la agrupación de estos se muestran en las tablas XXIII, XXIV, XXV.



**PDF Complete**

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

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

**Tabla XVII. Observaciones de efectividad 1 de la llenadora de envases**

Línea:	2	Producto:	1.000 Lts. Guatemala
Fecha:	01/09/2003	Observador:	Esaú Esteban
Equipo:	Llenadora de envases	Hora Inicio:	7:00 AM
Velocidad real:	7,500 envases/hora	Hora Final:	7:00 PM
Turno:	2A		

Hora inicio	Hora final	Causa	Velocidad (min.)	Tiempo (min.)
7:00 AM	7:30 AM	Calibración y ajustes de actuadores	125	30
7:30 AM	7:35 AM	Derrame de aceite	125	5
10:00 AM	12:00 PM	Falla en banda transportadora	125	120
1:00 PM	1:20 PM	Falta de nitrógeno	125	20
3:00 PM	3:30 PM	Sensor de vía	125	30


Fuente: información de efectividad tomada de los anexos (figura 24)

Tabla XVIII. Observaciones de efectividad 2 de la llenadora de envases

Línea:	2	Producto:	1.000 Lts. Guatemala
Fecha:	01/09/2003	Observador:	Esaú Esteban
Equipo:	Llenadora de envases 7,500	Hora Inicio:	7:00 AM
Velocidad real:	envases/hora	Hora Final:	7:00 PM
Turno:	2A		

Hora inicio	Hora final	Causa	Velocidad (min.)	Tiempo (min.)
8:12 AM	9:25 AM	Falla en banda transportadora	125	73
12:00 PM	12:11 PM	Falta de envases	125	11
3:16 PM	3:29 PM	Ajuste electromecánico	125	33
5:19 PM	5:36 PM	Derrame de aceite	125	17
6:47 PM	6:50 PM	Falta de nitrógeno	125	3




Fuente: información de efectividad tomada de los anexos (figura 24)

Tabla XX. Observaciones de efectividad 2 de la etiquetadora de envases

Línea:	2	Producto:	1.000 Lts. Guatemala
Fecha:	02/09/2003	Observador:	Esaú Esteban
Equipo:	Etiquetadora de envases	Hora Inicio:	7:00 AM
Velocidad real:	7,500 envases/hora	Hora Final:	7:00 PM
Turno:	2A		

Hora inicio	Hora final	Causa	Velocidad (min.)	Tiempo (min.)
7:12 AM	7:37 AM	Etiqueta mal pegada (torcida)	125	25
8:41 AM	9:16 AM	Ajustes mecánicos	125	35
11:00 AM	11:13 AM	Caída de envases	125	13
3:14 PM	4:27 PM	Falta de adhesivo	125	73
6:17 PM	6:39 AM	Falta de envases	125	22


Fuente: información de efectividad tomada de los anexos (figura 24)

**Tabla XXI. Observaciones de efectividad 1 de la encajonadora de envases**

Línea:	2	Producto:	1.000 Lts. Guatemala
Fecha:	03/09/2003	Observador:	Esaú Esteban
Equipo:	Encajonadora de envases	Hora Inicio:	7:00 AM
Velocidad real:	420 cajas/hora	Hora Final:	7:00 PM
Turno:	2A		

Hora inicio	Hora final	Causa	Velocidad (min.)	Tiempo (min.)
7:50 AM	7:57 AM	Caída de envases	7	7
9:13 AM	9:38 AM	Falta de cajas	7	25
1:00 PM	1:16 PM	Ajustes mecánicos	7	16
3:03 PM	3:15 PM	Envases sin codificación	7	12
6:07 PM	6:30 PM	Falta de envases	7	23


Fuente: información de efectividad tomada de los anexos (figura 24)

**Tabla XXII. Observaciones de efectividad 2 de la encajonadora de envases**

Línea:	2	Producto:	1.000 Lts. Guatemala
Fecha:	03/09/2003	Observador:	Esaú Esteban
Equipo:	Encajonadora de envases	Hora Inicio:	7:00 AM
Velocidad real:	420 cajas/hora	Hora Final:	7:00 PM
Turno:	2A		

Hora inicio	Hora final	Causa	Velocidad (min.)	Tiempo (min.)
8:42 AM	9:04 AM	Falta de envases	7	22
11:14 AM	11:41 AM	Ajustes mecánicos	7	27
12:20 PM	12:56 PM	Falta de cajas	7	36
2:25 PM	2:30 PM	Caída de envases	7	5


Fuente: información de efectividad tomada de los anexos (figura 24)

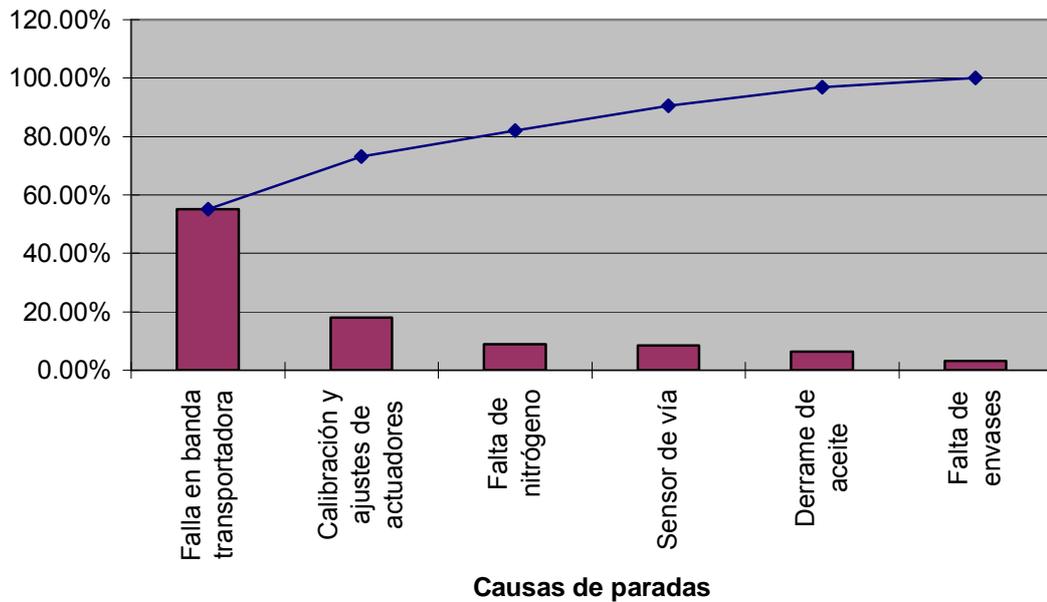
Tabla XXIII. Resumen de pérdidas en llenadora de envases

LLENADORA DE ENVASES		
Causa de parada	Minutos	Porcentaje
Calibración y ajustes de actuadores	63	18.00%
Derrame de aceite	22	6.29%
Falla en banda transportadora	193	55.14%
Falta de nitrógeno	31	8.86%
Sensor de vía	30	8.57%
Falta de envases	11	3.14%
<b>TOTAL</b>	<b>350</b>	<b>100%</b>

Fuente: Tablas XVII y XVIII

Figura 12. Distribución de pérdidas en llenadora

### GRÁFICO DE PARETO LLENADORA



Fuente: Tabla XXIII

- Esta obtuvo un EGE del 40%.

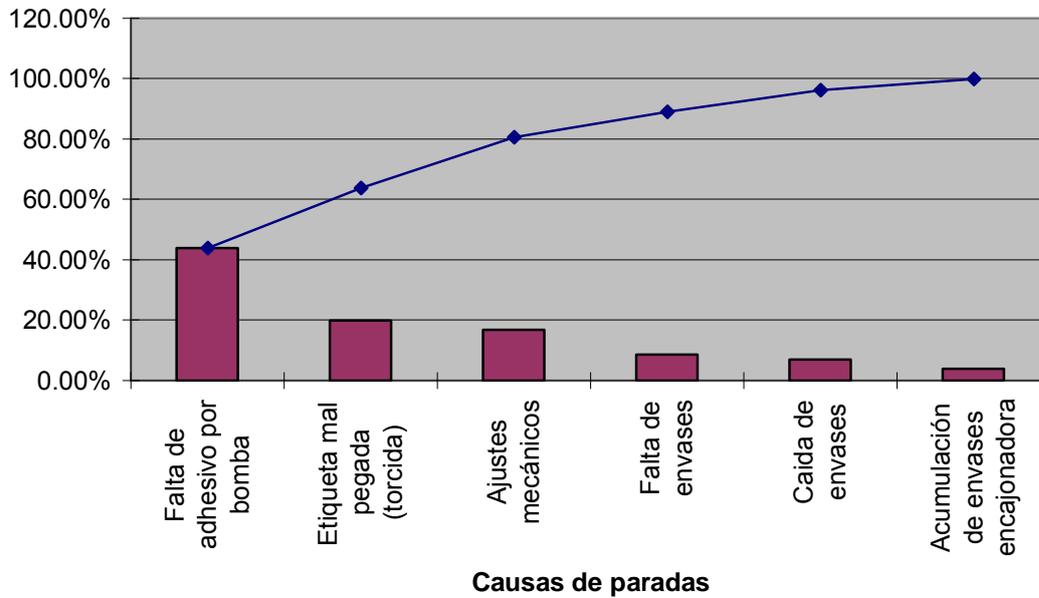
Tabla XXIV. Resumen de pérdidas en etiquetadora de envases

ETIQUETADORA DE ENVASES		
Causa de parada	Minutos	Porcentaje
Ajustes mecánicos	43	16.73%
Etiqueta mal pegada (torcida)	51	19.84%
Caída de envases	18	7.00%
Acumulación de envases encajonadora	10	3.89%
Falta de adhesivo por bomba	113	43.97%
Falta de envases	22	8.56%
<b>TOTAL</b>	<b>257</b>	<b>100%</b>

Fuente: Tablas XIX y XX

Figura 13. Distribución de pérdidas en etiquetadora

### GRÁFICO DE PARETO ETIQUETADORA



Fuente: Tabla XXIV

- Esta obtuvo un EGE del 49%.

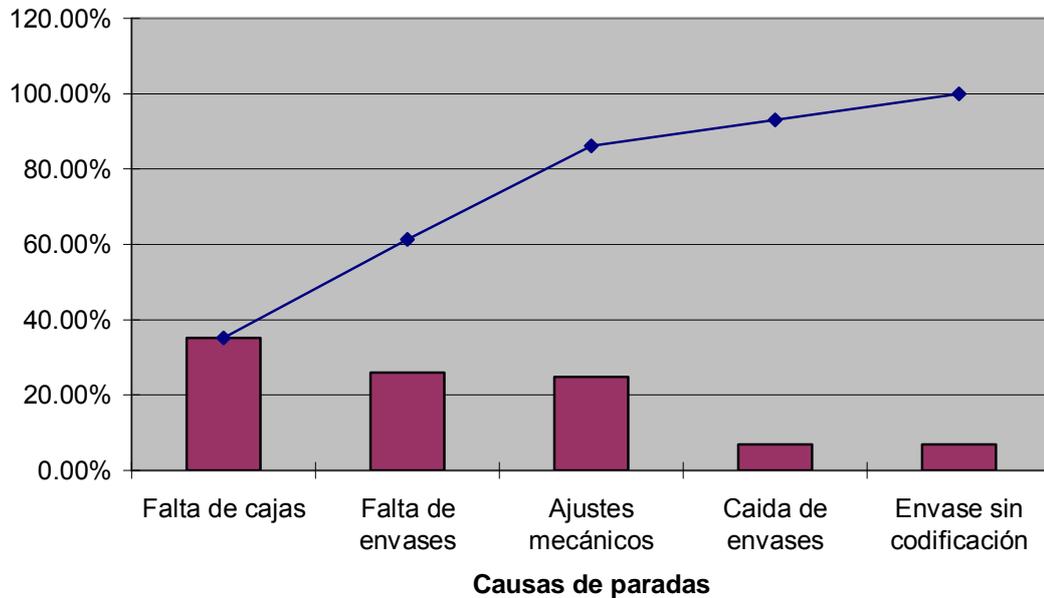
Tabla XXV. Resumen de pérdidas en encajonadora de envases

ENCAJONADORA DE ENVASES		
Causa de parada	Minutos	Porcentaje
Caída de envases	12	6.94%
Falta de cajas	61	35.26%
Ajustes mecánicos	43	24.86%
Envase sin codificación	12	6.94%
Falta de envases	45	26.01%
<b>TOTAL</b>	<b>173</b>	<b>100%</b>

Fuente: Tablas XXI y XXII

Figura 14. Distribución de pérdidas en encajonadora

### GRÁFICO DE PARETO ENCAJONADORA



Fuente: Tabla XXV

**Tabla XXVI. Efectividad global de encajonadora de envases**

<b>DISPONIBILIDAD</b>	0.889	88.90%
<b>TASA DE DESEMPEÑO (RENDIMIENTO)</b>	0.7667	76.67%
<b>TASA DE CALIDAD (NIVEL DE CALIDAD)</b>	0.9205	92.05%
<b>EFFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (EGE)</b>	0.6274	63%
<b>APROVECHAMIENTO DEL EQUIPO (AE)</b>	0.7569	76%

<b>PRODUCTIVIDAD EFECTIVA DEL EQUIPO</b>	47%	47%
--	-----	-----

**Fuente:** Tabla XXIII, XXVII y datos del equipo

- **Esta obtuvo un EGE del 63%.**

### **3.7 Causas de paradas en la línea de producción**

Las observaciones de efectividad de la ordenadora, taponadora y selladora, no se hicieron por ser estaciones de trabajo eficientes, estas presentan algunas paradas (también se describen, pero no consumen mucho tiempo y no presentan deterioro arriba de la meta establecida, ver tabla 28), siendo estas a comparación de las que tiene la llenadora, etiquetadora y encajonadora no significativas, ahora bien las causas de paradas de estas últimas son las siguientes:

#### **3.7.1 Ordenadora de envases**

**Sensor en disco:** Este es debido a un desajuste electrónico (grado de sensibilidad menor al estándar de operación), puede darse también por falta de limpieza (sensor o reflector sucio), además puede darse por atornillaje inadecuado del mismo.

**Envase trabajo en guías:** Este ocasiona pequeños paros (algunos no se notan), el cual es debido al diseño del envase (forma cónica), el cual permite que dos envases entren en las guías quedando atrapados, no dejando pasar el resto de envases.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

**Falta de envase:** Este sucede cuando la persona encargada de suministrar el envase en la tolva de alimentación principal, no puede hacerlo, ya sea por estar recibiendo envases de la bodega E4, o por irregularidad en el abastecimiento, tiempo entre bolsas (los envases vienen en bolsas, estas contienen cierta cantidad de envases, dependiendo la presentación).

**Ajustes mecánicos:** Este fallo sucede, cuando existe un cambio de presentación y el operador debe de estar probando (algunas veces es por falta de experiencia), y otras veces se debe a problemas mecánicos con chumaceras y ejes en mal estado.

### 3.7.2 Llenadora de envases

**Derrame de aceite:** esto puede ser por envase apachado o de diferente tamaños, el primer caso es por el manejo que se le da al envase en la bodega de plásticos (E4), además no se ha explicado al personal que debe de tratar este producto con sumo cuidado.

El segundo es debido a problemas en el soplado de las máquinas con las que se produce el envase, además puede ser por falta de energía (apagones), llenado de envases con temperatura de aceite muy altas, utilizando la calibración normal y cuando un actuador se queda directo o sea que este solamente abre la válvula pero no la cierra.

**Banda transportadora:** Esto puede suceder cuando se quema un fusible del panel de control de los motoredutores, cuando los temporizadores de los motores se desgastan, cuando se queman los motores y por último cuando un reductor se daña (corona del reductor).

**Calibración y ajuste de actuadores (ajuste electro mecánico):** Esto sucede cuando se realiza un cambio de presentación, ya sea de un volumen más pequeño a uno más grande o viceversa, además existen actuadores con fugas, los cuales necesitan ser reparados inmediatamente.

**Falta de nitrógeno:** Esto pasa cuando el compresor de aire, deja de funcionar, interrumpiendo así, la producción de nitrógeno para las líneas de producción, estas deben de parar, puesto que este gas, es el que se utiliza como antioxidante para el aceite (dándole aproximadamente 1 año más de vida útil).

**Sensores de vía sin señal:** Dado que para el llenado se cuenta con dos llenadoras (lado "A" y lado "b"), se necesitan de sensores para que sirvan de semáforos dando vía al envase, estos al no tener señal o poca sensibilidad (utilizan reflectores), no detectan el envase, ocasionando topes entre envases, los cuales se manchan.

**Falta de envases:** Esto sucede cuando el abastecedor de envases deja de tirar el envase en la banda transportadora o cuando se tienen problemas en la ordenadora de envases y esta no puede seguir operando, dejando sin envases a la llenadora.

### 3.7.3 Taponadora de envases

**Mal taponeado / faja de transmisión:** Esta es debido a la vibración, esta a su vez es ocasionada por algunas partes del equipo que se encuentran en mal estado, como por ejemplo los bushins, cojinetes, ejes, poleas o por falta de algún tornillo (desajustes y falta de atornillaje).



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

**Ajustes mecánicos:** Esta se debe cuando se realiza un cambio de presentación, o cuando se observa que la tapa en el envase no va bien puesta (el equipo debe de tener una altura para colocar la tapa, pero esta se baja).

**Tapa trabada en guías:** Esto sucede cuando el sensor de la centrifuga no detecta la tapa que viene volteada y no la expulsa, sino la deja pasar, esta inmediatamente se queda trabada y obstruye el paso a las demás, quedándose la taponadora sin suministro de tapa.

#### 3.7.4 Etiquetadora de envases

**Etiqueta mal pegada (torcida) o falta de la misma:** La primera es por altura de segmentos en estación o puede ser también por desajuste en la caja porta etiquetas. Ahora bien la segunda puede suceder cuando existe una diferencia entre el tamaño estándar y el tamaño real (caja porta etiqueta) de la etiqueta o contra etiqueta o cuando el envase viene manchado de los costados no permitiendo que el adhesivo haga su trabajo sobre el mismo.

**Ajustes mecánicos:** Esto sucede cuando se realiza un cambio de presentación, o cuando existe vibración excesiva en los ejes de los segmentos.

**Caída de envase:** Esto sucede cuando un envase viene apachado de la cavidad inferior (de la base) o de los lados, ocasionando que éste quede trabado entre las bases que soportan el envase interrumpiendo así la continuidad del proceso.

**Falta de adhesivo:** Esto sucede cuando se hacen cambios de cubetas de adhesivo (cambio de lotes de producción) y este no tiene la viscosidad adecuada (características requeridas en el proceso), no manteniendo una



película constante en el rodillo que alimenta los segmentos. Además por falla de la bomba de pegamento.

**Acumulación de envases en encajonadora:** Esto sucede cuando en el siguiente proceso se tiene algún problema, parando de inmediato (este ocasiona una reacción en cadena parando toda la línea de producción).

**Falta de envases:** Esto sucede cuando se tiene problemas en alguna estación de trabajo anterior a esta.

### 3.7.5 Encajonadora de envases

**Caída de envases:** Esto sucede cuando un envase viene apachado, o cuando el envase se queda detenido en las barandas por etiqueta media colocada.

**Falta de cajas:** Este pequeño problema sucede cuando el suministro de cartón (corrugado), no se pide a tiempo o no lo llevan a tiempo al salón de envasado para que éste sea armado en la armadora de cajas, también se puede dar cuando se tiene un problema con los inyectores de adhesivo para las cajas.

**Sensores de conteo de envases:** Esto sucede cuando la posición de alguno de los tres sensores cambia o puede suceder cuando este se encuentra sucio y necesita ser limpiado de inmediato.

**Ajustes mecánicos:** Esto sucede cuando se realiza un cambio de presentación en la línea de producción.

**Envases sin codificación:** Esto se da cuando existe una falla de energía muy leve (que no se percibe), automáticamente la codificadora (*video jet*), se reinicia, debiéndose activar manualmente para que esta siga codificando. Esto también sucede cuando se da un cambio de mes, o sea que si se produce un 31 de un mes en el turno nocturno para amanecer un 1ero, se debe de reprogramar la codificadora puesto que esta no cambia de mes automáticamente.

**Falta de envases:** Esto sucede cuando se tiene problemas en alguna estación de trabajo anterior a esta.

### 3.7.6 Selladora de cajas

**Fallo en sistema de inyección:** Esto sucede cuando uno de los 4 inyectores o módulos de inyección se saturan o se tapan, debiendo purgar o limpiar el inyector que este dañado, además puede suceder también cuando los o-rings se deshacen por el exceso de temperatura.

**Ajustes mecánicos:** esto sucede cuando se realiza un cambio de presentación en la línea de producción.

A continuación se muestra el deterioro obtenido en cada una de las estaciones de trabajo:

### **Tabla XXVII. Porcentaje de deterioro en todas las estaciones de trabajo, en el mes de septiembre**

#### **Armadora y encajonadora**

CORRUGADO Línea 2
-------------------

### Consumos

	Cajas	Estándar	Real	Diferencia	% Merma
1.500 Ideal Guatemala	10,469	10,469	10,469	0	0.00
1.500 Ideal Exportación	3,896	3,896	3,897	1	0.03
0.635 Ideal	11,981	11,981	11,987	6	0.05
0.750 El Dorado	1,505	1,505	1,506	1	0.07
1.000 Ideal Guatemala	26,851	26,851	26,861	10	0.04
1.000 Exportación	1,000	1,000	1,000	0	0.00
1.000 Patrona Guatemala	65,472	65,472	65,489	17	0.03
<b>TOTAL</b>	<b>121,174</b>	<b>121,174</b>	<b>121,209</b>	<b>35</b>	<b>0.03</b>

### Llenadora de envases

#### ENVASE Línea 2

### Consumos

	Cajas	Estándar	Real	Diferencia	% Merma
1.500 Ideal Guatemala	10,470	125,640	127,596	1,956	1.53
1.500 Ideal Exportación	3,898	46,776	47,000	224	0.48
0.635 Ideal	11,981	287,544	289,204	1,660	0.57
0.750 El Dorado	1,505	36,120	36,240	120	0.33
1.000 Ideal Guatemala	26,851	322,212	324,208	1,996	0.62
1.000 Exportación	1,000	12,000	12,000	0	0.00
1.000 Patrona Guatemala	65,472	785,664	790,440	4,776	0.60
<b>TOTAL</b>	<b>121,177</b>	<b>1,615,956</b>	<b>1,626,688</b>	<b>10,732</b>	<b>0.66</b>

### Continuación

### Etiquetadora de envases

#### ETIQUETA Línea 2

### Consumos

	Cajas	Estándar	Real	Diferencia	% Merma
1.500 Ideal Guatemala	10,470	125,640	129,750	4,110	3.17
1.500 Ideal Exportación	3,898	46,776	48,000	1,224	2.55
0.635 Ideal	11,981	287,544	288,400	856	0.30
0.750 El Dorado	1,505	36,120	38,957	2,837	7.28
1.000 Ideal Guatemala	26,851	322,212	328,032	5,820	1.77
1.000 Exportación	1,000	12,000	12,010	10	0.08
1.000 Patrona Guatemala	65,472	785,664	789,076	3,412	0.43
<b>TOTAL</b>	<b>121,177</b>	<b>1,615,956</b>	<b>1,634,225</b>	<b>18,269</b>	<b>1.12</b>

#### C/ETIQUETA Línea 2

### Consumos

	Cajas	Estándar	Real	Diferencia	% Merma
1.500 Ideal Guatemala	10,470	125,640	128,000	2,360	1.84
1.500 Ideal Exportación	3,898	46,776	47,500	724	1.52
0.635 Ideal	11,981	287,544	290,100	2,556	0.88
0.750 El Dorado	1,505	36,120	38,000	1,880	4.95
1.000 Ideal Guatemala	26,851	322,212	327,582	5,370	1.64
1.000 Exportación	1,000	12,000	12,015	15	0.12
<b>TOTAL</b>	<b>55,705</b>	<b>830,292</b>	<b>843,197</b>	<b>12,905</b>	<b>1.53</b>

### Taponadora de envases

TAPA Línea 2					
	Cajas	Estándar	Real	Diferencia	% Merma
1.500 Ideal Guatemala	10,469	125,628	125,662	34	0.03
1.500 Ideal Exportación	3,896	46,752	46,770	18	0.04
0.635 Ideal	11,981	287,544	287,732	188	0.07
0.750 El Dorado	1,505	36,120	36,120	0	0.00
1.000 Ideal Guatemala	26,851	322,212	322,319	107	0.03
1.000 Ideal Exportación	1,000	12,000	12,000	0	0.00
1.000 Patrona Guatemala	65,472	785,664	785,788	124	0.02
<b>TOTAL</b>	<b>121,174</b>	<b>1,615,920</b>	<b>1,616,391</b>	<b>471</b>	<b>0.03</b>

Fuente: Investigación de campo

### 3.8 Estaciones de trabajo críticas en la línea de producción

Recopilando los tiempos perdidos y el EGE obtenido en las estaciones de trabajo consideradas como cuellos de botella, se establece que la estación mas crítica en la línea de producción es la llenadora de envases y luego es la etiquetadora de envases, el resumen de tasas e índices de estas se muestran a continuación:

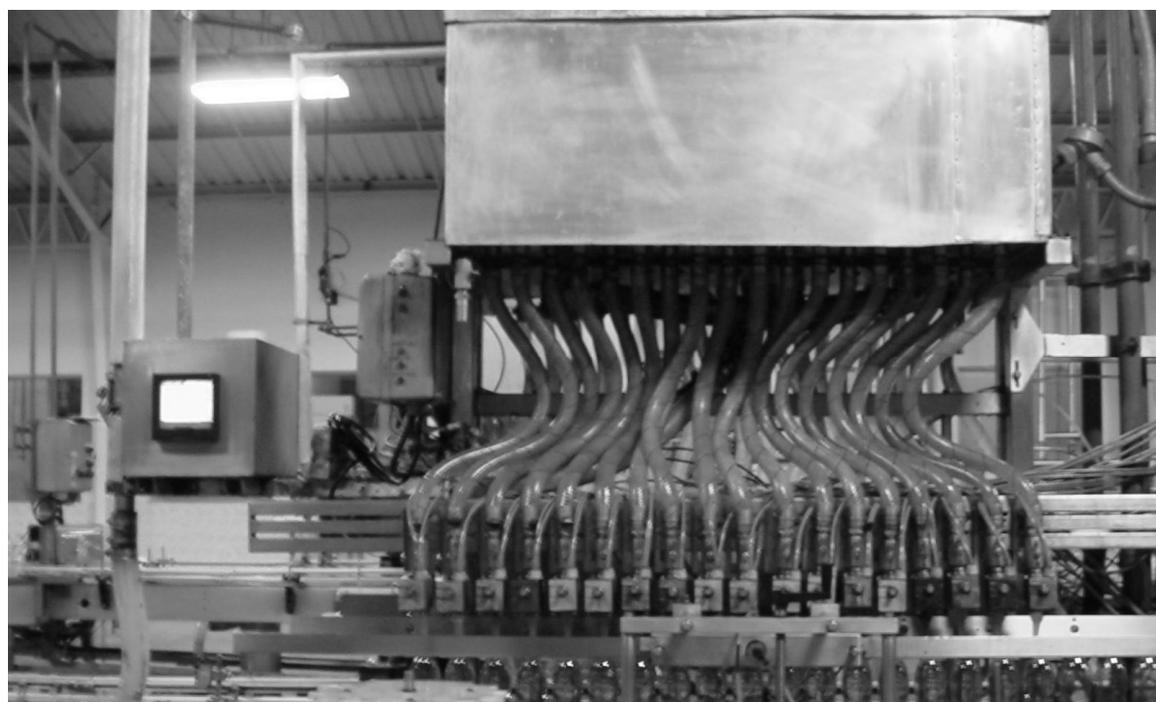
#### 3.8.1 Llenadora de envases

Tabla XXVIII. Efectividad global de llenadora de envases

<b>DISPONIBILIDAD</b>	0.7348	73.48%
<b>TASA DE DESEMPEÑO (RENDIMIENTO)</b>	0.6821	68.21%
<b>TASA DE CALIDAD (NIVEL DE CALIDAD)</b>	0.8052	80.52%
<b>EFFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (EGE)</b>	0.4036	40%
<b>APROVECHAMIENTO DEL EQUIPO (AE)</b>	0.7569	76%
<b>PRODUCTIVIDAD EFECTIVA DEL EQUIPO</b>	31%	31%

Fuente: Tabla XXIII, XXVII y datos del equipo

Figura 15. Llenadora de envases ELF





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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado  
de aceite Ideal

**Fuente: Alimentos Ideal, S. A. Derechos Reservados**

### **3.8.2 Etiquetadora de envases**

**Tabla XXIX. Efectividad global de etiquetadora de envases**

<b>DISPONIBILIDAD</b>	0.8053	80.53%
<b>TASA DE DESEMPEÑO (RENDIMIENTO)</b>	0.7021	70.21%
<b>TASA DE CALIDAD (NIVEL DE CALIDAD)</b>	0.8735	87.35%
<b>EFFECTIVIDAD GLOBAL</b>	0.4939	49%

DEL EQUIPO (EGE)		
APROVECHAMIENTO DEL EQUIPO (AE)	0.7569	76%
PRODUCTIVIDAD EFECTIVA DEL EQUIPO	37%	37%

Fuente: Tabla XXIII, XXVII y datos del equipo

Figura 16. Etiquetadora de envases **ANKER Roland 20/5**





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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

**Fuente: Alimentos Ideal, S. A. Derechos Reservados**

### **3.9 Porque el mantenimiento productivo total (TPM) debe ser como un sistema de trabajo estándar**

- Por que éste centra todas sus actividades en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento a ser realizadas en pequeños grupos, mediante una conducción motivadora.
- Por que existirá un mejoramiento permanente de los procesos al mejorar el mantenimiento.
- Por que con el TPM se lleva un control de la productividad y de la eficiencia de la mano de obra.

- Por que con el TPM también se lleva un control por comparación con indicadores mundiales de la misma actividad, puesto que es una filosofía que viene con una certificación a nivel mundial como las normas ISO.

### **3.9.1 Ventajas sobre otros mantenimientos**

Existen muchas ventajas del TPM, aunque no hay que descartar que esta filosofía de mantenimiento, utilice como apoyo el mantenimiento preventivo y predictivo, algunas desventajas de los otros mantenimientos se podría mencionar las siguientes:

- En el mantenimiento preventivo y predictivo, caen en hacer cambios innecesarios, así como se tienen problemas al inicio de operación después de haber hecho un desmontaje y arme de una pieza (alteración de la estabilidad del equipo).
- Además si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce un degeneramiento del servicio.
- Y por último los costos de inventarios de repuestos para estos mantenimientos son muy elevados, también se necesita de una mano de obra intensiva y especial para periodos cortos.

Ahora bien las ventajas del TPM sobre los mantenimientos anteriormente mencionados podríamos mencionar las siguientes:

- Control del cumplimiento de los planes y de los programas, identificación y análisis de las causas que motivaron los desvíos.
- Control de los gastos reales con relación a los planeados.
- Control sobre las horas de parada relacionadas con las horas de actividad de la planta.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

### 3.9.2 Beneficios

Una forma para estimaciones de beneficio del TPM, es al calcular el aumento de volumen por reducir las interrupciones menores mas frecuentes sobre el equipo específico (si el equipo es afectado por atascamientos, detenciones, e interrupciones cortas). Esto puede ser importante si se tienen líneas múltiples con las mismas interrupciones (puntos crónicos).

A través de las pérdidas de desempeño o velocidad así como también pérdidas de calidad podrá estimarse "cuántos unidades más podrían producirse" si se estuviera a 95% de desempeño (la velocidad de diseño) y 99% de calidad. Esta es mejor hacerlo por equipo que por planta. Sin embargo, podría conseguirse una afinación mas real mostrando el costo estimado de calidad si se maneja el concepto de pérdidas por calidad relacionadas. Lo que nos cuesta tener retrabajos, desechos, rechazos, pérdidas de oportunidad.

También se debe poner atención a sus limitantes o cuellos de botella para calcular el valor de eliminar esas limitaciones. Si se pudiera correr por decir algo 10,000 unidades más en cada semana y cada una de estas generara 1 dólar de renta, tendríamos una ganancia adicional de 10,000 dólares por semana. Su costo unitario se reduciría y nos permitiría rebajar el precio y vender más unidades usando la capacidad extra que se ganó por mejorar la EGE.

Otra manera, es evitando la inversión de capital. Digamos que podríamos, con el TPM, extender el ciclo de vida por tres años para todas las máquinas y equipos. El reemplazo capital por cada máquina tendría un costo. Entonces podríamos calcular el costo total de capital (real + intereses + pérdida de oportunidad) para esas máquinas y mostrar los ahorros de prevención capital de inversión para esos tres de años para todas las máquinas. Si se puede



**PDF**  
Complete

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

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

conseguir más producción de los activos existentes, el retorno de capital se incrementará. Y los costos por servicio de capital habrán disminuido.

También podemos usar Tiempo Medio entre Fallas (MTBF), como puntos de ahorro para mostrar las reducciones de costos por incrementar el tiempo entre fallas. Esto es muy específico de componente y equipo pero es otra manera para calcular los beneficios. Hay muchas otras oportunidades de reducir costos (reducción de costos por ciclo de vida, pérdidas por mantenimiento no planeado, reducción de costos de personal por eliminar la necesidad de un tercer turno, etc.).

Los variable importante es la condición actual del equipo (cuan bien mantenido está), la gente (cuan diestra y capaz es) y el liderazgo persistente con que se hará este trabajo.

Es difícil calcular el valor de la mejora en la moral, la mejora en las relaciones entre mantenimiento y operaciones, gestión y horarios así como también el sentimiento de orgullo y sentido de realización por hacer que las áreas de trabajo y equipo se miren mejor y corran mejor. Pero esto también tiene un valor.

El retorno de la inversión puede calcularse sobre un período de cinco años con una reducción esperada en costos de mantenimiento de 25-30% y costos de conversión (los costos de manufactura) de 20-25%. El retorno es bajo el primer año (el año de la inversión), si existe, pero comienza a aumentar de los años dos al cinco.

**Estimaciones de beneficios:**

Aumento de volumen de producción al 95% de desempeño y 99% de calidad (50 % en cada año a partir del tercer año).

**Tabla XXX. Aumento de volumen de producción**

DE	A	DIFERENCIA	UTILIDAD/CAJA	TOTAL UTILIDAD
8000 Cajas/Día	14,000 Cajas/Día	6,000 Cajas/Día	Q4.00	Q24,000.00

Fuente: Investigación de campo

Eliminación de pérdidas de calidad por retrabajos, reprocesos, desechos y rechazos (50 % en cada año a partir del tercer año).

**Tabla XXXI. Eliminación de pérdidas de calidad**

PRODUCCION	NO CONFORME	% MALO	COSTO REPROCESO	COSTO DETERIORO
4,800 Cajas/día	894 Cajas/día	18.61	Q5,009.48	Q2,295.73

Fuente: Investigación de campo

Reducción de capital invertido por año (50%), así como eliminación de costos de personal extra necesario, y por ultimo reducción de costos de manufactura (Q4.05 el 50 % en cada año a partir del tercer año).

**Tabla XXXII. Reducción de capital invertido**

CAPITAL INVERTIDO POR AÑO (Actual)	COSTOS DE PERSONAL EXTRA	COSTOS DE MANUFACTURA (Unidad - Actual)
------------------------------------	--------------------------	---

	(Mensual –Actual)	
Q100,000.00	Q5,000.00	Q5.75

Fuente: Investigación de campo

#### Tabla XXXIV. Total de beneficios por año

Beneficio/Año	1	2	3	4
<b>Total Beneficios</b>	\$103,880	\$133,560	\$178,080	\$222,600

Fuente: Investigación de campo

### 3.9.3 Costos

Ahora bien, para estimar los costos que involucra el TPM, se pueden determinar de la siguiente manera. En el arranque del TPM puede esperarse un incremento de 10-20% en entrenamiento y sobre 15 % de aumento en los costos de mantenimiento durante los primero dos años si se obtiene una cobertura de planta del 10% durante el primer año (20% por el segundo año). Esta inversión disminuye significativamente si solo un par de centros de máquinas o unidades son evaluadas y piloteadas. De hecho, si se desea una integración lenta durante el primer año (de 1 a 3 evaluaciones), los costos de mantenimiento y los costos de entrenamiento pueden disminuir y pueden frecuentemente ser cubiertos con ligeros incrementos al presupuesto.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

Una de las maneras para calcular esto, es el impacto de tomar equipo crítico (podría ser 25-30% del proceso) a 85-90% de eficacia global del equipo (EGE). No es benéfico calcular EGE para una instalación entera pero si para el equipo o procesos claves (el cuello de botella o crítico). Cerrando la brecha entre un nivel actual de 40% a un nivel deseado de 85-90% puede calcularse como capacidad adicional.

No puede estar en el mejor interés para enfocar TPM en todo el equipo de planta porque el retorno de la inversión puede no estar allí (El costo para implementar TPM podría ser mayor que el retorno de la inversión para lograr el mejoramiento).

Se requiere convertir el EGE a dólares (quetzales, pesos, yenes, marcos, etc.). Una manera es tomando su EGE existente y dividirlo en tres categoría de pérdidas y mostrando la brecha entre el actual y el objetivo.

Por ejemplo, decimos que se tiene un valor de EGE actual de disponibilidad a 40% y se sabe que el objetivo es 80% (85% si se tiene un proceso continuo). Se calculan las unidades que se podrían producir si se tuviera el 40% de disponibilidad extra (la diferencia entre 80% y 40%). Esto es, por supuesto, suponiendo una capacidad limitada. En otras palabras, usted podría vender el 40% extra de la capacidad.

#### **Estimaciones de costos:**

Entrenamiento = \$ 16,000 cada seis meses (no se cuenta con uno).

Mantenimiento = \$ 3,450 cada mes (incremento del 15%).

Capacidad adicional = \$ 75,000 (30% disponibilidad extra).

**Total de costos/año= \$ 148,400**



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

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

## **4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

### **4.5 Análisis de las cuatro clases de pérdidas que afectan la producción**

#### **4.1.1 Pérdidas crónicas en estaciones críticas del proceso**

Para reducir las pérdidas crónicas, se debe investigar completamente las características de las condiciones imperantes. Las pérdidas crónicas pueden ser reducidas mediante algunos de los pasos siguientes:

- Incrementando la confiabilidad del equipo
- Incrementado la restauración del equipo
- Estableciendo las condiciones de operación óptimas

**La confiabilidad del equipo.** Es la probabilidad de que el equipo, o el sistema, desempeñarán las funciones requeridas satisfactoriamente, bajo condiciones específicas, en un cierto período de tiempo. La baja confiabilidad del equipo es la causa fundamental de las pérdidas crónicas. La confiabilidad está basada en dos factores:

**Confiabilidad intrínseca:**

- Confiabilidad de diseño; los malos diseños dan como resultado fallas mecánicas, corta vida en las partes, instrumental de detección pobre, mala forma en las piezas de trabajo, etc.
- Confiabilidad de fabricación; el fabricante de equipo, ensamble de partes, exactitud dimensional, forma de partes, etc. influyen en esta fuente
- Confiabilidad en la instalación; la impropia instalación resulta en vibración, equipo desnivelado, mal cableado, mala plomería, etc.
- Confiabilidad operacional

**Confiabilidad en operación y manipulación;** los errores de manipulación, errores de ajuste y arranque, estándares de operación incorrectos, inconsistencia en el mantenimiento de las condiciones básicas, reducen la confiabilidad.



**PDF Complete**

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

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

- Confiabilidad en mantenimiento; los errores en mantenimiento como el mal reemplazo de partes o ensamble incorrecto, reducen también la confiabilidad del equipo.

**Restauración del equipo.** Todo el equipo cambia con el tiempo dependiendo de las características particulares, los cambios grandes causan descomposturas en el equipo, cuando los pequeños cambios son descuidados (referidos como deterioro), pueden desarrollarse como descomposturas.

Restauración, se refiere a retomar el equipo a sus condiciones originales condiciones ideales, cambiando las partes y mecanismos. Sí solo unas partes han sido cambiadas, las pérdidas continuarán. Esto no es aplicable a equipo que no puede satisfacer los requerimientos técnicos o de mercado.

Hay dos tipos de deterioro:

- Natural; ocurre a pesar de todo y por causa del uso.
- Acelerada; ocurre en un período más corto y es causada por factores humanos.

El deterioro debe ser identificado por inspección y corregido lo más rápido posible, desafortunadamente, los esfuerzos por detener el deterioro y la restauración son frenadas, por causa de que la siguiente información no siempre está disponible:

"Condiciones óptimas originales"

"Métodos para detectar deterioro"

"Criterio para medir el deterioro"

"Procedimientos adecuados de restauración"



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

Los problemas de deterioro pueden ser evitados estableciendo criterios y procedimientos como:

- Limpieza, es una manera efectiva para verificar y controlar el buen estado del equipo, sirviendo como forma primaria de inspección.
- Mantenimiento predictivo, los diagnósticos técnicos miden el deterioro en términos físicos y químicos. Si las condiciones están fuera de control, se toman medidas correctivas. Para llevar a cabo el mantenimiento predictivo es necesario tener la siguiente información: como medir el deterioro, como detectar signos de anomalía, que son las condiciones normales, donde están los límites de normalidad-anormalidad.

**Condiciones de operación óptimas.** Son las óptimas para el mantenimiento y funcionamiento de la capacidad del equipo, de tal forma que el equipo puede ser completamente utilizado en un período dado de tiempo.

Son condiciones necesarias, los mínimos requerimientos para la operación. Son condiciones deseables, las que sobrepasan los niveles estándar de operación. Estas últimas también son conocidas como óptimas. Las siguientes preguntas pueden ayudar para establecer las condiciones óptimas:

- La precisión dimensional. ¿Son las partes medidas y maquinadas exactamente?
- Apariencia externa. ¿Cuál es la condición externa de las partes y unidades?
- Precisión de ensamble. ¿Son las partes y componentes precisos?
- Precisión de instalación. ¿Se sacude la máquina? ¿Está a nivel?
- Precisión operacional. ¿Se compara lo normal con lo óptimo?

- Partes funcionantes. ¿Son críticas, normales, son compatibles con el equipo o sistema?
- Ambiente. ¿Es favorable al equipo, polvo, suciedad, existen requerimientos?
- Fuerza de materiales. ¿Es el material adecuado? ¿Hay alguno más durable, es la rigidez suficiente?

Las condiciones óptimas deben ser conocidas para descubrir las condiciones defectivas donde se necesita mejora. Las condiciones básicas se encuentran en manuales, dibujos, fuentes técnicas, algunas veces en detalle de partes, instrucciones de ensamble y manuales de instalación. Para decidir sobre las condiciones óptimas y seleccionar los límites de control, hay que recurrir algunas veces a la base de prueba y error, o cambiar las condiciones para exponer defectos ocultos.

#### **4.1.1.1 Defectos en el equipo**

Los defectos leves del equipo, son tradicionalmente considerados no dañinos, porque su efecto individual en las descomposturas y defectos de calidad es mínimo. Incluye cualquier factor que parece tener efecto en el resultado, sin importar su probabilidad como el polvo, suciedad, vibración y aproximadamente del 1 al 2 % de abrasión caen en esta categoría.

El objetivo de enfocar estos pequeños defectos es el de prevenir el efecto potencial que pueden producir al acumularse, y que pueden disparar otros factores. Ningún acercamiento analítico garantiza la identificación de cuales



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

defectos causan tales problemas, la solución es eliminar todos los posibles defectos. Para ello, hay que seguir dos principios;

- Evaluar la relación entre el equipo y los defectos leves, desde una perspectiva ingenieril, revisar los factores relacionados y los principios básicos.
- No distraerse, mantener en mente que la probabilidad de que un defecto simple contribuya al problema total se muestra como irrelevante. Cualquier defecto sospechoso debe ser eliminado.

#### **4.1.1.2 Averías por problemas ocultos (limpieza, lubricación y atornillaje)**

Estas averías afectan drásticamente las condiciones óptimas o deseadas de los equipos, estas presentan efectos como vibración excesiva, sonidos anormales, desgaste de piezas excesivas e incomodidad en la operación. La primera es por que no se cumple al pie de la letra con el programa de mantenimiento preventivo (planificación), otra causa es por falta control sobre el atornillaje de todas las piezas que se encuentran sujetadas al equipo.

La segunda es por la falta de lubricación, en esta caemos de nuevo en la poca participación de los operadores y el incumplimiento del mantenimiento preventivo y el ultimo efecto es por falta de un programa de limpieza para las máquinas o equipos, puesto que si existiera un control de la ejecución de estas tareas no se tendría pérdidas en la disponibilidad del equipo.

#### **4.1.2 Pérdidas esporádicas en estaciones criticas del proceso**

La eficacia del equipo es limitada por pérdidas esporádicas que pueden ser reducidas por medio de las siguientes actividades:

**Tomando acción contra descomposturas;** dos tipos de pérdidas son causadas; pérdidas de tiempo y pérdidas de cantidad.

**Mejorando los tiempos de preparación y ajuste;** estas pérdidas resultan cuando hay cambios de requerimientos en los productos. hay pérdidas de tiempo y de productos, por defectos.

**Reduciendo el ocio y retenciones menores;** son difíciles de cuantificar y fáciles de resolver, estas pérdidas de tiempo tienen un gran impacto en la eficacia y normalmente se deben a paros por malfuncionamiento, obstrucciones y ocio.

**Reduciendo pérdidas por velocidad;** se refiere a la pérdida de producción causada por la diferencia entre la velocidad diseñada para el equipo y la velocidad actual de operación.

**Reduciendo los defectos crónicos de calidad;** son pérdidas causadas al producir productos defectuosos.

#### **4.1.2.1 Pérdidas por tiempos de preparación**

Los tiempos de preparación del equipo y ajuste, principian cuando la producción de un producto se completa, y termina, cuando la calidad estándar es lograda en la producción del siguiente producto. En otras palabras, es el tiempo requerido para remover dados, plantillas, etc. de un producto, más el tiempo usados para limpiar, preparar dados, plantillas, etc. para el siguiente producto, más el tiempo usado para ensamblar el equipo, ajustarlo, hacer corridas de prueba y volver a hacer ajustes, etc. hasta que el producto alcance una calidad aceptable.

Con las técnicas ampliamente difundidas de *Shingeo Shingo's* conocidas como SMED (*Single-Minute Exchange of Die*) y la creciente confiabilidad de los avances de Ingeniería Industrial a los problemas de la fábrica, los tiempos de preparación y ajuste han sido reducidos. Aún así queda lugar para mejoras en muchos casos, particularmente en el área de los ajustes.(que cuenta por el 50% del tiempo de preparación).

La mayoría de la gente se queja de la pérdida de tiempo en preparar y ajustar el equipo, pero pocos entienden la relación entre las variables para hacer mejoras.

#### **4.1.2.1.1      Actividades de preparación internas y externas**

El primer paso para mejorar el tiempo de preparación es distinguiendo las actividades que se llevan a cabo:

- Actividades externas de preparación; son esas que se pueden hacer cuando el equipo está en funcionamiento.
- Actividades internas de preparación; pueden hacerse solo cuando el equipo está sin funcionar

El tiempo es reducido eliminando del tiempo de preparación interna todas las tareas que pueden ser desempeñadas mientras el equipo está en funcionamiento, este es el primer paso en las mejoras.

Los siguientes métodos pueden ser usados para convertir las actividades internas a externas:

- Preensamble. Hacer esto durante la preparación externa, posicionarlo en la preparación interna.
- Uso de estándares o plantillas de rápido acomodo. Compare las formas de las herramientas y plantillas para diferentes productos y considere la preparación de una plantilla estándar, considere el uso de plantillas de rápido posicionamiento.
- Elimine los ajustes. Establezca valores constantes que permita preparaciones rápidas.
- Use plantillas intermedias. Tienen preparada la herramienta en la posición ya ajustada.

Para eliminar pequeñas pérdidas de tiempo considere las siguientes preguntas:

- ¿Que preparaciones se necesitan hacer por adelantado?
- ¿Que herramientas se deben tener a la mano?
- ¿Están las herramientas y plantillas en buenas condiciones?
- ¿Que tipo de mesa de trabajo es necesaria?
- ¿Donde deberían los dados y plantillas colocase después de ser removidos, si serán transportados?
- ¿Que tipo de partes son necesarias, cuantas se necesitan?

Tres reglas simples deben tenerse en mente al tratar de mejorar tiempos de preparación y ajuste:

- Que no se busque por partes o herramientas.
- No mover cosas innecesariamente, establecer la mesa de trabajo y el área de almacenamiento apropiadamente.
- No usar las herramientas o partes incorrectas.

Estas reglas son relacionadas a los principios japoneses de *seiri* (organización) y *seiton* (aseo, buen arreglo). Implementando mejoras descubiertas por este tipo de interrogaciones, puede reducir el tiempo de preparación en un 30-50%.

#### **4.1.2.2 Pérdidas por tiempos de ajustes por cambio de presentación**

Muchos ajustes pueden ser desempeñados sin prueba y error, solo los ajustes inevitables deben permanecer. Para eliminar ajustes analice su propósito, causas, métodos actuales y eficacia.

**Propósito del ajuste.** Posicionar, centrar, medir, ajustar tiempo, balancear, etc.

**Causas del ajuste.** Pueden ser necesarios por las siguientes circunstancias;

- Acumulación de errores. Cuando no hay límites específicos de mantenimiento, combinado con la falta de equipo, da lugar a acumular errores.
- Falta de rigidez. Si todo es revisado cuando el equipo no está funcionando, y se producen errores durante la producción, el equipo o las partes pueden ser flexibles.
- Falta de estándares. Los ajustes son requeridos cuando no hay estándares o cuando los estándares son inadecuados o cuando no hay suficientes datos disponibles para preparar el estándar.
- Falta de métodos de medición. Los métodos disponibles de medición y sus instrumentos deben ser adoptados.

- Ajustes inevitables. Algunos tipos de mecanismos y equipos requieren de la intervención humana, para el apropiado funcionamiento. a menos que el mecanismo sea rediseñado, los ajustes se seguirán requiriendo.
- Métodos inapropiados de trabajo. Cuando los métodos no son claros se hace necesario los ajustes.

**Análisis de la eficacia de las operaciones de ajuste.** Use el siguiente análisis para estudiar la eficacia de las operaciones para determinar cuales ajustes son esenciales y cuales deben ser eliminados:

- Identifique propósitos. Algunos ajustes tienen más de un propósito.
- Analice métodos. Examine los detalles, considere los siguientes puntos: El orden de los pasos a seguir, criterio de los métodos, número de repeticiones, distinción entre ajustes iniciales y finales, funciones de los ajustes, métodos de manejo de materiales, métodos de medición, etc.
- Clarifique razones. Use los conocimientos adquiridos en los pasos anteriores, liste y organice las razones aparentes para los procedimientos.
- Analice principios. Busque más allá de los procedimientos, cuales son las funciones reales de las operaciones de ajustes.
- Investigue causas. Identifique porqué los ajustes son necesarios, que causó el ajuste.
- Considere alternativas. finalmente considere mejoras que eliminarán la necesidad de hacer ajustes.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

**Mejora de ajustes inevitables.** Cuando los ajustes no pueden ser eliminados, varias estrategias pueden ser adoptadas.

- Seleccione valores definidos. Use valores constantes para evitar ajustes, considere métodos de medición que permitan evaluar con valores numéricos, o intente diferentes atributos.
- Establezca un procedimiento. Establezca un procedimiento estándar para ejecutar los ajustes y esté seguro que cada paso es completamente entendido.
- Mejore destrezas. Incremente las destrezas de los trabajadores practicando los procedimientos.

#### **4.1.2.3 Pérdida por tiempos de reparaciones (tiempos muertos)**

La mayoría de la gente reconoce que las descomposturas son una forma de pérdidas en manufactura.

Para tomar en serio este tipo de problemas, requiere primeramente, una forma distinta de pensar. En japonés, una descompostura significa daño causado por acciones humanas.

Una falla o descompostura es la pérdida de una función específica en cierto objeto (máquina, sistema, parte), pudiéndose dividir en dos categorías:

- Descompostura con pérdida de función; en el cual el equipo deja de funcionar.

- Descompostura con reducción en las funciones; son considerados menos serios y son problemas relacionados con el deterioro en partes específicas del equipo.

Una pobre administración del equipo promueve las descomposturas crónicas. Son muchas las razones para responder ineffectivamente a los problemas de descomposturas crónicas, por ejemplo; división del trabajo, inadecuado entrenamiento o ausencia de el, dependencia de contratistas, el diseño no es muy confiable, poco personal de mantenimiento, ausencia de tecnología, equipo sobrecargado, inspección ineffectiva, no hay acción contra deterioro etc.

Estos problemas suceden cuando la administración no es lo suficientemente cuidadosa de la importancia del mantenimiento. Cuando se hace evidente produce una declinación en la moral y esto incrementa las descomposturas crónicas.

- a. **Principios básicos para cero descomposturas.** Los defectos del equipo son desordenes que causan descomposturas. Cinco tipos de acciones son necesarias para descubrir apropiadamente los defectos ocultos. Para el mantenimiento de las condiciones básicas del equipo, están involucrados tres factores para lograrlo:
  - Limpieza; remover, el polvo y contaminación que causa fricción, los impedimentos, los goteos, examinar las tuercas. Descubrir defectos ocultos como abrasión, ralladuras, vibración, sobrecalentamiento, sonidos anormales.

- Lubricación; en muchas fábricas las reservas de lubricación se dejan vacías y se cubren con polvo y lodo, tapando o goteando, esto acelera el deterioro afectando las condiciones del equipo.
- Fijación de partes sueltas; Las partes quebradas o sueltas juegan un papel importante en las descomposturas incrementando las sacudidas, que afloja otras partes creando más vibración y causando una reacción en cadena.
  - b. **Mantenimiento de las condiciones de operación.** Son las que deben coincidir con el equipo para operar a su potencial, en sistemas hidráulicos, por ejemplo la temperatura del aceite, cantidad, presión, pureza y nivel de oxidación deben ser controlados. Las condiciones incompletas resultan en defectos ocultos, para eliminarlas, las condiciones deben ser establecidas y mantenidas para cada pieza del equipo y sus partes.
  - c. **Restaurar el deterioro.** Típicamente, cuando el equipo se descompone, solo las partes directamente involucradas en la descompostura son restauradas. Aún cuando la pieza quebrada o gastada es reemplazada las descomposturas persisten, por la razón de que el balance de precisión del equipo no ha sido restaurado.
  - d. **Corregir las debilidades del diseño.** Cuando la vida del equipo es corta los costos de mantenimiento son grandes, aún cuando las condiciones básicas son controladas. En estos casos los problemas son causados por el diseño del equipo, requiere cambios en el diseño,

alteraciones en el material, dimensiones, y forma de las partes componentes. Para comprender la verdadera fuente de debilidad y desarrollar un plan de mejora se hace lo siguiente:

- Entienda apropiadamente la ocurrencia defectiva y sus condiciones, antes y después de la descompostura
- Confirme la estructura del equipo y sus funciones
- Confirme el apropiado mantenimiento de las condiciones básicas, de la operación, manipulación y condiciones de carga; confirme la restauración o deterioro en las funciones relacionadas
- Clarifique el mecanismo que rompió el fenómeno
- Investigue las causas
- Planee la estrategia de mejora
- Implemente la estrategia de mejora
- Siga y evalúe los resultados de la mejora

e. **Mejora de operación y destreza de mantenimiento.** Al pensar en las soluciones a descomposturas tendemos a olvidar al factor humano, la educación y entrenamiento de operadores, trabajadores de mantenimiento, diseñadores de equipo y gerentes apoya cualquier esfuerzo para llegar a las cero descomposturas.

#### **4.1.3 Pérdidas transitorias**

Estas pérdidas son causadas en la línea de producción por desconfiguraciones repentinas de dispositivos por malas operaciones, las cuales se fueron causadas por el personal nuevo, el cual no tenía ninguna

experiencia y tuvieron que aprender a usar los equipos con la técnica “prueba y error”. Los equipos muestran fallos que aparecen y desaparecen (esto se va a menudo en sensores y PLCes), estos últimos son dispositivos que controlan los tiempos de operación de casi todos los equipos.

#### **4.1.4 Pérdidas por defectos del proceso**

Entre las pérdidas ocasionadas por defectos del proceso podemos decir que las que más se notan en la línea (todos los equipos) son las siguientes.

##### **4.1.4.1 Pérdidas de eficiencia y rendimiento (velocidad)**

Una pérdida de velocidad es la producción pérdida por la diferencia de la velocidad de diseño de la máquina y su actual velocidad de operación. Una velocidad estándar es seleccionada para cada tipo de producto y es usada en lugar de la velocidad de diseño en algunas ocasiones.

###### **4.1.4.1.1 Problemas comunes relacionados con la pérdida de velocidad**

- Especificaciones vagas del equipo. La ausencia de cuidado en la etapa del diseño, puede resultar en una especificación de velocidad no clara. Como un resultado, el equipo o es operado más allá de los límites de velocidad, produciendo defectos y descomposturas, o es operado a una velocidad innecesariamente baja.
- La velocidad especificada se puede lograr, pero no es ejecutada. Algunos equipos no pueden ser operados a la velocidad especificada

porque los problemas pasados de calidad o mecánicos nunca fueron resueltos. Tales problemas son descuidados y no tocados, ningún esfuerzo se hace por seguir sus causas y aceleran el deterioro. La pérdida de velocidad puede ser eliminada simplemente corrigiendo esos errores.

- Una inadecuada investigación de los problemas expuestos al aumentar la velocidad. Cuando la velocidad es gradualmente aumentada sobre los niveles presentes, los problemas mecánicos o de calidad aparecen inmediatamente. Los defectos causados por esos problemas son ocultos o latentes a bajas velocidades, apareciendo solo al incrementar la velocidad, es por eso que es una manera productiva de exponer defectos.

Un primer paso vital, para incrementar la velocidad, es exponer los problemas ocultos y determinar si corresponde a cualquiera de los siguientes:

- Defectos no resueltos debido a insuficientes pruebas durante la etapa de ingeniería
- Defectos en el sistema o mecanismos del equipo
- Inadecuado mantenimiento diario e Insuficiente precisión, etc.

Generalmente las actividades de mejora para incrementar la velocidad, deben ser organizadas con el mismo entendimiento, usando la misma metodología recomendada para reducir las descomposturas, ocio, detenciones menores y defectos.

#### **4.1.4.2 Pérdidas en calidad**

Cuando un sistema de producción regularmente produce total o parcialmente productos defectuosos, a pesar de varias mejoras y control en la medición, esas partes malas son llamadas fallas crónicas de calidad.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

Los productos defectuosos irreparables son pérdidas obvias; menos obvias son las pérdidas generadas por productos defectuosos parcialmente, que requieren una inversión adicional en horas-hombre en reparación o retrabajo.

#### **4.1.4.2.1 Características generales de los defectos crónicos de calidad**

Para progresivamente reducir los defectos crónicos, los grupos de mejora deben aprender a reconocerlos y evitar las más comunes trampas:

- Los esfuerzos de mejora no han sido progresivos. Aún los más determinados esfuerzos pueden, rara vez, seguir las causas de los defectos crónicos de calidad. Los equipos de calidad se desesperan y adoptan medidas de prueba y error, sin conocer las causas, por eso, muy a menudo no tienen efecto. Los miembros de los equipos simplemente se dan por vencidos y los problemas quedan incorregidos.
- El problema es el acercamiento en el camino equivocado. Infortunadamente los defectos crónicos de calidad son seguidamente producidos por una combinación de causas que siempre está cambiando. Cada factor sospechoso debe ser bloqueado, el progreso vendrá cuando varios sean seguidos.
- El pensamiento es limitado a campos técnicos específicos. Los ingenieros asesores de la mayoría de las compañías son expertos en determinados campos técnicos. Para resolver el problema para defectos crónicos, ellos tienden a ver por encima las soluciones fuera de sus campos y favorecen a las soluciones complejas sobre las simples, como

resultado, muchos problemas permanecen sin resolver. Las soluciones de algunos defectos crónicos de calidad pueden ser encontrados en áreas técnicas específicas, pero la mayoría de los problemas requieren un amplio punto de vista que considere las causas en las operaciones actuales del taller.

- Es difícil identificar e investigar causas. Los equipos de mejora de la calidad se encuentran con dos problemas comunes: errores en la identificación de las causas de defectos crónicos de la calidad y una investigación inadecuada después de que las han identificado correctamente.

#### **4.1.4.2.2 Estrategias para reducir problemas crónicos de calidad**

Para resolver los problemas crónicos se requieren ideas que involucren las siguientes estrategias:

- Mejoras que cambien el status de equipo
- Establecer metas de acuerdo a las metas de mejora de la compañía
- Revisar los estándares existentes
- Revisar los puntos de control existentes
- Responsabilizar a los gerentes

Para reducir los problemas crónicos de calidad se debe estabilizar todos los factores variables, identificar las diferencias significantes entre condiciones normales y anormales, y estudiar formas para prevenir defectos que se generan en primer lugar. Los agentes causales son factores que pueden afectar los



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

resultados, las causas son éstos, los cuales se prevé o deducen son los que producen el problema directa o indirectamente. Estabilizar algo es evitar que cambie. Aunque los factores causales pueden parecer estables en fábricas y talleres, actualmente el trabajo se desempeña bajo condiciones inestables, en un enredo de factores causales.

Las acciones que se toman mientras los factores están cambiando fallan. Para reducir los problemas crónicos de calidad, estos deben ser estabilizados uno por uno. La variabilidad es causada por la falta de estándares o por fallas al seleccionar los estándares. Estabilice cada factor causal que pueda lógicamente tener un efecto en la producción:

- Principios de procesamiento
- Mecanismos
- Operación o ajustes
- Precisión de equipo, plantillas y herramientas
- Métodos de trabajo

En cualquier programa para reducir defectos de calidad, las condiciones normales (no defectos) deben ser comparadas sistemáticamente con las condiciones anormales (defectos) para identificar diferencias significantes. Varios métodos pueden ser usados:

- Compare productos (resultados). Compare los productos defectuosos y no defectuosos en términos de forma, dimensiones y funciones. También investigue la variación en defectos en el tiempo y en términos de localización en el producto

- Compare procesos. Compare las máquinas, plantillas, herramientas y dados que producen defectos, con el equipo que no los produce, identifique diferencias en forma, dimensiones, asperezas, etc. Hacer especial esfuerzo para desarrollar nuevos métodos de medición para los factores, no parecen ser cuantificables
- Compare el efecto de cambiar partes. En los productos ensamblados el estudio de intercambiar partes puede estar relacionado con los defectos
- Incremente la precisión analítica para detectar más diferencias sutiles. Use lentes de aumento, microscopios, y otros aparatos para detectar diferencias que no se pueden ver a simple vista. Considere las diferencias en forma
- Investigue nuevos métodos de medición. Las nuevas formas pueden a menudo clarificar significantes diferencias, aún si las diferencias no son completamente claras, hay señales que delatan su existencia
- Revise los factores causales. revise y controle los puntos de control y considere un nuevo acercamiento para su selección y estudio. El mejor acceso es el análisis P-M

#### **4.1.4.3Otras pérdidas**

Entre otras pérdidas, tenemos la mala calidad de las materias primas, esta se debe a una pobre participación del departamento de control de calidad en nuestros proveedores, puesto que aunque las máquinas y equipos estén a su mas alto nivel de operación, si las materias primas con las que trabajamos están fuera de los parámetros establecidos (especificaciones), éstas no podrán

hacer bien su trabajo. También cabe mencionar que el control que se tiene sobre las materias primas que nosotros fabricamos debe de ser más estricto.

Una de las formas para acabar por completo con estas pérdidas, es extender sellos de calidad en nuestros proveedores de materias primas y catalogar por niveles a cada uno de ellos desde la categoría “A” (excelente, cumple con nuestras especificaciones, cumple con tiempos de entrega, cumple con el volumen de compra requerido, etc.) hasta la categoría “D” (no aconsejable), esto con obtener una retroalimentación (dos vías).

#### **4.2 Plan de implementación del mantenimiento productivo total (TPM)**

Antes que nada, para poder implementar el TPM, se debe de hacer una capacitación desde la gerencia general hasta los operadores de los equipos y máquinas dentro de la empresa (en este caso, sería desde el gerente de producción hasta los operadores de la línea).

Además, como se quiere tener un estricto control en la inocuidad de los productos por ser alimenticios, se debe de establecer primero que nada un plan maestro, dentro de éste se establecerán las fases para implementarlo (ver anexos, figura 25).

##### **4.2.1 Siete pasos para llegar a nivel cero averías**

Dado que el mantenimiento autónomo es una de las características distintivas de TPM es necesario prestarle la mayor atención a la forma de implantarla. Este tipo de actividades involucra a muchas personas y en las cuales se requiere participación activa y positiva; es necesaria de una

preparación muy cuidadosa, desde el comienzo, por parte de todos los interesados.

Al desarrollo del mantenimiento autónomo, sigue una serie de etapas o pasos, los cuales pretenden crear progresivamente una cultura de cuidado permanente del sitio de trabajo, este método de siete pasos cuyo objetivo es lograr el cambio de actitud indispensable para el éxito del programa.

Los pasos sugeridos para aplicar el mantenimiento autónomo se muestran en la figura 17.

**Figura 17. Pasos del mantenimiento autónomo sugeridas**

<b>Pasos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Actividades a realizar</b>
1	Limpieza e inspección	Eliminación de suciedad, escapes, polvo.
2	Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro acumulado en los equipos. Facilitar el acceso a los sitios difíciles para facilitar la inspección	Evitar que nuevamente se ensucie el equipo, facilitar su inspección al mejorar el acceso a los sitios que requieren limpieza y control, reducción el tiempo empleado para la limpieza
3	Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y

		apriete. Una vez validados se establecerán en forma definitiva
4.	Inspección general	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección.
5	Inspección autónoma	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo
6	Estandarización	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Aplicación de estándares
7	Control autónomo pleno	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual, tablas MTBF y tableros Kaizen

Fuente: Instituto Internacional TPM

El inicio de esta preparación cuidadosa es con el paso 0, el cual se describe a continuación:

**Paso 0. Preparación del mantenimiento autónomo.** Esta es una etapa muy importante en la que se reconoce la necesidad de implantar el mantenimiento autónomo en la planta. En esta fase se entrena al personal y se preparan los documentos necesarios para realizar las fases de limpieza, lubricación, apriete y estandarización.

En esta etapa de preparación se establecen los objetivos del mantenimiento autónomo, se selecciona el área o equipo piloto en el que se

realizará la primera experiencia y se desarrolla el programa de entrenamiento necesario para el inicio de las primeras etapas. Los operarios deben conocer la estructura interna de los equipos, el funcionamiento de las máquinas y los problemas que se pueden presentar en su operación, y perjuicios causados por el depósito de polvo y mala limpieza, falta de aprietes en tornillos y pernos, como también, los problemas que se presentan con la falta de conservación de la lubricación.

Como resultado final de este entrenamiento, los operarios deben conocer la forma de eliminar el polvo y suciedad del equipo, los métodos de lubricación, cantidad y periodicidad, como también la forma correcta de mantener apretados los elementos de fijación y el uso de las herramientas empleadas para el apriete. Luego podemos describir todos los demás pasos necesarios para la implementación del mantenimiento autónomo.

**Paso 1. Limpieza e inspección.** En esta primera etapa se busca alcanzar las condiciones básicas de los equipos y establecer un sistema que mantenga esas condiciones básicas durante los pasos uno a tres. Los principios en los que se fundamenta la primera etapa son:

- Hacer de la limpieza un proceso de inspección
- La inspección se realiza para descubrir cualquier tipo de situación anormal (FUGUAI) en el equipo y las áreas próximas de trabajo
- Los FUGUAI deben corregirse inmediatamente para establecer las condiciones básicas del equipo



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

Para descubrir FUGUAI el proceso de limpieza es muy importante, ya que en esta fase se debe cumplir el principio de "limpieza es inspección". No se debe pretender solamente asignar un tiempo para la limpieza al finalizar el turno. Se debe buscar un nivel de pensamiento superior, en el que el operador tome contacto con el equipo para realizar inspección mediante el aseo del equipo (figura 40).

El TPM ofrece una metodología específica de auditoria para realizar la identificación de falta de limpieza, generando un plan de acción de mejora el cual es controlado mediante sistemas visuales y de fácil manejo por parte del operador y directivos de la planta. Es frecuente introducir en esta primera etapa las tres primeras "S" o pilares de la fábrica visual, esto es aplicar Seiri, Seiton y Seiso que se estudiarán con detalle más adelante.

**Auditoria.** Cada etapa de mantenimiento autónomo debe evaluarse para verificar si el área en la que se aplica está disponible para pasar al paso 2. El plan de implantación del mantenimiento autónomo debe considerar el momento en que se deben diseñar y aplicar esta clase de auditorias.

Las auditorías deben asumirse como un paso donde se realiza una reflexión profunda y donde se recoge el conocimiento adquirido para su divulgación a otras áreas. Sirve como motivación, ya que la dirección de la planta reconoce y certifica que el área piloto ha ganado un peldaño en el proceso de TPM y puede iniciar su trabajo para el siguiente paso. En algunas empresas estas auditorías son realizadas por la dirección general debido a la importancia de este evento y por los efectos de compromiso que se adquiere dentro de los trabajadores.

**Paso 2. Establecer medidas preventivas contra las causas de deterioro forzado y mejorar el acceso a las áreas de difícil limpieza.** En esta etapa se



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

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

pretende que el trabajador descubra las fuentes profundas de la suciedad que deteriora el equipo y tome acciones correctivas para prevenir su presencia. Se busca mejorar el acceso a sitios difíciles para la limpieza, eliminación de zonas donde se deposita con facilidad la suciedad y se mejora la observación de los instrumentos de control.

Esta etapa, es importante para el desarrollo de las actividades *Kaizen* o de mejora continua y son desarrolladas por los propios trabajadores que enfrentan las dificultades en la limpieza o el manejo de los procesos asignados. Los resultados se manifiestan en la mejora del sitio de trabajo, reducción de posibles riesgos y reducción del deterioro acelerado de los equipos debido a la contaminación y escapes.

Las actividades más frecuentes que se realizan en planta en esta segunda etapa tienen que ver con la eliminación de escapes, fuentes de contaminación, excesos de lubricación y engrase en sitios de la máquina, derrames y contaminación. Conviene empezar observando cuidadosamente el área de trabajo para determinar qué piezas se ensucian, qué es lo que las ensucia y cuándo, cómo y porqué se ensucian.

Es necesario dibujar esquemas que muestren la localización de la contaminación, escapes, partículas, humos, nube de aceite, polvo, vapor y otros.

Un estudio estadístico sobre los tipos de escape o fugas será de utilidad para identificar las principales causas. Una cierta planta de procesos continuos realizó durante esta etapa un estudio de las causas de escape de vapor y los altos costos energéticos; gracias a la estratificación de la información se concluyó que la principal causa de los escapes estaba relacionada con deficientes montajes de las uniones en brida de tubería, debido a la no



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

aplicación del método establecido y falta de algunos elementos para nivelar las uniones en el momento del montaje.

En otra planta, la aplicación del Principio de Pareto a las causas de las fugas en bombas, se llegó a la conclusión que la calidad de ciertas juntas de la bomba presentaban problemas de calidad. Algunas compañías durante este paso han desarrollado campañas de protección de los sitios de trabajo con cubiertas, ubicación de guardas transparentes en acrílico para la protección de ciertos puntos críticos de los equipos, facilitando la observación y evitando fugas de estas máquinas hacia el medio ambiente. En otras plantas se han diseñado programas para eliminar los orificios en las cubiertas de los edificios por donde se filtra la suciedad y en los equipos se evitar las fugas para facilitar el control de los medios sucios.

**Paso 3. Preparación de estándares para la limpieza e inspección.** Con base en la experiencia adquirida en los pasos anteriores, se preparan los estándares de inspección con el propósito de mantener y establecer las condiciones óptimas del estado del equipo. Es frecuente emplear las dos últimas "S" de la **estrategia de las 5S** con el objeto de garantizar disciplina y respeto de los estándares, esta estrategia se esta implementando en la planta de producción.

Esta etapa es un refuerzo de "aseguramiento" de las actividades emprendidas en los pasos 1 y 2. Se busca crear el hábito para el cuidado de los equipos mediante la elaboración y utilización de estándares de limpieza, lubricación y apriete de tornillos, pernos y otros elementos de ajuste; busca prevenir deterioro del equipo manteniendo las condiciones básicas de acuerdo a los estándares diseñados. Estos estándares en lo posible deben ser preparados por el operador una vez se haya capacitado para realizar esta labor.

Como consecuencias de esta etapa, el trabajador participará efectivamente en todas las actividades de cuidar el equipo, iniciando su

intervención desde el mismo momento en que prepara las normas de cuidado de los equipos.

Involucrar al operario trae como beneficio evitar desgastes predecibles, lograr una operación sin errores, una mayor conciencia de la necesidad de trabajar con estándares y el respeto hacia el equipo y su medio. Los estándares incluyen tareas de limpieza, inspección y lubricación. En estos estándares se debe prestar atención al empleo de diagramas o esquemas que indiquen los puntos de inspección o de presencia potencial de Fugui o problemas. En estos gráficos se debe indicar mediante un código numérico que sirve para identificar la pieza o elemento de la máquina que se debe inspeccionar y sus condiciones de chequeo. Se sugiere que durante el proceso de preparación de estándares se deben tener en cuenta las 5W y 1H (¿Dónde?, ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Porqué?, ¿Quién?, y ¿Cómo?). La información mínima sugerida para estos estándares es la siguiente:

- Elementos de los equipos que se deben inspeccionar
- Puntos donde se podrían presentar problemas en el equipo debido a la suciedad, aflojamiento de pernos y lubricación insuficiente
- Método de inspección de la limpieza, apriete y lubricación. Se sugiere emplear iconos o gráficos para facilitar la interpretación del estándar
- Herramientas. El estándar deberá indicar el tipo de instrumento que se debe utilizar para realizar la labor que se estandariza
- Tiempo. Este punto tiene que ver con el tiempo que debe tomar la realización de la actividad estandarizada. Es posible que el primer

estándar elaborado no contenga los tiempos óptimos. Estos se lograrán con la práctica y el empleo del pensamiento *Kaizen* y de mejora continua de estándares

- Frecuencia. Se decide la frecuencia de inspección para cada elemento o punto clave del equipo, ya sea anual, mensual, semanal o diaria
- Responsable. Se debe asignar un líder para cada una de estas tareas para asegurar que estas se realizarán completamente

**Paso 4. Inspección general orientada.** En los pasos 1,2 y 3 se han implantado actividades orientadas a la prevención del deterioro a través de la mejora de las condiciones básicas de la planta. En los pasos 4 y 5 se pretende identificar tempranamente el deterioro que puede sufrir el equipo con la participación activa del operador. Estos pasos requieren de conocimiento profundo sobre la composición del equipo, elementos, partes, sistemas, como también sobre el proceso para intervenir el equipo y reconstruir el deterioro identificado.

Las inspecciones iniciales las realiza el operador siguiendo las instrucciones de un tutor especialista. En los anexos (figura 26) se presenta un ejemplo de un procedimiento para detección de inconvenientes empleado en esta etapa. En esta clase de inspecciones deben producirse acciones de mejora que eviten la reincidencia de los problemas identificados mediante las acciones de inspección general.

Para la implantación del paso cuatro se deben tener en cuenta los siguientes puntos.

- Preparar el programa de formación para operarios dirigido a lograr un alto conocimiento sobre métodos de inspección
- Desarrollar el programa de formación empleando la metodología "aprender haciendo"
- Desarrollo de las primeras inspecciones con tutor. En esta oportunidad los expertos de mantenimiento podrán apoyar esta clase de tareas
- Realizar reparaciones e intervenciones livianas con la ayuda del tutor
- Planificar las acciones de reparación y de nuevas revisiones o inspecciones del equipo. Es necesario contar con plan de inspecciones rutinario. El ciclo *Deming* será de gran ayuda para impulsar esta clase de acciones en forma rutinaria

Se recomienda también, crear pequeños laboratorios de entrenamiento para operarios para que estos tengan la oportunidad de desarrollar sus habilidades de desmontaje y montaje de equipos.

En otras compañías han desarrollado programas de formación técnica para operarios con los contenidos siguientes:

- Principios de elementos de máquinas
- Física y dinámica de maquinaria
- Mediciones básicas
- Sistemas neumáticos e hidráulicos
- Lubricación y tribología elemental
- Introducción a la electricidad
- Electrónica básica



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

- Seguridad en el trabajo
- Estandarización de operaciones
- Lectura de planos mecánicos y eléctricos
- Métodos de inspección

Este paso es el que tiene mayor contenido de formación. Dependiendo del nivel inicial de los trabajadores puede considerarse la de mayor tiempo necesario para su implantación. Es frecuente en la empresa encontrar personal con poco conocimiento técnico, lo cual puede ser un impedimento para que esta fase se logre en pocos meses.

El paso cuatro del mantenimiento autónomo implica implantar un proceso concreto de mejora que contiene tres actividades:

- Entrenamiento y adquisición de nuevo conocimiento para obtener recursos para inspeccionar profundamente el equipo
- Realizar el trabajo de inspección en forma rutinaria, en forma similar como lo realiza el experto de mantenimiento a través de rutinas de inspección periódica
- Evaluación de resultados, desarrollo de intervenciones y mejora del equipo

Los instrumentos clave y ayudas necesarias para que el paso cuatro se implante con éxito son:

- Elaboración del manual de inspección general

- Mejora del conocimiento de los operarios con lecciones de un punto y acciones de tutoría por expertos
- Auditoria y evaluación del grado de conocimiento adquirido por el operario
- Control sobre el desarrollo de competencias y habilidades de los operarios para reforzar o ajustar su trabajo

**Paso 5. Inspección autónoma.** En este paso se cumple una primera función de conservar los logros alcanzados en los pasos anteriores o el equivalente de "asegurar" en el Ciclo *Deming*; posteriormente, la etapa cinco debe conducir a mejorar los estándares y la forma de realizar el trabajo autónomo que se viene realizando.

Se evalúan los estándares de limpieza, lubricación y apriete establecidas en los pasos previas, se mejoran sus métodos y tiempos en base a la experiencia acumulada por el operador. Las principales actividades de esta etapa están relacionadas con el control de los equipos y la calidad de los mismos, condiciones y estado de ellos como de las herramientas. Uno de los aportes significativos de la etapa cinco consiste en el incremento de la eficiencia de la inspección, al mejorar métodos de trabajo y los estándares utilizados.

El desarrollo del paso cinco incluye los siguientes trabajos prácticos:

- Evaluar los procedimientos utilizados hasta el momento en las actividades autónomas. Principiando por los estándares de limpieza, lubricación y apriete. Las preguntas más frecuentes son: ¿los tiempos que utilizamos son los mejores? ¿Hemos dejado "pasar" fallos? ¿Existe recurrencia de fallos? ¿se han presentado errores de inspección? ¿El manual de inspección que utilizamos realmente está completo? ¿Podremos incorporar otros puntos al manual de inspección?

- Se analizan los estándares para identificar si se pueden eliminar algunos puntos de inspección de alta fiabilidad, realizar trabajos en paralelo para reducir los tiempos de inspección, ¿podremos transferir algunas de estas actividades de inspección al trabajo de limpieza?
- Se evalúan los controles visuales que hemos utilizado. ¿Son adecuados? ¿han ayudado a mejorar la inspección? ¿faltan puntos? ¿Se pueden introducir nuevos elementos transparentes para facilitar la inspección visual? ¿Los códigos de colores que hemos utilizado para facilitar las operaciones realmente han aportado mejoras, o se deben realizar modificaciones para detectar con facilidad los problemas?

**Paso 6. Estandarización.** En los pasos anteriores se han realizado actividades de cuidado de las condiciones básicas de los equipos a través de inspecciones de rutina. Esta etapa cumple la tarea de realizar procesos *Kaizen* a los métodos de trabajo. Esta etapa ya no está tan directamente relacionada con los equipos, sino con los métodos de actuación del personal operativo.

Una vez se han logrado las mejoras de los métodos de inspección para los equipos propuestos en la etapa cinco, es necesario establecer un estándar para que estos se mantengan a través del tiempo. La estandarización busca que estas actividades de rutina sean asignadas adecuadamente a los operarios y en el mejor tiempo. Los estándares deben incluir los sistemas de información necesarios para garantizar que los resultados de la inspección autónoma se emplean para la mejora del equipo y la prevención de problemas potenciales.

**Paso 7. Control autónomo total.** En los pasos 1 a 6 se logran resultados de mejora tanto en el control de los equipos, y cumplimiento de estándares

mejorados de los métodos de trabajo. En la etapa 7 se integra plenamente el proceso de mantenimiento autónomo al proceso de dirección general de la compañía o dirección por políticas. Se pretende reconocer a la capacidad de autogestión del puesto de trabajo del operador, creando un sentimiento de participación efectiva en el logro de las metas y objetivos de la fábrica y de la empresa.

El operario podrá tomar decisiones en el ámbito de su puesto de trabajo, cooperará para el logro de objetivos compartidos, realizará nuevas acciones *Kaizen* y se inician en nuevas fronteras de mejora e innovación permanente en la forma de trabajar. Es en este paso es donde realmente se logra que una planta de producción sea "un verdadero laboratorio de aprendizaje".

**Plan de implantación.** Para la implantación del mantenimiento autónomo en este caso se selecciono el área de envasado de aceite, el cual es el área donde se va a realizar la primera aplicación. Debido a que el personal está más sensibilizado sobre los problemas que producen la falta de aseo y limpieza. Sin embargo, no se debe descartar la posibilidad de iniciar las actividades en otras áreas, especialmente aquellas donde la falta de limpieza es apreciable y cualquier mejora brinde satisfacciones y ejemplo para otras.

Una buena práctica consiste en iniciar el autónomo con dos experiencias debido a la posibilidad de comparar sus avances. Con la experiencia que se acumule en esta área se puede proceder a escribir en un "Manual de la experiencia piloto". Se debe registrar todo lo sucedido y el conocimiento adquirido durante la realización de la experiencia en el paso 1. Este manual servirá para iniciar experiencias similares en otras áreas de la planta. De esta forma se va progresando en cada una de los pasos, pero siempre se tiene una experiencia de referencia más avanzada.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

El "Manual de experiencia piloto" puede contener la siguiente información:  
Programa de preparación: entrenamiento realizado, estrategia utilizada, documentación, estado de la planta al inicio, registro fotográfico, problemas, etc. Formatos empleados para el registro de *Fuguai* o situaciones anormales, tarjetas, documentos para la planificación, etc. Dificultades en el proceso de limpieza, reclamaciones del personal, aportes, quejas, etc. Acciones correctivas tomadas, programa, tiempo para implantarlas, etc. Personal que participó, frecuencia de reuniones, minutas, actas y otros documentos de trabajo en equipo

Así como también resultados, registro fotográfico posterior a la mejora de limpieza, estándares empleados y mejorados. Reflexión sobre las dificultades encontradas y acciones tomadas.

#### **4.2.2 Utilización de la herramienta para llegar a cero defectos (*hinshitsu hozen*)**

Esta herramienta es el mantenimiento de calidad (MC). Este es una mejora enfocada (ME), que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del MC buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

**Mantenimiento de calidad no es.**

- Aplicar técnicas de control de calidad a las tareas de mantenimiento
- Aplicar un sistema ISO a la función de mantenimiento
- Utilizar técnicas de control estadístico de calidad al mantenimiento
- Aplicar acciones de mejora continua a la función de mantenimiento

### **Mantenimiento de Calidad es.**

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad
- Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos
- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anomalía potencial
- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos

### **Principios del mantenimiento de calidad (MC)**

Los principios en que se fundamenta el MC son:

- Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos
- Realizar un análisis PM para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad

- Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición
- Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas
- Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares

### **Etapas del pilar MC**

El JIPM ha establecido nueve etapas para el desarrollo del MC. Estas se deben auditar y siguen las estrategias de prueba piloto, equipo modelo y transferencia del conocimiento utilizados en otros pilares TPM.

**Etapa 1:** Identificación de la situación actual del equipo

**Etapa 2:** Investigación de la forma como se generan los defectos

**Etapa 3:** Identificación y análisis de las condiciones 3M (Materiales, Máquina y Mano de obra)

**Etapa 4:** Estudiar las acciones correctivas para eliminar "FUGUAIS"

**Etapa 5:** Analizar las condiciones del equipo para productos sin defectos y comparar los resultados

**Etapa 6:** Realizar acciones *Kaizen* o de mejora de las condiciones 3M

**Etapa 7:** Definir las condiciones y estándares de las 3M

**Etapa 8:** Reforzar el método de inspección

**Etapa 9:** Valorar los estándares utilizados

#### **4.2.3 Dos etapas para iniciar un mantenimiento planificado**

Primero que nada debemos de saber que el mantenimiento planificado que se práctica en numerosas empresas presenta entre otras las siguientes limitaciones:

- No se dispone de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones de mantenimiento preventivo. Los tiempos son establecidos de acuerdo a la experiencia, recomendaciones de fabricante y otros criterios con poco fundamento técnico y sin el apoyo en datos e información histórica sobre comportamiento pasado
- Se aprovecha la parada de un equipo para "hacer todo lo necesario en la máquina" ya que la tenemos disponible. ¿Será necesario un tiempo similar de intervención para todos los elementos y sistemas de un equipo? ¿Será esto económico?
- Se aplican planes de mantenimiento preventivo a equipos que poseen un alto deterioro acumulado. Este deterioro afecta la dispersión de la distribución (estadística) de fallos, imposibilitando la identificación de un comportamiento regular del fallo y con el que se debería establecer el plan de mantenimiento preventivo
- A los equipos y sistemas se les da un tratamiento similar desde el punto de vista de la definición de las rutinas de preventivo, sin importan su criticidad, riesgo, efecto en la calidad, grado de dificultad para conseguir el recambio o repuesto, etc.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

- Es poco frecuente que los departamentos de mantenimiento cuenten con estándares especializados para la realizar su trabajo técnico. La práctica habitual consiste en imprimir la orden de trabajo con algunas asignaciones que no indican el detalle del tipo de acción a realizar. Por ejemplo: "inspeccionar la cadena 28X del eje superior del rotor impulsor". Este tipo de instrucción no indica qué inspeccionar en la cadena, el tipo de estándar a cumplir, forma, cuidados, características de calidad, registro de información, seguridad, tiempo, herramientas y otros elementos necesarios para realizar el trabajo de inspección. Esta situación se aprecia en todo tipo de empresas e inclusive en aquellas que poseen certificaciones y programas o modelos de calidad avanzados.
  
- El trabajo de mantenimiento planificado no incluye acciones *Kaizen* para la mejora de los métodos de trabajo. No se incluyen acciones que permitan mejorar la capacidad técnica y mejora de la fiabilidad del trabajo de mantenimiento, como tampoco es frecuente observar el desarrollo de planes para eliminar la necesidad de acciones de mantenimiento.

Esta también debe ser considerada como una actividad de mantenimiento preventivo.

Ahora bien los aportes del TPM a la mejora de mantenimiento planificado.

- El TPM posee una mayor óptica o visión de los proceso de gestión preventiva de equipos. El TPM utiliza tres grandes estrategias:
- 5 Actividades para prevenir y corregir averías en equipos a través de rutinas diarias, periódicas y predictivas

- 6 Actividades *Kaizen* orientadas a mejorar las características de los equipos o "Mantenimiento por Mejora" y *Kaizen* para eliminar acciones de mantenimiento
- 7 Actividades *Kaizen* para mejorar la competencia administrativa y técnica de la función mantenimiento

Si se comparan las dos estrategias anteriores sugeridas dentro del TPM con las prácticas habituales de mantenimiento planificado, observamos que existe una diferencia significativa en cuanto al alcance de sus actividades. Este nos ayuda sobre la necesidad de lograr que los equipos posean un comportamiento regular desde el punto de vista estadístico para poder establecer un plan de mantenimiento.

El comportamiento de los fallos estable permite hacer que el fallo sea "predecible" y que las acciones de mantenimiento preventivo sean más económicas y eficaces. Un fallo es predecible cuando obedece a causas de deterioro natural preferiblemente.

Si existe negligencia en su operación, sobrecarga, condiciones de funcionamiento deficiente, poca o ninguna limpieza, cualquier actividad de mantenimiento planificado no será eficaz y desde el punto de vista económico no se obtendrá el mejor beneficio de la intervención.

El JIPM sugiere realizar dos etapas previas antes de iniciar un programa de mantenimiento planificado en un equipo para que este sea económico y eficaz. Estas actividades son:

### **Etapas 1. Hacer "predecible" el MTBF**



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

**Propósitos.** Reducir la variabilidad de los intervalos de fallo, eliminar deterioro acumulado, hacer más predecible los tiempos potenciales en que se pueden presentar los fallos.

**Acciones.** Desarrollar los pasos uno y dos de mantenimiento autónomo, eliminar errores de operación, negligencias y limitaciones del personal, mantener condiciones básicas de operación.

En esta etapa se pretende eliminar en forma radical el deterioro acumulado que posee el equipo y que interviene como causa en la pérdida de estabilidad del MTBF. Un plan de mantenimiento realizado sobre un equipo que no cuente con un MTBF estable, es poco económico y poco efectivo para prevenir los problemas de fallos. Con las acciones de esta etapa se busca que la fluctuación del MTBF sea en lo posible (teóricamente) debida al desgaste natural de los componentes del equipo. Al ser estable el MTBF el comportamiento de los fallos será predecible y el tiempo asumido para la intervención planificada del equipo será la más próxima al comportamiento real futuro.

## **Etapa 2. Incrementar el MTBF**

- Restaurar deterioro de apariencia o externo.

**Acciones.** Eliminar los fallos debidos a debilidades de diseño del equipo, realización de proyectos *Kaizen* para la mejora de materiales, construcción y puesta en marcha del equipo, eliminar posibilidades de sobre carga de equipos mejorando los estándares en caso de no poderse mejorar el equipo para que pueda aceptar las nuevas exigencias.

Eliminar fallos por accidentes. Es necesario realizar el entrenamiento necesario para reparar adecuadamente el equipo, realizar proyectos *Kaizen* sobre métodos de intervención. Estandarizar métodos de operación e instalación de dispositivos a prueba de errores que eviten accidentes.

Restaurar el deterioro. Inspección del estado general del equipo, deterioros que se pueden observar con inspecciones visuales. Aplicar los dos pasos iniciales de mantenimiento autónomo.

En esta etapa de búsqueda de eliminación de fallos en equipos, se pretende eliminar las causas de deterioro acelerado ya sea por causas debidas a mala operación del equipo, debilidades del diseño original de este, o mala conservación (figura 41).

Las anteriores dos etapas se deben considerar como parte de las acciones de un mantenimiento preventivo efectivo. Se puede comentar que "Cuando el mantenimiento periódico se realiza antes de que la duración de la vida del equipo sea estable, los costes de mantenimiento son mayores y el proceso no es eficaz".

#### **4.2.4 Seis pasos para llegar a un mantenimiento progresivo**

**Visión general de los pasos.** El pilar mantenimiento progresivo sugerido por el JIPM se implanta en seis pasos. La visión general de estos pasos se muestra en los anexos (figura 42).

**Paso 1. Identificar el punto de partida del estado de los equipos.** El paso uno está relacionado con la necesidad de mejorar la información disponible sobre el equipo. Esta información permite crear la base histórica necesaria para

diagnosticar los problemas del equipo. Algunas preguntas que nos podemos hacer para ver del grado de desarrollo son:

- ¿Tenemos la información necesaria sobre equipos?
- ¿Hemos identificado los criterios para calificar los equipos?
- ¿Contamos con una lista priorizada de los equipos?
- ¿Se han definido los tipos de fallos potenciales?
- ¿Poseemos históricos de averías e intervenciones?
- ¿Contamos con registros sobre MTBF para equipos y sistemas?
- ¿Poseemos un sistema de costes de mantenimiento?
- ¿Qué problemas tiene la función de mantenimiento?
- ¿La calidad de servicio de mantenimiento es la adecuada?

**Paso 2. Eliminar deterioro del equipamiento y mejorarlo.** El paso dos busca eliminar los problemas del equipo y desarrollar acciones que eviten la presencia de fallos similares en otros equipos idénticos. En esta etapa se aplica la estrategia *Daily Management Maintenance* (DMM) o mejora de equipos en forma rutinaria.

- Eliminar averías en forma radical aplicando métodos de mejora continua o *Kobetsu Kaizen*
- Eliminar fallos de proceso
- Mejorar el manejo de la información estadística para el diagnóstico de fallos y averías
- Implantar acciones para evitar la recurrencia de fallos
- Aplicación del ciclo *Deming*

**Paso 3. Mejorar el sistema de información para la gestión.** El paso tres busca que se mejore el sistema de información para la gestión de mantenimiento. Es frecuente entender que en este paso se debe introducir un

programa informático o mejorar el actual. Sin embargo, en esta etapa es fundamental crear modelos de sistemas de información de los fallos y averías para su eliminación, antes de implantar un sistema de gestión de gestión de mantenimiento de equipos.

- ¿El diseño de la base de datos de mantenimiento es la adecuada?
- ¿Tenemos información necesaria sobre fallos, averías, causas e intervenciones?
- ¿Contamos con un sistema de información que apoye la gestión de mantenimiento?
- ¿El sistema de gestión de mantenimiento permite controlar todos los recursos de la función: piezas, planos, recambios

**Paso 4. Mejorar el sistema de mantenimiento periódico.** El paso cuatro está relacionado con el establecimiento de estándares de mantenimiento, realizar un trabajo de preparación para el mantenimiento periódico, crear flujos de trabajo, identificar equipos, piezas, elementos, definir estrategias de mantenimiento y desarrollo de un sistema de gestión para las acciones de mantenimiento contratado.

- Diseñar estrategias de mantenimiento: criticidad, frecuencia, tipo de mantenimiento, empleo de tablas MTBF, etc.
- Preparar estándares de mantenimiento: procedimientos, actividades, estándares, registro de información, etc.
- Desarrollo de un sistema de gestión de repuestos y recambios
- Implantar un sistema de aseguramiento de la calidad en mantenimiento
- Gestión de información del mantenimiento contratado

**Paso 5. Desarrollar un sistema de mantenimiento predictivo.** El paso cinco busca introducir tecnologías de mantenimiento basado en la condición y predictivo. Se diseñan los flujos de trabajo, selección de tecnología, formación y aplicación en la planta.

- Introducir tecnología para el diagnóstico de equipos
- Formación del personal sobre esta clase de tecnologías
- Preparar diagramas de flujo de procesos de predictivo
- Identificar equipos y elementos iniciales para aplicar progresivamente las tecnologías de predictivo
- Mejorar la tecnología de diagnóstico: automatizar la toma información, tele-transpropósito y proceso vía Internet

**Paso 6. Desarrollo superior del sistema de mantenimiento.** El paso seis desarrolla procesos *Kaizen* para la mejora del sistema de mantenimiento periódico establecido, desde los puntos de vista técnico, humano y organizativo.

- Evaluar el progreso en el MTBF, MTTR, EGE y otros índices
- Desarrollo de la tecnología de ingeniería de mantenimiento
- Evaluar económicamente sus beneficios
- Mejorar la tecnología estadística y de diagnóstico
- Explorar el empleo de tecnologías emergentes
  - CBR (*Case-Base Reasoning*)
  - Redes neuronales
  - Ingeniería estadística
  - Knowledge Manage*

#### 4.2.5 Estrategias para transformar el mantenimiento industrial

Las estrategias para transformar el mantenimiento industrial son las siguientes:

- Dirección de actividades de mantenimiento: Estas son acciones específicas en la planta y en niveles operativos
- Dirección de la tecnología de mantenimiento: Esta se refiere a la planificación y dirección de actividades de mantenimiento

El esquema de estas estrategias se detalla para una mejor visión en los anexos (figura 27).

#### **4.2.6 Cuatro fases necesarias para lograr la implementación del mantenimiento productivo total**

Las cuatro fases se mencionan a continuación:

**Premisas de base:** Las premisas de base son los cimientos organizativos sobre los que se construye el sistema TPM.

**Gestión del conocimiento:** hace referencia al proceso necesario para crear una fábrica inteligente en donde el aprendizaje permanente y el empleo del conocimiento sea el centro de la cultura de la organización y fuente de capacidades competitivas de la empresa.

**Procesos fundamentales o "pilares":** los procesos fundamentales del TPM constituyen las actividades operativas que se deben realizar para lograr las mejoras esperadas. Estos procesos se deben desarrollar en forma ordenada, siguiendo una metodología que asegure el logro de beneficios. Es en este punto

donde el JIPM ha trabajado durante décadas para perfeccionar el modelo de implantación. Las características fundamentales de la metodología JIPM es la utilización de pasos muy bien estudiados y el proceso de evaluación empleado para certificar la aplicación correcta de cada paso.

**Dirección por políticas:** debe ser el motivo que impulsa el desarrollo del TPM. Se trata de un sistema de management que involucra a toda la organización a pensar y actuar en la dirección del propósito estratégico trazado por la alta dirección de la compañía.

#### **4.3 Preparación al cambio por la implementación del mantenimiento productivo total**

La preparación hacia el cambio es muy importante, puesto que con frecuencia la gente muestra diferentes objeciones a las soluciones (TPM). La resistencia al cambio, ocurre cuando en muchas ocasiones los gerentes o empleados practican tácticas de retraso o rechazo a soluciones. Aun cuando el cambio es de beneficio mutuo o total.

Dentro de los aspectos que hay que considerar para lograr el cambio son:

- a. Estar consciente de que se trata de un patrón de hábitos, creencias y tradiciones (cultura) humanos que pueden diferir
- b. Descubrir justo cual será el efecto social de los cambios propuestos

**Algunas de las reglas más importantes para introducir cambios son:**

- a. Propiciar participación: Debe tomarse en cuenta a las personas que serán afectadas directamente, de lo contrario ocasionara resentimiento y resistencia.
- b. Establecer la necesidad del cambio: Debe de hacerse en términos que sean importantes para las personas involucradas y no sobre la base de la lógica del cambio.
- c. Dar suficiente tiempo: Se debe tener suficiente tiempo para evaluar el impacto del cambio y encontrarse en lugar junto a los defensores del cambio. Esto de dar suficiente tiempo toma varias formas.
  - Iniciar en pequeño, esto quiere decir llevar a cabo un intento a baja escala antes de hacer el cambio completo reduce los riesgos tanto para los defensores del cambio como para los miembros que se resisten a él
  - Evitar sorpresas, esta quiere decir que el mayor beneficio de un patrón cultural es su predicibilidad
  - Elegir el año correcto, esta indica que existen años buenos y años equivocados, por eso hay que analizar las perspectivas de ese año
- d. Mantener las propuestas de forma sencilla: Evitar el desorden en las propuestas de aspectos no esenciales, que no estén dirigidos a la obtención de resultados. De lo contrario, el riesgo es que el debate se salga del aspecto principal y se dedique a aspectos secundarios.
- e. Trabajar con el liderazgo reconocido de la cultura: Cualquier cultura se entiende mejor a través de sus miembros; tienen su propios líderes, y con frecuencia estos son informales. Si se convence a los líderes da un paso significativo hacia la aceptación del cambio.



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

- f. Tratar a las personas con dignidad: Toda persona incrementa su productividad si se les trata dignamente y no importando que no cuenten con los recursos necesarios para desempeñar su trabajo.
- g. Invertir los papeles: Es necesario ponerse en la posición de la persona afectada para simular el entendimiento de la posición de esa persona.
- h. Manejar las resistencias en forma directa: Existen muchas formas de manejar la resistencia al cambio en forma directa.
  - Intentar un programa de persuasión
  - Ofrecer algo a cambio
  - Cambiar las propuestas para cumplir con objeciones específicas
  - Cambiar el clima social de manera que el cambio sean más aceptable

#### **4.3.1 Educación y formación**

Existe una filosofía llamada “formación y entrenamiento”, la cual consiste en las siguientes actividades:

- a. Conservar el conocimiento
- b. Adquirir nuevo conocimiento
- c. Crear nuevo conocimiento
- d. Transferir el conocimiento

e. Utilizar el conocimiento

La primera actividad consiste en conservar el conocimiento, esta la podemos hacer de la siguiente forma:

- Registro de datos e información
- Mejora de la capacidad de percepción
- Documentación técnica
- Empleo de técnicas TPM
- Sistema de información TPM

La segunda actividad consiste en adquirir nuevo conocimiento, esta la podemos realizar con las siguientes técnicas:

- Entrenamiento en puesto de trabajo
- Autoformación
- Laboratorios de aprendizaje

La tercera actividad es crear nuevo conocimiento, esta la podemos establecer con de la siguiente forma:

- Experimentación
- Auto desarrollo
- Dialogo creativo
- Reflexión metodología (juicio)
- Objetivos para la innovación
- Nuevas tecnologías
- Entrenamiento: triz, creatividad y otras

La cuarta actividad es la transferir el conocimiento adquirido, esta se puede llevar a cabo de la siguiente manera:

- Dialogo
- *Opl's*, porque-porque, *amfe*, informes *kaizen*
- Medios tecnológicos nuevos
- Entrenamiento
- Despliegue de acciones a equipos similares

La quinta actividad es el utilizar el nuevo conocimiento adquirido, esta se puede llevar a cabo de la siguiente forma:

- Actuar reflexivamente
- Evaluación
- Reconocimiento

Ahora bien se deben de establecer los pasos a ejecutar para establecer una buena formación y un buen conocimiento estos son sencillos de aplicar, para el mejoramiento de las capacidades de las personas.

**Paso 1.** Establecer el punto de partida. Evaluar el estado actual de la educación y entrenamiento para establecer políticas

**Paso 2.** Establecer un sistema de entrenamiento para la mejora de habilidades de mantenimiento y operación de equipos

**Paso 3.** Desarrollo práctico del programa de entrenamiento para la mejora de habilidades de mantenimiento y operación de equipos

**Paso 4.** Planificar y desarrollar programa de desarrollo de nuevas capacidades requeridas a largo plazo. Meta: progreso técnico y adaptación a la tecnología

**Paso 5.** Consolidación de un ambiente de desarrollo voluntario (auto-desarrollo)

- Desarrollo de materiales, recursos de auto formación
- Formular metas individuales de auto formación
- Evaluar al personal por su acción de auto formación

**PASO 6.** Evaluación de actividades y gestionar el conocimiento requerido para el futuro

#### **4.3.2 Crear una cultura de trabajo en equipo e involucrar a todo el personal**

El mantenimiento autónomo (MA) permite que el trabajo se realice en ambientes seguros, libres de ruido, contaminación y con los elementos de trabajo necesarios.

El orden en el área, la ubicación adecuada de las herramientas, medios de seguridad y materiales de trabajo, traen como consecuencia la eliminación de esfuerzos innecesarios por parte del operario, menores desplazamientos con cargas pesadas, reducir los riesgos potenciales de accidente y una mayor comprensión sobre las causas potenciales de accidentes y averías en los equipos.

El MA estimula el empleo de estándares, hojas de verificación y evaluaciones permanentes sobre el estado del sitio de trabajo. Estas prácticas de trabajo crean en el personal operativo una actitud de respeto hacia los

procedimientos, ya que ellos comprenden su utilidad y la necesidad de utilizarlos y mejorarlos. Estos beneficios son apreciados por el operario y estos deben hacer un esfuerzo para su conservación.

El contenido humano del MA lo convierte en una estrategia poderosa de transformación continua de empresa. Sirve para adaptar permanentemente a la organización hacia las nuevas exigencias del mercado y para crear capacidades competitivas centradas en el conocimiento que las personas poseen sobre sus procesos. Otro aspecto a destacar es la creación de un trabajo disciplinado y respetuoso de las normas y procedimientos. El TPM desarrollado por el JIPM estimula la creación de metodologías que sin ser inflexible o limiten la creatividad del individuo, hacen del trabajo diario en algo técnicamente bien elaborado y que se puede mejorar con la experiencia diaria.

#### **4.3.3 Crear depósitos de conocimiento y facilitar su acceso**

El conocimiento en mantenimiento debe ser la próxima frontera o desafío de los jefes y directores de mantenimiento en las empresas.

Debido al avance en la tecnología de los equipos, las empresas requieren un mayor nivel de formación del personal técnico y directivo.

El vacío de conocimiento que existe en la función de mantenimiento se debe principalmente a las siguientes causas (ver anexos, figura 28):

- No existe una fuerte cultura de escribir y conservar el conocimiento
- No se ha apreciado que una avería puede ser una fuente de conocimiento y que se debe capitalizar esta experiencia mediante el registro de causas, fenómenos y acciones tomadas

- No se emplea la información para obtener conocimiento. Las estadísticas no son entendidas como herramientas de diagnóstico. Prevalece la experiencia y la habilidad técnica
- La dirección de la empresa no le da la importancia y no estimula el trabajo con datos
- Las técnicas de fiabilidad y mantenibilidad pueden tener algún grado de dificultad para el profesional de mantenimiento con poca práctica en estadística industrial

Estos problemas deben ser resueltos por los responsables de mantenimiento y en la mayoría de los casos se requiere una sensibilización sobre la necesidad de trabajar con datos y la importancia de estos. Es recomendable dentro de los programas de formación técnica incorporar acciones de formación orientadas a mejorar el nivel de conocimiento en estadística industrial de los técnicos de mantenimiento. Es posible que no se requieran conocimientos profundos matemáticos, ya que los tediosos cálculos se pueden realizar con programas especializados. Lo importante es poner en práctica los conceptos y que la toma de decisiones se haga con un fundamento de conocimiento existente en los datos.

#### **4.4 Beneficios por la implementación del mantenimiento productivo total**

Los beneficios que se pueden obtener con la implementación del TPM, se dividen en las tres áreas más importantes de la empresa, estas se describen a continuación:

##### **Organizativos**

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo

- Mejor control de las operaciones
- Incremento de la moral del empleado
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas
- Aprendizaje permanente
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal
- Redes de comunicación eficaces

### **Seguridad**

- Mejorar las condiciones ambientales
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas
- Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de cómo hacerlo
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes
- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución

### **Productividad**

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos
- Reducción de los costos de mantenimiento
- Mejora de la calidad del producto final
- Menor costo financiero por recambios
- Mejora de la tecnología de la empresa
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado



- Crear capacidades competitivas desde la fábrica

## **5. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MEJORAMIENTO CONTINUO**

### **5.3 Control de averías**

Para el control de las averías se utilizara como apoyo las siguientes técnicas.

### **5.3.1 Apoyo en el mantenimiento preventivo**

El cual consiste en dos actividades básicas; inspección periódica y restauración planeada del deterioro basadas en los resultados de inspecciones. También la rutina de mantenimiento diario se considera como mantenimiento preventivo.

Para tener un mejor control se establecieron listas de verificaciones de arranque para los equipos críticos así como controles de procesos de los mismos (ver anexos, figuras 29, 30, 31, 32, 33 y 34).

### **5.3.2 Apoyo en el mantenimiento predictivo**

Para esto, necesitaremos tener registros de cada equipo no importando si este es crítico o no, en dado caso que éste no existiera se debe de crear un expediente de verificación del equipo, así como también las observaciones de efectividad de los mismos, (este puede servir para establecer parámetros de operación), ver anexos (figura 35 y figura 24) respectivamente.

### **5.3.3 Métodos de diagnóstico de averías (herramientas de la calidad)**

Estos métodos de diagnósticos de averías los podemos observar en los anexos (figura 36), además en la figura 43 (anexos) se muestran algunos ejemplos de técnicas de calidad empleadas para el diagnóstico de averías, estos métodos los definiremos a continuación:

### 5.3.3.1 Nuevas ideas

- a. *Brainstorming*. Es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado, nos permite:
- Plantear los problemas existentes.
  - Plantear posibles causas
  - Plantear soluciones alternativas
  - ¿Cómo se aplica?
  - Se define el tema o problema
  - Se emiten ideas libremente (sin extraer conclusiones en esta etapa).
  - Se listan las ideas
  - Se analizan, evalúan y organizan las mismas
- b. Diagrama de afinidad. Es una herramienta que organiza un gran número de ideas en función de su afinidad, es decir, de las relaciones que existen entre ellas.

### 5.3.3.2 Análisis de procesos

- a. Análisis de costos de no calidad. Es una herramienta que sirve como medio para estudiar el proceso e identificar problemas. Este análisis ayuda a inspeccionar con espíritu crítico los pasos de un proceso a fin de encontrar puntos de mejora. El costo de calidad es aquel ocasionado por un proceso realizado con baja calidad. Surge de no haber

realizado todo en forma correcta desde el primer momento. Por ejemplo. retrabajos, repetición de análisis, desechos, etc.

- b. Análisis crítico de la calidad. Es una herramienta que sirve como medio para evaluar las diferentes etapas del proceso. Estudia los ingresos y egresos y determina las etapas de mayor influencia.
- c. Diagrama de flujo. Es una descripción de las distintas etapas del proceso ordenadas secuencialmente. Puede mostrar el flujo de materiales, acciones o servicios entrando y saliendo del proceso, las decisiones a tomar y el recurso humano necesario. Permite tener una visión y comprensión global del proceso, ver como se vinculan las distintas etapas, descubrir fallas presentes o evitar fallas futuras.

### **5.3.3.3 Análisis de causas**

- a. Diagrama de Pareto. El diagrama de Pareto es un gráfico de barras. La longitud de cada barra representa la frecuencia de ocurrencia o el costo. Este gráfico permite visualizar rápidamente las causas de mayor influencia. Se llama así porque responde a una regla enunciada por Wilfredo Pareto, que dice: "El 80% de los problemas que se presentan provienen de sólo un 20% de las causas".  
Se utiliza para seleccionar el problema a tratar, decidir cual es la mejor solución ante un problema e identificar las oportunidades de mejora.

#### **¿Cómo se usa?**

- Definimos cuales son las categorías a utilizar
- Definimos el período de tiempo a evaluar

- Definimos cual va a ser la unidad de medida (frecuencia, porcentaje, costo, tiempo, cantidad, etc)
  - Recolecto los datos
  - Construimos el gráfico
  - Se puede graficar también el porcentaje acumulado (opcional)
- b. Diagrama de árbol. El diagrama de árbol ayuda a identificar causas primarias y secundarias de un problema, identificar soluciones y asignar prioridades. Se utiliza generalmente cuando el objetivo es muy amplio y vago. Va de lo general a lo específico.

#### **¿Cómo se usa?**

- Definimos el problema (Tronco del árbol)
- Identificamos las causas del problema mediante la pregunta ¿Por qué sucede?
- Continuamos identificando causas secundarias
- Ponderamos la importancia de cada rama (Porcentaje) y asignarles prioridad
- Identificamos soluciones mediante la pregunta ¿Cómo debemos hacerlo?
- Implementamos soluciones de acuerdo a las prioridades que surgen de la ponderación

#### **5.3.3.4Planeamiento**

Muchas de las herramientas utilizadas para análisis de procesos también pueden se utilizadas para planeamiento por ejemplo:

- Diagrama de árbol

- Diagrama de flujo

### 5.3.3.5 Evaluación

- a. Matriz de decisión. La matriz de decisión sirve para evaluar y priorizar una lista de opciones. El grupo elabora una lista de criterios y luego evalúa cada opción contra este criterio. Esta herramienta se utiliza cuando se posee una gran cantidad de opciones las cuales deben reducirse, para priorizar cuando existe una gran lista de problemas, cuando se tiene una gran lista de soluciones potenciales o después de un *brainstorming* para reducir el número de opciones a una lista manejable.

**¿Cómo se usa?** Realizamos un *brainstorming* para definir el criterio de evaluación. Puede ser de gran ayuda incluir opiniones de clientes para definir dichos criterios. Los criterios generalmente utilizados son, efectividad, factibilidad, capacidad, costo, tiempo requerido.

- b. *Multivoting*. Se utiliza a fin de reducir una lista y evaluar cuales son las ideas más importantes. Se prefiere frente al voto directo.

#### **¿Cómo se usa?**

- Tomamos la lista obtenida del *brainstorming* y combinamos aquellas ideas que puedan ir juntas
- Se numeran todos los *ítems*
- Se definen cuantos *ítems* votará cada integrante (debe ser por lo menos 1/3 del total)
- Cada integrante escribe los *ítems* seleccionados
- Contamos los votos
- Eliminamos los *ítems* con menor número de votos

- Repetimos los pasos anteriores con la lista reducida hasta que llegamos a una lista donde todos los ítems tengan el mismo peso
- Con la lista final se discute grupalmente hasta llegar a una decisión

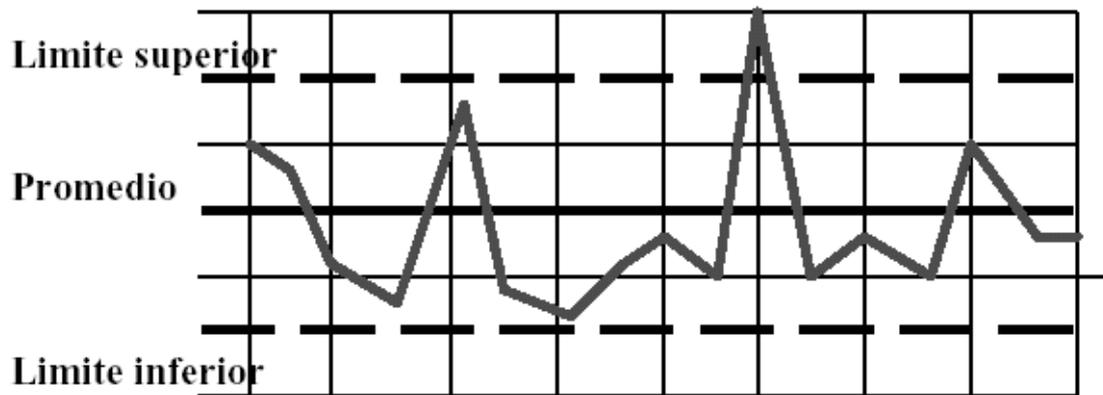
### 5.3.3.6 Recolección de datos

- a. Gráficos de control. Son gráficos utilizados para analizar las variaciones existentes en un proceso comparando los datos actuales con los históricos. Se utiliza cuando:
- Se desea predecir tendencias en un proceso
  - Para determinar si un proceso es estable o no
  - Para analizar variables y su influencia sobre el proceso
  - Para prevenir problemas específicos, implementar cambios y proyectos nuevos
  - Cuando el proceso requiera ir tomando decisiones para mantenerlo dentro de los límites (ya que esta herramienta permite detectar tendencias), este lo podemos ver en la figura 18

#### ¿Cómo se usa?

- Determinamos el momento correcto para la toma de datos, la frecuencia, cantidad y unidades de medición
- Debemos seguir el procedimiento especificado para la toma de datos y analizar los mismos
- Cuando se detecte un punto fuera de control, se debe investigar la causa. Debemos incluir en el gráfico cual fue la causa y la acción tomada
- Debemos definir el valor promedio y los límites superior e inferior.

#### Figura 18. Diseño de un gráfico de control



Fuente: Instituto Internacional TPM

b. Histogramas. Es un gráfico de barras que muestra la distribución de una serie de datos. Se utiliza para:

- Analizar rápidamente si un proceso puede cumplir con los requerimientos de un cliente
- Para analizar cambios en el proceso de un período a otro
- Para detectar si las variables del proceso se comportaron uniformemente

## 5.4 Monitoreo para retroalimentación

### 5.4.1 Evaluación al personal

Otro paso de gran importancia es el diseño de la evaluación del personal, que constituye parte integral del desarrollo de un programa. Aunque la evaluación es un proceso continuo para el mejoramiento, se señalan tres momentos de evaluación:



**PDF**  
Complete

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

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

- Al principio del programa
- Al final del programa
- Después del seguimiento

La evaluación puede ofrecer índices cualitativos y cuantitativos. En todo caso, las pruebas, deben ofrecer al menos tres características:

- Validez, es medir lo que se pretende
- Confiabilidad, esta arroja resultados similares a dos o tres aplicaciones.
- Objetividad, es la aplicación por personas sin influir el criterio personal

La evaluación no debe referirse solamente a medir la asimilación e integración por parte de quien se capacita sino que debe servir para mejorar el programa, el método empleado, las ayudas utilizadas, el sistema de planeación, el instructor. Es de gran importancia la evaluación del programa en sí para determinar las desviaciones, logros, posibles mejoras, etc.

La forma de instrucción contempla la metodología general a usarse en el desarrollo del programa y está íntimamente relacionado con el o los procedimientos de instrucción a utilizarse; casos, discusión de problemas, proyectos, juegos de papel o bien una nueva forma. La técnica de instrucción esta muy influida por lo predominante a conseguir, en nuestro caso deseamos incrementar los conocimientos, desarrollar habilidades de mantenimiento y desarrollar actitudes. También la metodología de instrucción se relaciona mucho con el esquema de capacitación escogido del cual hablaremos a continuación.

#### 5.4.2 Capacitación continua al personal

La especificación del contenido de la capacitación requiere un análisis de las operaciones necesarias para alcanzar los objetivos de la empresa. Puede conocerse los objetivos en los operadores al entrevistarlos y por observación directa del flujo de trabajo y la sucesión de operaciones.

El centro del estudio entero es poder expresar las conductas de trabajo deseadas en términos operacionales; la especificación de las conductas debe incluir las acciones y deberes concretos que han de realizarse, y estas especificaciones conductuales constituyen las conductas terminales que serán desarrolladas por medio de la capacitación.

La importancia de este paso es vital en la mantención del TPM, por que depende del análisis total de los objetivos que busca el TPM y las actividades de la empresa producirán instrumentos que se usarán para determinar las necesidades de capacitación específicas. El solo hecho de que un trabajador no esté satisfaciendo todos los requisitos en la ejecución de su puesto no asegura que la capacitación es la única respuesta.

En este caso, nuestro esquema de capacitación es por medio de cursos, proyectos, capacitaciones en el desempeño del trabajo, seminarios con planes de aplicación inmediata e investigaciones. A medida que se vayan preparando sesión a sesión se irán presentando elementos audio visuales, al final de la implementación del programa de capacitación, se creara un manual de capacitación, el cual debe tener por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes e introducción
- Objetivos y metodología



**PDF Complete**

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

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

- Programa
- Evaluación inicial
- Sesiones, materiales, seminarios, proyectos, ayudas didácticas
- Formas de citación e inscripción
- Nombre de instructores y recomendaciones
- Evaluación final
- Seguimiento
- Presupuesto

Además, si deseamos tener una buena efectividad de los equipos, será conveniente disponer de algún exceso en la dotación y capacitar operarios polivalentes de modo de que los mismos puedan ser empleados tanto en producción como en mantenimiento.

Asimismo, es bastante común que se estructure una división de la dotación según especialidades, por ejemplo, mecánica, electricidad, electrónica, instalaciones, civil, etc. Por otra parte, dependiendo de la configuración que se maneje o que se quiera manejar, puede existir un único taller de mantenimiento o bien, un taller central en el cual reside la parte más importante del servicio, y talleres zonales que se encargan de tareas más sencillas o rutinarias.

En todos los casos, el apoyo administrativo es un requisito valioso de modo que la gran cantidad de datos del sistema permita una búsqueda e información eficientes. La documentación técnica correspondiente a los distintos bienes, debe facilitar las tareas de mantenimiento y encontrarse perfectamente archivada y actualizada con las eventuales reformas o modificaciones que se le pudieran haber introducido.

También se debe contar con archivos de las actividades de capacitación tanto en mantenimiento, como en producción, así como la frecuencia, tiempo



**PDF**  
Complete

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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

estándar o predeterminado para su ejecución, método de la actividad, normas, criterios y materiales a emplear, herramientas e instrumentos, especialidades (dotación necesarias).

El control de avances de estas tareas, previamente planificadas las podemos llevar en base a la figura 44 (ver anexos).



**PDF**  
Complete

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

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



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

## CONCLUSIONES

1. El mantenimiento de maquinaria y equipo, es trascendental para la producción y los costos, los principios y prácticas utilizados y probados en producción, estas prácticas a menudo no han sido extendidos al mantenimiento, talvez por la razón de que éste no es tan repetitivo, por lo cual resulta fácil llevar a cabo mantenimientos de rutina o periódicos y algunas reparaciones sencillas, pero por otro lado, no así las prevenciones de las fallas o averías imprevistas y accidentales, debidas al uso y desgaste normal de los equipos.
2. Se encontraron deficiencias en el sistema actual de mantenimiento, pero, las más relevantes fueron, que el mantenimiento debe pasar de ser una función de apoyo a una función estratégica y sus metas deben figurar en el cuadro de los propósitos de la empresa. El cumplimiento de esas metas de mantenimiento, requiere de la implementación de una efectiva administración del programa de mantenimiento.
3. TPM, involucra el significado "total", enfatizando nuevas formas de pensamiento, comunicación y trabajo, promueve el conocimiento, información e innovación.
4. Se ha visto y probado que el trabajador se adapta y conforma con estos nuevos sistemas y filosofías, pero se ha determinado que el cuello de botella y la mayor resistencia que existe al cambio, sigue estando en la parte superior (en la alta gerencia), donde los primeros esfuerzos deben ser aplicados.

5. El diagnóstico actual del mantenimiento en la línea de producción se estableció mostrando las condiciones actuales de los equipos, las efectividades de los mismos, así como la eficiencia de toda la línea, todo esto nos permite establecer, que existe gran necesidad de mejorar el mantenimiento actual, puesto que no se puede esperar el cumplimiento de filosofías modernas de producción, si no se cuenta con la disponibilidad y un buen desempeño de toda la maquinaria y equipo.
6. Las estimaciones de beneficio – costo por la implementación del TPM, están en una relación en el primer año de 0.7, en el segundo año 0.9, en el tercer año 1.2 y en el cuarto año 1.5.
7. La mayor cantidad de pérdidas en la línea de producción son por prácticas de mantenimiento correctivo (fallos de las máquinas en operación), algunas otras, son por problemas ocultos, como falta de lubricación, limpieza y atornillaje.
8. El abundar en una filosofía como el TPM, será recompensado en términos de claridad y rapidez para mejorar el desempeño, puesto que, tanto el TPM como otras filosofías como el JIT y TQC son factores fundamentales en la calidad y productividad de clase mundial.



**PDF**  
Complete

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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

## RECOMENDACIONES

1. Que la dirección de la empresa involucre inversión en programas de mantenimiento, el cual requiere un convencimiento racional y económico, que no es fácil de lograr.
2. Se deben eliminar los antagonismos entre obreros y patronos para trabajar en común acuerdo, ofrecer mayor capacitación en todos los niveles y estimular la incorporación de nuevas tecnologías, dado que, es necesario el apoyo rotundo de la gerencia en esta nueva filosofía para lograr mejoramiento, tanto en la productividad como en la calidad de los productos.
3. Para la implementación del TPM, es necesario que exista una persona encargada de velar por que se cumplan todas las actividades que se describen en el plan maestro, previo a esto, se recomienda una inducción o capacitación a todo el personal de la planta, desde la gerencia, hasta los operadores sobre esta metodología.
4. Se debe tratar de obtener todos los manuales de los equipos, máquinas y/o periféricos, para establecer un mejor programa de mantenimiento preventivo y predictivo, en los cuales se apoya el TPM.



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

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

5. Al finalizar la implementación del TPM en la línea de producción, se recomienda dar el siguiente paso, el cual consiste en la implementación de esta filosofía en toda la planta de producción, para lo cual, es necesario que se adapte a las demás líneas o áreas de trabajo, el plan maestro de implementación del TPM que se realizó para la línea número dos, el cual se encuentra en los anexos (figura 25).



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

## BIBLIOGRAFÍA

1. Hartman Edward, **Como instalar con éxito el TPM en su empresa**, U. S. A.: editorial McGrawhill, 1994, pp. 1-120.
2. Urrea, Alejandro. **El mantenimiento productivo total (TPM), como instrumento para reactivar la productividad de la empresa**. Guatemala: tesis: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995, pp. 1-144.
3. Thomas Jackson, **Corporate Diagnosis: setting the global Standard for excellence**, Productivity Press. 1997.
4. R. Suzuki, **TPM en industrias de proceso**. Productivity Press. 1996.
5. Schroeder, R., Bates, K., Juntilla, M., 2002. **A resource-based view of manufacturing strategy and relationship to manufacturing performance**. Strategic Management Journal Vol 23, pp. 105-117.
6. [www.monografias.com](http://www.monografias.com)



**PDF**  
Complete

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

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



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado  
de aceite Ideal

## ANEXOS

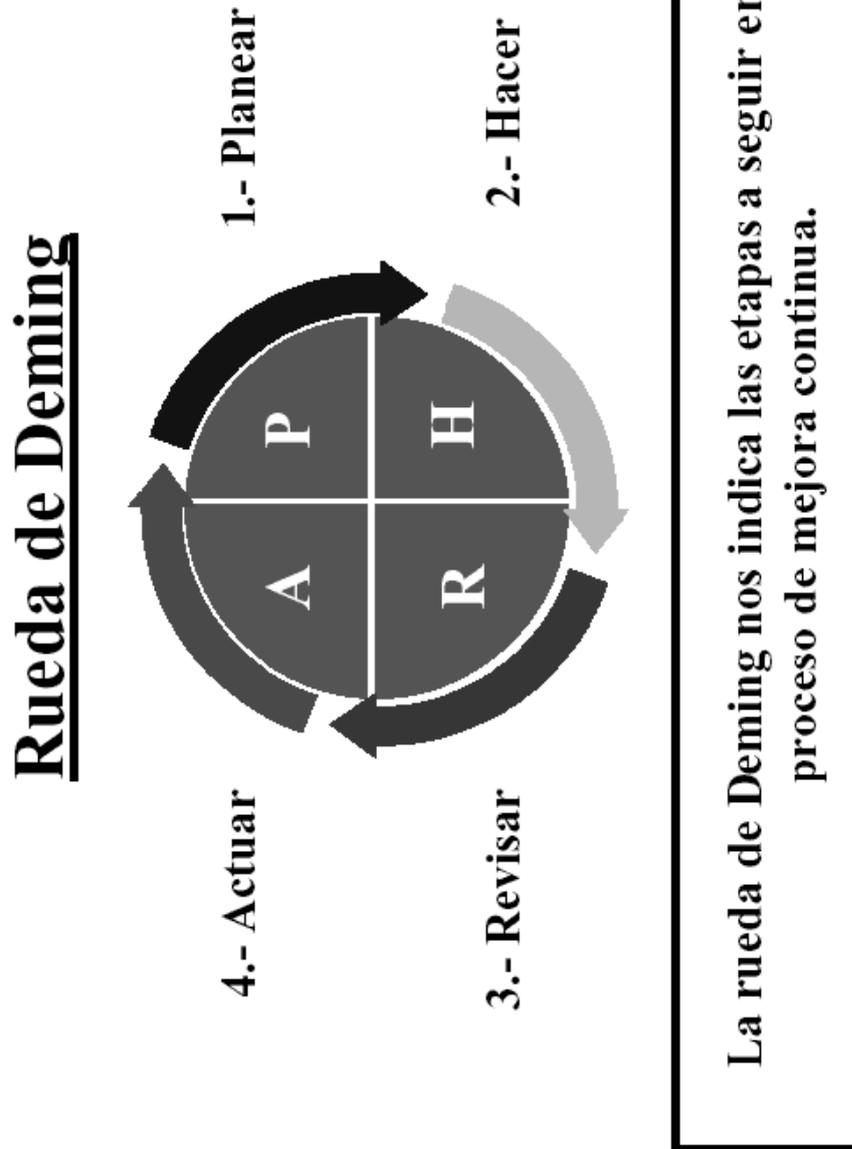


**PDF**  
Complete

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

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

Figura 19. Rueda o ciclo de Deming



Continuación

## Rueda de Deming

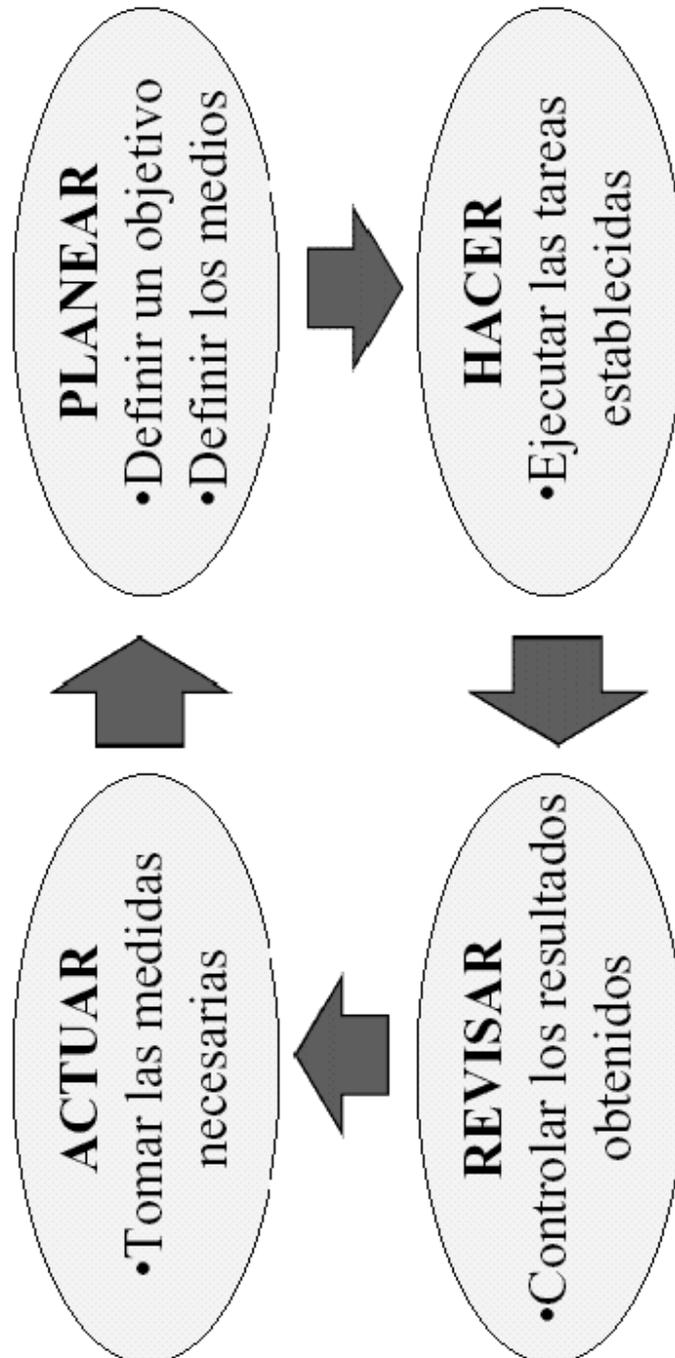






Figura 21. Hoja de inspección de auditoría visual

DEPARTAMENTO: ENVASADO DE ACEITE		MES EVALUADO: JUNIO					
HOMBRE DEL AUDITOR: ESAU ESTEBAN GIRON		FECHA: 16/06/2003					
3S + 1		RANGO DE EVALUACIÓN					
PUNTOS A EVALUAR		10	8				
		6	4				
		N/A	PRO				
ORGANIZACIÓN	1	¿Existe cartelera de información?					
	2	¿Están los pasillos y áreas de trabajo bien definidas?	X				
	3	¿Están las mangueras y cables debidamente enrolladas?		X			
ORDEN	4	¿Están los insumos debidamente ordenados?		X			
	5	¿El personal esta vestidos de acuerdo a las normas?		X			
	6	¿Están las áreas de trabajo libre de enseres personales?	X				
	7	¿El personal evita comer en las áreas de trabajo, se encontraron evidencias de comida?		X			
	8	¿El personal evita las conversaciones privadas durante las horas de trabajo?		X			
	9	¿Se han asignado las responsabilidades de limpieza?		X			
	10	¿Se encuentra el área de trabajo libre de artículos y equipo innecesario?	X				
	11	¿Están las áreas de trabajo ordenadas?		X			
	12	¿Está todo sujeto y asegurado en su lugar?		X			
	13	¿Están ordenados los anaqueles, mesas e implementos de limpieza?	X				
LIMPIEZA	14	¿Se encuentra el personal con la ropa limpia y pulcra?		X			
	15	¿Está el área libre de desperdicios y polvo?		X			
	16	¿Las paredes están bien pintadas, sin grietas ni lastimadas?		X			
	17	¿Los lavamanos y sanitarios funcionan, están limpios y cuentan con jabón para aseo?		X			
	18	¿Está limpia toda la maquinaria y equipo?		X			
	19	¿Está limpio el piso?		X			
	20	¿Están los basureros limpios?		X			
	21	¿El personal evita portar joyas, pintura facial, pinlura de uñas, curitas, vendas en mal estados, etc.?		X			
	22	¿Están limpios los desagües?		X			
	23	¿Porta todo el personal del área su uniforme y equipo de protección personal?		X			
SEGURIDAD	24	¿Hay botiquín debidamente identificado, fácilmente accesible y completo?			X		
	25	¿Está el equipo contra incendio visible y accesible?			X		
	26	¿Hay equipo de protección personal disponible para visitantes?			X		
	27	¿Están todos los paneles eléctricos cerrados y bloqueados?			X		
	28	¿Están las instalaciones eléctricas en buen estado?			X		
	29	¿Si hay algún equipo en reparación, ¿Está este bloqueado e identificado?			X		
	30	¿Es correcta la iluminación de las áreas de trabajo?			X		
	31	¿Es correcta la temperatura, y ventilación de las áreas de trabajo?			X		
	32	¿Existen fugas de vapor, agua o aire comprimido?			X		
	EVALUACIÓN	TODO BIEN	10				
1 o 2 PROBLEMAS		8					
3 o 4 PROBLEMAS		6					
5 o MAS PROBLEMAS		4					
CALIFICACIÓN: Promedio de los promedios de cada categoría (x 10)		67.5		GRAN TOTAL			

Fuente: Investigación de campo

**Figura 22. Hoja de información de equipos**

Descripción del equipo: _____	
Código del equipo: _____	
Fecha: _____	Evaluado por: _____

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios:	

2. Capacidad	
Comentarios:	

3. Condición general	Calificación
Apariencia / Limpieza:	
Facilidad de operación:	
Seguridad / Ambiente:	
Comentarios:	
<b>TOTAL</b>	

**Figura 23. Capacidades máximas y velocidad de operación línea número dos**

**ENVASADO DE ACEITE LINEA No. 2**

MÁQUINA	PRESENTACIÓN	CAPACIDAD MAX.	VELOCIDAD DE OPERACIÓN
ORDENADORA DE ENVASES NEW ENGLAND	1.500 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	8100 envases por hora	6,500 envases por hora
	1.00 Lts. Ideal Guat./EXP y Patrona	12000 envases por hora	8,500 envases por hora
	0.750 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	14 112 envases por hora	9,250 envases por hora
	0.635 Lts. Ideal Guate y Export.	14 112 envases por hora	9,500 envases por hora
LLENADORA DE ENVASES ELF	1.500 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	8100 envases por hora	4,250 envases por hora
	1.00 Lts. Ideal GTM/EXP y Patrona	10050 envases por hora	7,500 envases Por hora
	0.750 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	14 112 envases por hora	7,800 envases por hora
	0.635 Lts. Ideal Guate y Export.	14 112 envases por hora	7,800 envases por hora
TAPONADORA DE ENVASES ELF	1.500 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	8100 envases por hora	Esta trabaja de acuerdo a la velocidad de la
	1.00 Lts. Ideal GTM/EXP y Patrona	10050 envases por hora	llenadora de envases con el único inconveni-
	0.750 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	14 112 envases por hora	ente que esta no se podría quedar sin tapa
	0.635 Lts. Ideal Guate y Export.	14 112 envases por hora	Y tener sus optimas condiciones (Fajas, Cojinetes,etc.
ETIQUETADORA DE ENVASES ANKER	1.500 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	9960 envases por hora	5,500 envases por hora
	1.00 Lts. Ideal GTM/EXP y Patrona	9960 envases por hora	7,500 envases Por hora
	0.750 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	12000 envases por hora	9,500 envases Por hora
	0.635 Lts. Ideal Guate y Export.	12000 envases por hora	10,000 envases por hora
ARMADORA DE CAJAS Y SELLADORA	1.500 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	900 cajas por hora	600 cajas por hora
	1.00 Lts. Ideal GTM/EXP y Patrona	900 cajas por hora	600 cajas por hora
	0.750 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	900 cajas por hora	600 cajas por hora
	0.635 Lts. Ideal Guate y Export.	900 cajas por hora	600 cajas por hora
ENCAJONADORA DE ENVASES	1.500 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	450 cajas por hora	330 cajas Por hora
	1.00 Lts. Ideal GTM/EXP y Patrona	600 cajas por hora	420 cajas Por hora
	0.750 Lts. Ideal Cocinero y Dorado	400 cajas por hora	300 cajas por hora
	0.635 Lts. Ideal Guate y Export.	400 cajas por hora	300 cajas por hora

Fuente: Investigación de campo

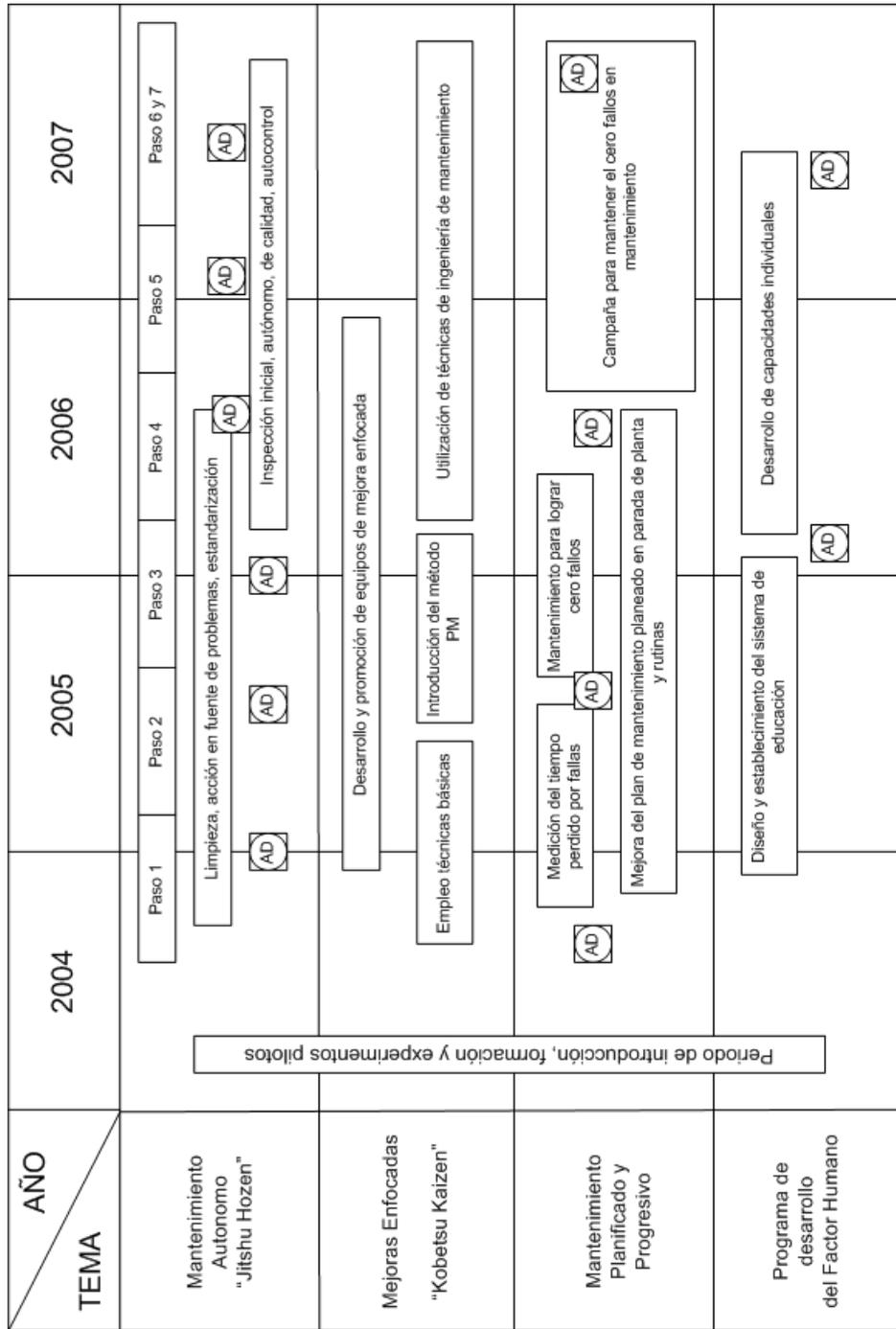
**Figura 24. Observaciones de efectividad para los equipos**

Línea: _____	Producto: _____
Fecha: _____	Observador: _____
Equipo: _____	Hora Inicio: _____
Velocidad real: _____	Hora Final: _____
Turno: _____	

HORA	Causa	Velocidad	Tiempo (min.)
7:00 AM			
7:30 AM			
8:00 AM			
8:30 AM			
9:00 AM			
9:30 AM			
10:00 AM			
10:30 AM			
11:00 AM			
11:30 AM			
12:00 PM			
12:30 PM			
1:00 PM			
1:30 PM			
2:00 PM			
2:30 PM			
3:00 PM			
3:30 PM			
4:00 PM			
4:30 PM			
5:00 PM			
5:30 PM			
6:00 PM			
6:30 PM			
7:00 PM			

Fuente: Investigación de campo

Figura 25. Plan maestro de desarrollo del TPM



AD = AUDITORIAS DE LA DIRECCION

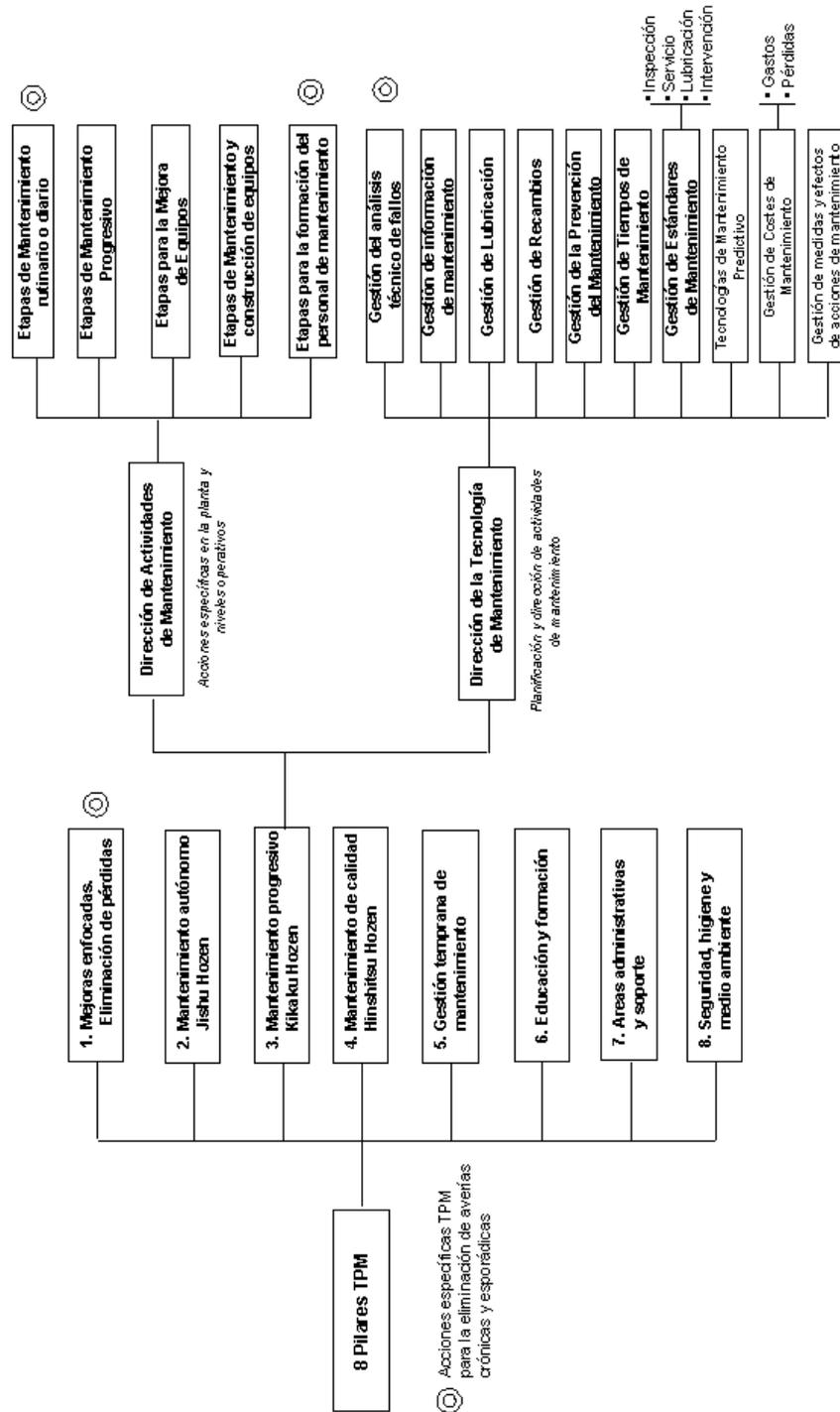
Fuente: Investigación de campo

**Figura 26. Listado para la detección de inconvenientes**

Inconvenientes	Detalle del inconveniente
1. Fallas pequeñas	
1.1 por suciedad	<b>Polvo, basura, aceite, óxido, manchas</b>
1.2 por trepidación	<b>Corrosión, desgaste, deformación, etc.</b>
1.3 por anomalía	<b>Ruido anormal, calentamiento, vibración, olor extraño, alteración del color, presión, corriente</b>
1.4 por adherencia	<b>Obstrucción, fijación, acumulación, despegado, problemas en el movimiento</b>
1.5 por daño	<b>Ralladura, aplastado, deformación alta</b>
2. Condiciones básicas	
2.1 de lubricación	<b>Falta de aceite, aceite sucio, no se conoce el tipo de aceite, aceite inapropiado</b>
2.2 de suministro de lubricante	<b>Daños por deformación de la boquilla, tapada debido al mugre,</b>
2.3 medidor de nivel	<b>Suciedad, daños, no posee indicador, no se aprecia la marca de mínimos y máximos</b>
2.4 ajustes y aprietes tapa de sitio de suministro	<b>Mala colocación de tapa, excesivo apriete, corrosión, falta arandela, desgaste</b>
3. Lugar difícil de acceder	
3.1 para limpieza	<b>Estructura de la máquina, protecciones, posiciones, espacio</b>
3.2 para inspección	<b>Estructura, posicionamiento, ubicación de aparatos de medida, falta de indicaciones adecuadas</b>
3.3 para lubricación	<b>Posición de la boca de lubricación, altura, orificio de salida de aceite descartado, espacio</b>
3.4 para apriete de tuercas y otros	<b>Protecciones, tamaño, apoyo, espacio</b>
3.5 para operación	<b>Posición de la máquina, controles, válvulas, interruptores</b>
3.6 para regulación	<b>Mal ubicado el manómetro, medidor sin escalas y tolerancias permitidas, no se marcan condiciones críticas y de seguridad en los instrumentos</b>

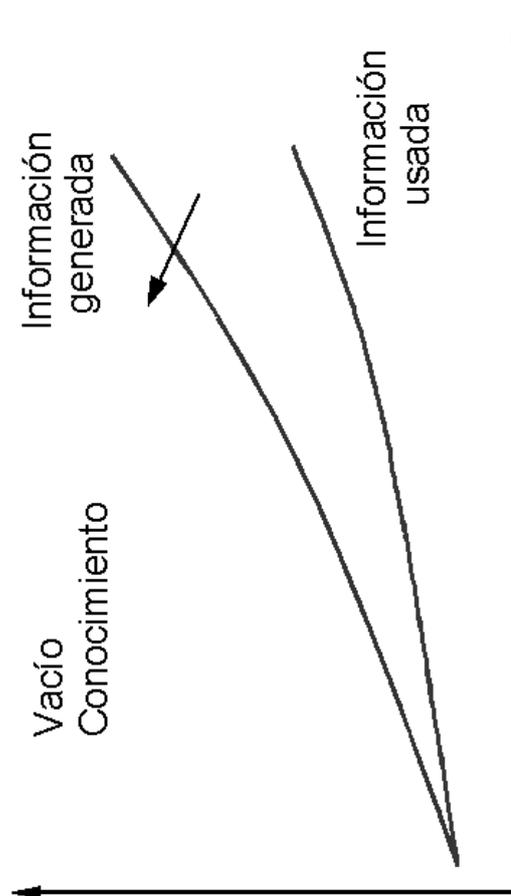
**Fuente: Instituto Internacional TPM**

Figura 27. Estrategias para transformar el mantenimiento industrial



Fuente: Instituto Internacional TPM

Figura 28. Empleo del conocimiento en mantenimiento



Fuente: Instituto Internacional TPM

Figura 29. Formulario de control de proceso de la llenadora ELF

**GRÁFICO DE CONTROL DE LLENADO ENVASADO DE ACEITE**

Fecha: \_\_\_\_\_

Presentación: \_\_\_\_\_

Turno: \_\_\_\_\_

Peso Estándar: \_\_\_\_\_

	NITRÓGENO																			
	PESO																			
	IMPUREZAS																			

	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10												
	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00

LCS = Límite de Control Superior

Temperatura Tanque B

Temperatura Tanque A

NITRÓGENO:  N = Nada  B = Bajo  A = Alto

IMPUREZAS:  P = Positivas  N = Negativas

Operador: \_\_\_\_\_

LCS = Límite de Control Superior

LCI = Límite de Control Inferior

Observaciones: \_\_\_\_\_

Fuente: Investigación de campo

**Figura 30. Formulario de control de proceso etiquetadora**

**ALIMENTOS IDEAL, S. A.**

CONTROL DE PROCESO ETIQUETADORA - VIDEO JET

FECHA: \_\_\_\_\_ PRESENTACIÓN: \_\_\_\_\_

FECHA DE VENCIMIENTO: \_\_\_\_\_ CÓDIGO PRODUCCIÓN: \_\_\_\_\_

TURNO: \_\_\_\_\_ OPERADOR RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

HORA DE LECTURA	CODIFICACIÓN CORRECTA	IMPRESIÓN LEGIBLE DE CÓDIGO EN ENVASE	PEGADO CORRECTO DE ETIQUETAS	CALIDAD DE ADHESIVO	ENVASE LIBRE DE EXCESO DE ADHESIVO
7:00					
7:30					
8:00					
8:30					
9:00					
9:30					
10:00					
10:30					
11:00					
11:30					
12:00					
12:30					
1:00					
1:30					
2:00					
2:30					
3:00					
3:30					
4:00					
4:30					
5:00					
5:30					
6:00					
6:30					
7:00					

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Fuente: Investigación de campo**

**Figura 31. Lista de verificación de arranque de llenadora ELF**

**IDEALSA**

**ENVASADO DE ACEITE**

**LISTA DE VERIFICACIÓN DE ARRANQUE DE LLENADORAS**

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora de inicio \_\_\_\_\_

Línea de Envasado

Turno de Trabajo

	SI	NO	OBSERVACIONES
1. El aceite del tanque pulmón, está autorizado para ser envasado por Control de Calidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. Es Correcto el funcionamiento del equipo generador de Nitrógeno (No muestra ninguna alarma).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. Es correcto el funcionamiento del compresor de amoniaco. La temperatura del agua de enfriamiento en el tanque de salmuera está a -5° C. (máx).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. Están correctas las medidas, distancias y aditamentos de la presentación a trabajar (ajustar si es necesario).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. Están drenados los tanques de las llenadoras antes de iniciar la operación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. Es normal la adición de nitrógeno al aceite, el aceite está saturado de Nitrógeno.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7. El aceite está libre de impurezas o sustancias extrañas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8. El nivel de producto, y peso neto están dentro de lo establecido.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
9. Está la temperatura de llenado del aceite dentro del límite establecido (14 – 16 °C).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
11. El seteo de la máquina está permitiendo que no hayan derrames de aceite por altos niveles.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
12. Se tiene preparado el gráfico de control.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
13. El Operador está cumpliendo con lo requerido por BPM.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Operador responsable _____			

Fuente: Investigación de campo

**Figura 32. Lista de verificación de arranque de etiquetadora**

**IDEALSA**  
**ENVASADO DE ACEITE**

**LISTA DE VERIFICACIÓN DE ARRANQUE  
ETIQUETADORA Y VIDEO-JET**

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora de inicio \_\_\_\_\_

Línea de Envasado  Turno de Trabajo

	SI	NO	OBSERVACIONES
<b>ETIQUETADORA</b>			
1. La etiqueta y contra etiqueta es la correspondiente a la presentación a trabajar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. Las medidas, distancias, aditamentos y estaciones, son las correspondientes a la presentación a trabajar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. La etiqueta y contra etiqueta esta correctamente colocada en el envase, (ajustar aditamentos si es necesario).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. La etiqueta y contra etiqueta está llegando correctamente colocada en el envase al llegar a la encajonadora.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. La calidad de la etiqueta en cuanto a humedad, y grosor Está dentro de lo permisible para operar sin problemas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. La funcionalidad del pegamento está dentro de los límite permisible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7. La impresión de la etiqueta es la correcta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8. La cantidad de adhesivo impregnado en la etiqueta es la necesaria.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
9. Se solicitó al supervisor el check listde control de proceso previo al arranque de la máquina.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>VIDEO JET</b>			
1. Se encendió el equipo antes de que pase el primer envase.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. La codificación del producto es la correcta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. Esta correcta la impresión del código en el envase.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. El Operador está cumpliendo con lo requerido por BPM.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Operador responsable _____			

**Fuente: Investigación de campo**

**Figura 33. Control diario de producción de envasado de aceite**

**REPORTE DIARIO  
PRODUCCIÓN DE ENVASADO DE ACEITE**

Fecha: \_\_\_\_\_ Operador: \_\_\_\_\_

Velocidad Teórica: \_\_\_\_\_ Cj/hora

Turno: \_\_\_\_\_

Tiempo Programado \_\_\_\_\_

Código del Producto: \_\_\_\_\_

<i>Hora</i> <i>AM</i> _____ <i>PM</i> _____	<i>Producción</i> <i>Por Hora</i> <i>Cajas</i>	<i>Producción</i> <i>Acumulada</i> <i>Cajas</i>	<i>Tiempo</i> <i>Perdido</i> <i>Minutos</i>	<i>Causas</i>
07:00 a 08:00				
08:00 a 09:00				
09:00 a 10:00				
10:00 a 11:00				
11:00 a 12:00				
12:00: a 01:00				
01:00 a 02:00				
02:00 a 03:00				
03:00 a 04:00				
04:00 a 05:00				
05:00 a 06:00				
06:00 a 07:00				

Tiempo Imputable al Salón: \_\_\_\_\_

Tiempo no imputable al Salón: \_\_\_\_\_

Eficiencia Real =  $\frac{\# \text{ de Unidades Entregadas a Bodega} \times 100}{\text{Velocidad Teórica} \times \text{Hrs. Totales Programadas}}$

Eficiencia Operativa =  $\frac{\# \text{ de Unidades Entregadas a Bodega} \times 100}{\text{Velocidad Teórica} \times \text{Hrs. Reales de Trabajo}}$

**RENDIMIENTO DE PRODUCTO Y MATERIALES**

<b>Código</b>	<b>Producto</b>	<b>Inicio</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Final</b>	<b>Consumo</b>	<b>Deterioro</b>	<b>Final</b>
	Aceite						
	Corrugado						
	Envase						
	Tapa						
	Etiqueta						
	Contra Etiqueta						
	Adhesivo p/etiqueta						
	Adhesivo Hot melt						

**Fuente: Investigación de campo**

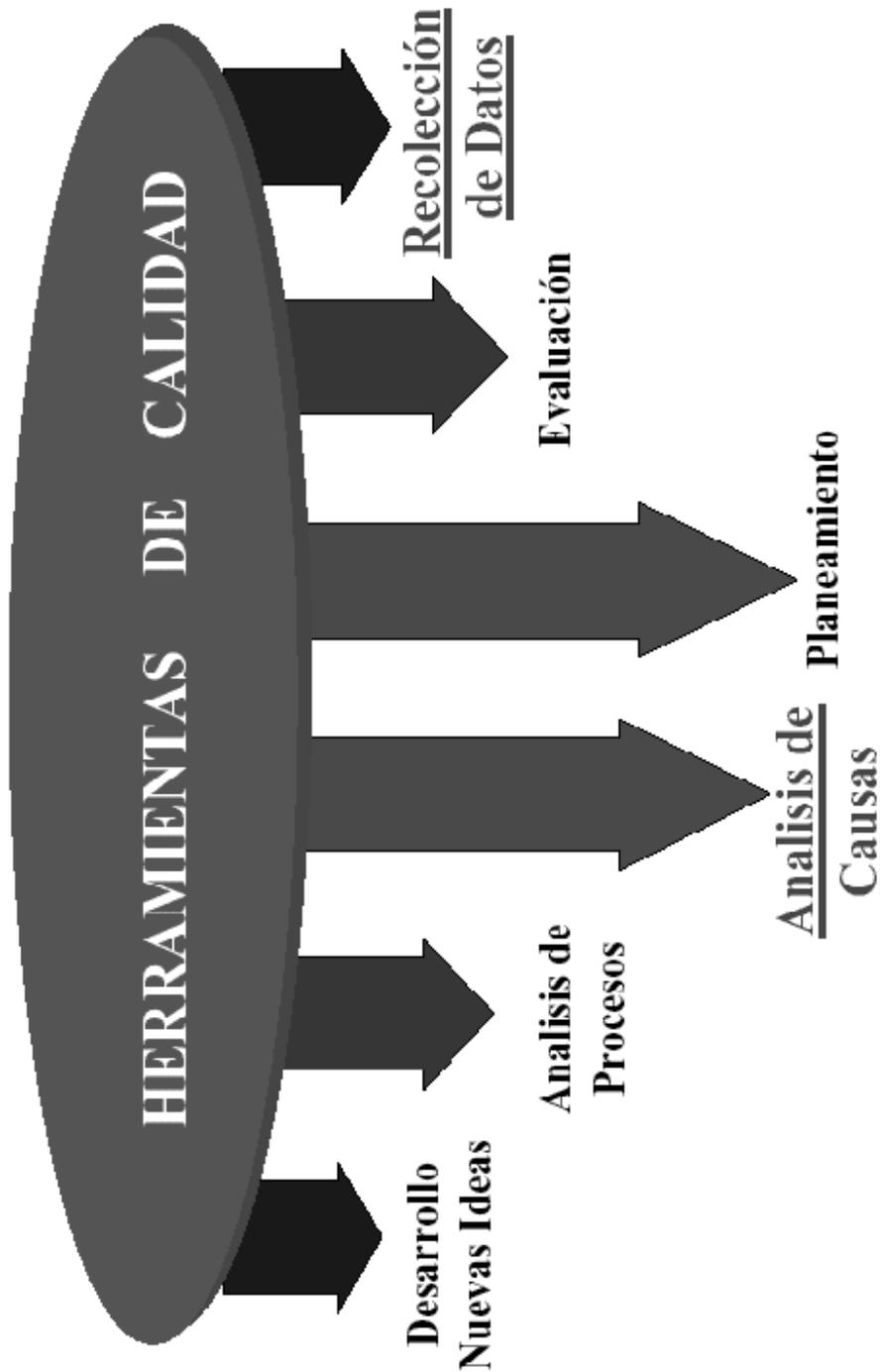
**Figura 34. Formulario para registro de equipos**

<b>IDÉALSA</b>		
<b>REGISTRO DE EQUIPO</b>		
Nombre: _____	Código: _____	
Marca: _____	Modelo: _____	
Ubicación: _____	Serie: _____	
Proveedor: _____	Dirección: _____	
Rep. local: _____	Dirección: _____	
Contacto: _____	Dirección: _____	
Fecha de fabricación: _____	Fecha de instalación: _____	
<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</b>	<b>CARACTERISTICAS DE TRABAJO</b>	<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>
HP: _____	Caudal: _____	Volumen total: _____
Amperaje: _____	Vacío /Presión: _____	Diámetro: _____
Hz: _____	Capacidad de diseño: _____	Altura: _____
Voltaje: _____	Velocidad lineal: _____	Tabla de calibración: _____
Fases: _____	Diámetro de entrada: _____	
Consumo KW: _____	Diámetro de salida: _____	
	RPM: _____	
	Relación velocidad: _____	
	Torque: _____	
Tiene Manual: _____		
Observaciones: _____		

Fuente: Investigación de campo



Figura 36. Herramientas de calidad



Fuente: [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

Figura 37. Eficiencia en la línea No. 2 de envasado de aceite ideal / Julio

Presentación	CAJAS		HORAS		GRUPO 2A		GRUPO 2B		CJS TOT	HRS TOT
	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO A	GRUPO B	CJS TE OR	%	CJS TE OR	%		
1.500 Ideal Guatemala	3,634	984	14	4	4,900	74.16	1,400	70.29	4,618	18
1.500 Ideal Exportación	1,077	1,415	4	5	1,400	76.93	1,750	80.86	2,492	9
1.500 EI Dorado	6,258	5,092	23	20	8,050	77.74	7,000	72.74	11,350	43
1.500 Cocinero	5,579	4,732	21	17	7,350	75.90	5,950	79.53	10,311	38
0.635 Ideal	7,059	1,697	28	6	8,400	84.04	1,800	94.28	8,756	34
0.750 Exportación	2,457	1,018	9	4	2,700	91.00	1,200	84.83	3,475	13
0.750 Ideal Guatemala	2,292	2,983	8	14	2,400	95.50	4,200	71.02	5,275	22
0.750 Cocinero	4,773	3,772	18	17.5	5,400	88.39	5,250	71.85	8,545	35.5
1.000 Ideal Guatemala	18,075	19,776	64	63	25,800	70.61	25,200	78.48	37,851	127
1.000 Patrona Guatemala	12,132	11,667	32	30	12,800	94.78	12,000	97.39	23,819	62
<b>TOTALES</b>	<b>66,920</b>	<b>53,156</b>	<b>236</b>	<b>180.5</b>	<b>83,500</b>	<b>80.14</b>	<b>65,750</b>	<b>80.85</b>	<b>120,076</b>	<b>416.5</b>

CAJAS P/H REAL 288.2977191  
EFICIENCIA 80.49 %

Fuente: Investigación de campo

Figura 38. Eficiencia en la línea No. 2 de envasado de aceite ideal / Agosto

Presentación	CAJAS		HORAS		GRUPO 2A		GRUPO 2B		CJS TOT	HRS TOT
	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO A	GRUPO B	CJS TE OR	%	CJS TE OR	%		
1.500 Ideal Guatemala Exportación	6,183	5,358	21	19	7,350	84.12	6,650	80.57	11,541	40
1.500 Cocinero	3,755	6,167	14	22	4,900	76.63	7,700	80.09	9,922	36
0.635 Ideal	5,483	7,438	16	22	5,600	97.91	7,700	96.60	12,921	38
0.750 EI Dorado	7,408	6,925	25	27	7,500	98.77	8,100	85.49	14,333	52
0.750 Cocinero	3,840	5,632	15.5	22	4,650	82.58	6,600	85.33	9,472	37.5
1.000 Ideal Guatemala Patrona Guatemala	3,891	2,074	17	9	5,100	76.29	2,700	76.81	5,965	26
	18,334	17,640	41	44	16,400	111.79	17,600	100.23	35,974	85
	13,529	13,614	34	36	13,600	99.48	14,400	94.54	27,143	70
<b>TOTALES</b>	<b>65,916</b>	<b>65,840</b>	<b>194.5</b>	<b>201</b>	<b>68,950</b>	<b>95.60</b>	<b>71,450</b>	<b>92.15</b>	<b>131,756</b>	<b>395.5</b>

CAJAS P/H REAL 333.1378  
EFICIENCIA 93.874 %

Fuente: Investigación de campo

**Figura 39. Eficiencia en la línea No. 2 de envasado de aceite ideal / Septiembre**

Presentación	CAJAS		HORAS		GRUPO 2A		GRUPO 2B		GRUPO 2A		GRUPO 2B	
	GRUPO 2A	GRUPO 2B	GRUPO 2A	GRUPO 2B	C.JS TE OR	%	C.JS TE OR	%	C.JS TOT	HRS TOT	C.JS TOT	HRS TOT
1.500 Ideal Guatemala	6,023	4,447	22	18	7,700	78.22	6,300	70.59	10,470	40	10,470	40
1.500 Ideal Exportación	3,898		12		4,200	92.81	0	0.00	3,898	12	3,898	12
0.635 Ideal	5,313	6,668	22.5	24	6,750	78.71	7,200	92.61	11,981	46.5	11,981	46.5
0.750 EI Dorado		1,505		6	0	0.00	1,800	83.61	1,505	6	1,505	6
1.000 Ideal Guatemala	5,811	21,040	11	61	4,400	132.07	24,400	86.23	26,851	72	26,851	72
1.000 Patrón Guatemala	34,035	31,437	96	92	38,400	88.63	36,800	85.43	65,472	188	65,472	188
<b>TOTALES</b>	<b>55,080</b>	<b>66,097</b>	<b>163.5</b>	<b>203</b>	<b>61,450</b>	<b>89.63</b>	<b>77,300</b>	<b>85.51</b>	<b>121,177</b>	<b>366.5</b>	<b>121,177</b>	<b>366.5</b>

CAJAS P/H REAL 330.633015  
EFICIENCIA 87.570 %

Fuente: Investigación de campo

**Figura 40. Programa de limpieza para el salón de envasado de aceite**

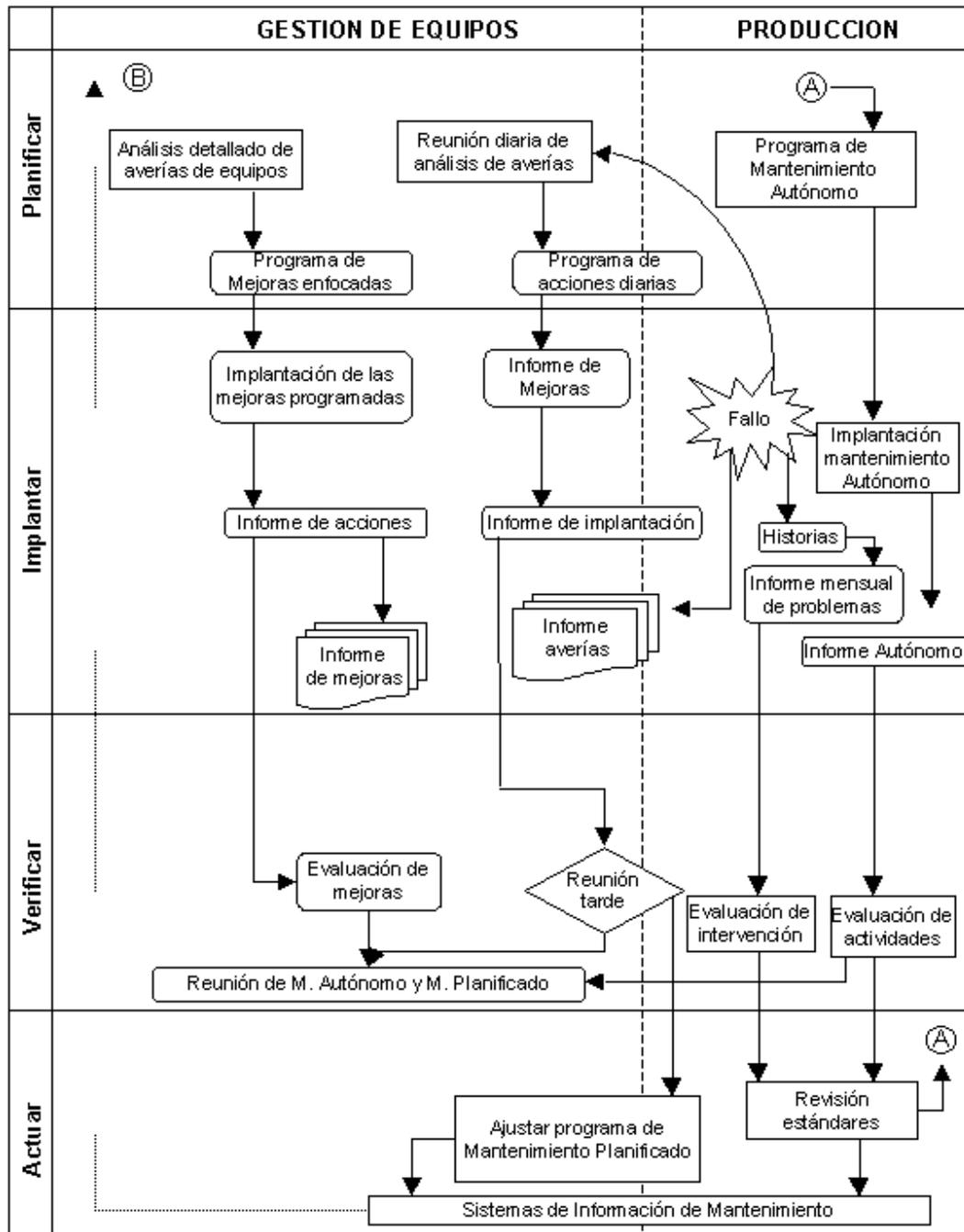
<p><b>IDEALSA</b> <b>PROGRAMA DE LIMPIEZA</b> <b>ENVASADO DE ACEITE</b></p> <p>1. Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Solución de desengrasante Simple Green Cristal a 1:10 para maquinaria, equipo y piso</li><li>b. Líquido limpia Vidrios Winda Shine, CEK concentrado</li><li>c. Líquido Stalone, Pulidor de Superficies metálicas concentrado</li><li>d. Degreaser-92, Limpiador y desengrasante industrial</li><li>e. Kleergard II, Limpiador y pulidor de superficies</li><li>f. Jabon para manos, Kem E-2 brute</li><li>g. Detergente Granza, Solución 500 gramos en 5 galones de agua</li><li>h. Solución Soda Caustica (Lejía) 10%</li><li>i. Grease Gone, bactericida de drenajes</li></ul> <p>2. Equipo y utensilios</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Escobas plasticas</li><li>b. Toallas de algodón</li><li>c. Papel Mayordomo</li><li>d. Wype</li><li>e. Esponjas Scotch</li><li>f. Atomizadores</li><li>g. Removedores de agua en piso</li><li>h. Cubetas de 5 galones</li><li>i. Espatulas de metal</li></ul> <p>3. Procedimiento</p> <p>3.1. Limpieza al final de turno</p> <p>Al final de cada turno normal de trabajo se dispone de 30 minutos para realizar la limpieza de la maquinaria, equipo y área de trabajo.</p> <p>La maquinaria se limpia aplicando la solución de desengrasante, preparada en cubetas plasticas de de 5 galones; removiendo manualmente el aceite acumulado por medio de acción manual con esponjas scotch, wype, etc. La maquinaria debe quedar libre de desengrasante, el cual debe ser removido con abundante agua. Debe removerse diariamente el polvo acumulado durante el turno de trabajo.</p> <p>La limpieza de las pantallas y teclados electrónicos se debe de realizar con Dregreaser-92</p> <p>El área de trabajo (piso, drenajes, escaleras, etc); se debe de dejar limpia , eliminando manchas o derrames de aceite, polvo, papeles, envases, etc.</p> <p>El piso debe quedar completamente seco, las rejillas de los drenajes deben quedar libres, evitando acumulaciones de solidos.</p> <p>Los recipientes de basura deben quedan vacios, limpios por dentro y por fuera, y cerrados.</p> <p>El sistema que se utiliza para la aplicación de los adhesivos debe quedar completamente limpio, y libre de los mismos.</p> <p>3.2 Limpieza durante la operación</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Mantener libre el equipo, la maquinaria, y área de trabajo de derrames de aceite, envases manchados, polvo, materiales de desecho, etc.</li><li>b. Mantener el equipo, maquinaria y áreas de trabajo completamente secas (libres de agua)</li><li>c. Mantener limpios los drenajes</li><li>d. Mantener el área de trabajo libre de materiales no utilizables o de desecho (tarimas, cajas, cubetas, bolsas, etc)</li></ul>
--

## Continuación

- 
- 3.3 Limpieza de áreas y equipos periféricos
- Las áreas y equipos periféricos se deben de limpiar como mínimo una vez por semana, o cuando sea necesario.
- 3.4 Limpieza de áreas generales
- Se incluye dentro de estas áreas las siguientes
- Area de entarimado
  - Area de carga de pipas
  - Areas de ingreso al salón
  - Areas de reprocesos
  - Areas de tanques
  - Areas de basureros
- Estas áreas se deben de limpiar diariamente, eliminando basura, materiales de deshecho y aceite derramado. Las áreas se deben de mantener completamente secas en todo momento.
- 3.5 Limpieza de ventanales
- Como mínimo dos veces por semana se debe proceder a la limpieza de vidrios y marcos de aluminio de todo el salón.
- 3.6 Limpieza de oficina
- El orden y la limpieza del área se debe mantener en todo momento. La limpieza profunda de piso, mobiliario y equipo se tiene que realizar como mínimo dos veces por semana.
- 3.7 Limpieza general en paros programados
- En el momento de paros programados y/o paros prolongados se debe proceder a hacer limpieza profunda de toda la maquinaria y equipo, principalmente de aquellos lugares de difícil acceso que no es posible realizarlo diariamente.
- En cuanto a la limpieza del salón se debe proceder a realizar la limpieza de paredes, techos, lugares de de difícil acceso.

**Fuente: Investigación de campo**

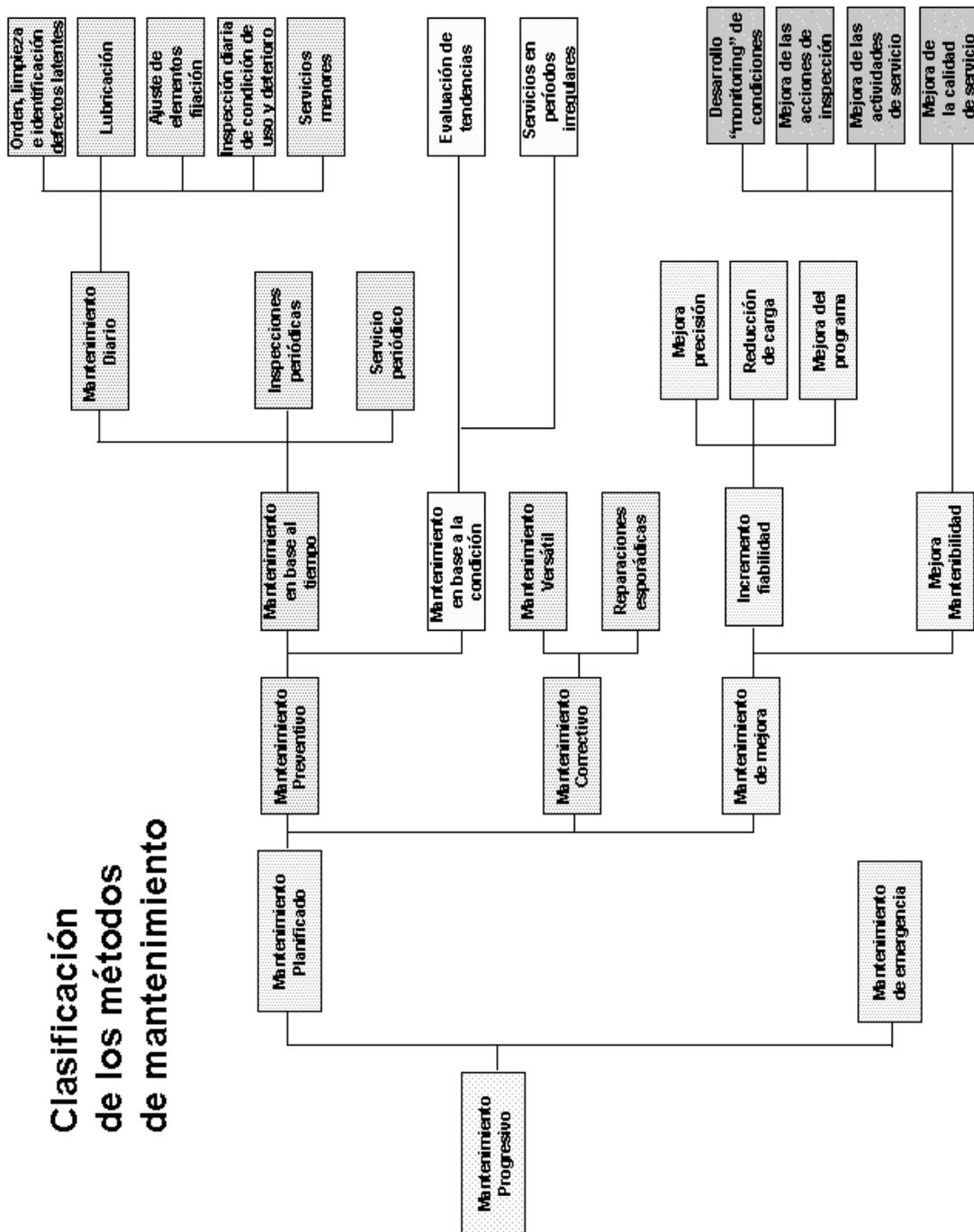
Figura 41. Mantenimiento planificado y progresivo



ⓑ Mantenimiento planificado y otros pilares TPM.

Fuente: Instituto Internacional TPM

Figura 42. Estructura del mantenimiento propuesto



Fuente: Instituto Internacional TPM

Figura 43. Ejemplos de técnicas de calidad

**Técnicas de calidad para el análisis y solución de problemas**  
Preparado: Humberto Alvarez Luavente

Muy efectiva  
 Efectiva

Principales métodos de calidad	Métodos estadísticos										Métodos Especiales					
	Diagrama de causa y efecto	Diagrama de flujo	Diagrama de dispersión	Diagrama de control	Diagrama de Pareto	Diagrama de relaciones	Diagrama de control									
1. Identificar el problema	<input checked="" type="radio"/>															
2. Seleccionar el tema	<input checked="" type="radio"/>															
3. Establecer el equipo	<input checked="" type="radio"/>															
4. Definición de actividades	<input checked="" type="radio"/>															
5. Conocer a fondo el problema	<input checked="" type="radio"/>															
6. Establecer objetivos	<input checked="" type="radio"/>															
7. Analizar causas	<input checked="" type="radio"/>															
8. Investigar posibles acciones	<input checked="" type="radio"/>															
9. Plan para implementar	<input checked="" type="radio"/>															
10. Ejecutar los planes	<input checked="" type="radio"/>															
11. Verificar los resultados	<input checked="" type="radio"/>															
12. Revisar los resultados	<input checked="" type="radio"/>															
13. Estandarización	<input checked="" type="radio"/>															
14. Establecer controles	<input checked="" type="radio"/>															
15. Planificación para el futuro	<input checked="" type="radio"/>															

Fuente: Instituto Internacional TPM



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

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

mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite Ideal

**Figura 44. Avance de acciones planificadas**

No.	Elemento	Plan y fecha para eliminarlo	Responsable (s)	Control: realizado, en proceso, sin acción

**Fuente: Investigación de campo**