

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

**SEP**

## **TRABAJO PROFESIONAL**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:**

# **INGENIERO INDUSTRIAL**

**QUE PRESENTA:**

**ERIC MIGUEL CASTILLEJOS AREVALO**

**CON EL TEMA:**

**“Propuesta de un programa de mantenimiento planificado para la  
empresa Zitihualt basado en la filosofía del TPM”**

**MEDIANTE:**

**OPCIÓN  
(TITULACIÓN INTEGRAL)**

**TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS**

**JUNIO 2013**

"2013. Año de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano"

DIRECCIÓN  
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. **10 DE ABRIL 2013**

OFICIO DEP-CT-39-2013

C. ERIC MIGUEL CASTILLEJOS AREVALO  
PASANTES DE LA CARRERA DE **INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
EGRESADO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.  
P R E S E N T E.

Habiendo recibido la liberación del informe técnico del proyecto denominado:

**"PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA LA EMPRESA  
ZITIHUALT BASADO EN LA FILOSOFÍA DEL TPM."**

Y en cumplimiento con los requisitos normativos para obtener el Título Profesional, comunico a Usted que se **AUTORIZA** la impresión del Trabajo Profesional.

Sin otro particular quedo de usted reiterándole mis más finas atenciones.

**ATENTAMENTE**  
**"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"**

**M.I. APOLINAR PÉREZ LÓPEZ**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES.**

C.c.p.- Departamento de Servicios Escolares

C.c.p.- Expediente

M'APL/l'eeam

1



Secretaría de Educ. Pública  
Instituto Tecnológico  
de Tuxtla Gutiérrez  
Div. de Est. Profesionales



# ZITIHUALT S.P.R. DE R.L.

Una empresa 100% campesina.

Villa Comaltitlan, Chiapas; 28 de diciembre del 2012

Asunto: Carta de liberación

**ING. RODRIGO FERRER GONZALEZ**  
Jefe del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación  
Del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez  
PRESENTE

Por medio de la presente hago de su conocimiento que el alumno ERIC MIGUEL CASTILEJOS ARÉVALO con numero de control 08270558 estudiante de la carrera de INGENIERIA INDUSTRIAL de la Institución a su cargo, ha concluido en esta Empresa su proyecto de RESIDENCIA PROFESIONAL con el tema de PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA LA EMPRESA ZITIHUALT BASADO EN LA FILOSOFIA DEL TPM, en el periodo que comprende del 20 de agosto al 21 de diciembre de 2012, cubriendo un total de 640 horas.

Sin más por el momento, quedo de Usted como su más atento y seguro servidor.



ATENTAMENTE

AUDIEL AGUILAR PEREZ

GERENTE Y COORDINADOR GENERAL

ZITIHUALT, S.P.R DE R.L.



C.C.P ARCHIVO

PRESIDENTE: ENRIQUE VELAZQUEZ CARRILO (964) 107 2224. - TESORERO: ANTONIO HERNANDEZ LOPEZ (918) 101 8686

GERENTE Y COORDINADOR GENERAL: AUDIEL AGUILAR PEREZ (918) 106 3029

CARRETERA COSTERA ESCUINTLA A VLLA COMALTITLAN S/N. CANTON BENITO JUÁREZ, VILLA COMALTITLAN, CHIAPAS. MEXICO 30620

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>i</b>
<b>CAPITULO 1 CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes del Problema .....	3
1.2 Descripción del problema .....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Delimitación.....	4
<b>CAPITULO 2 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Ubicación de la empresa .....	6
2.2 Micro localización.....	6
2.3 Antecedentes.....	7
2.4 Distribución de la Empresa.....	7
2.5 Misión.....	8
2.6 Visión .....	8
2.7 Producto .....	8
<b>CAPITULO 3. MARCO TEORICO.....</b>	<b>10</b>
3.1 Palma aceitera.....	10
3.1.1 Definición de palma aceitera.....	10
3.1.2 Proceso industrial de palma de aceite .....	11
3.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	14
3.2.1 Antecedentes del TPM.....	14
3.2.2 Definición del TPM .....	15
3.2.3 Objetivos del TPM .....	16
3.2.4 Pilares del TPM.....	18
3.3 5´s.....	21

3.4 Mantenimiento Planificado .....	24
3.4.1 Etapas de la implementación del Mantenimiento planificado.....	24
3.4.1.1 Etapa 1. Análisis y conocimiento de la condición actual operativa del equipo	25
3.4.1.2 Etapa 2. Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal.....	27
3.4.1.3 Etapa 3. Establecimiento de un sistema de control de la información .....	29
3.4.1.4 Etapa 4. Establecimiento de un programa de mantenimiento sistemático .....	31
3.4.1.5 Etapa 5. Establecimiento de un programa de Mantenimiento Predictivo.....	34
3.4.1.5.1 Ventajas de la introducción del Mantenimiento Predictivo .....	34
3.4.1.5.2 Etapas para Establecer el Mantenimiento Predictivo.....	37
3.4.1.6 Etapa 6. Evaluación del Mantenimiento Planificado.....	39
<b>4. DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>41</b>
4.1 Características de los equipos.....	41
4.1.1 Condiciones actuales de la maquinaria .....	42
4.2 Forma en la que se lleva acabo el mantenimiento .....	44
4.2.1 Solicitudes de orden de trabajo.....	44
4.3 Personal de mantenimiento.....	46
4.4 Limitaciones de la empresa.....	46
<b>5. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO .....</b>	<b>48</b>
5.1 Generalidades .....	48
5.1.2 Clasificación de las áreas del proceso .....	49
5.1.3 Identificación de equipos y clasificación en cada área.....	50
5.1.4 Identificación de los equipos con sus componentes para mantenimiento.....	51
5.1.5 Programas de Mantenimiento Preventivo.....	54
5.1.5.1 Programa de Inspección .....	55
5.1.5.1.1 Hojas de inspección por equipo.....	56
5.1.5.2 Programa de lubricación .....	58
5.1.5.2.1 Cronograma.....	60
5.1.5.3 Programa de limpieza.....	65
5.2.1. Etapa 1. Análisis y conocimiento de la condición actual operativa .....	94
5.2.1.1 Recopilación de información de los equipos.....	94

5.2.1.2 Codificar los equipos.....	94
5.2.1.4 Registro de análisis MTBF .....	95
5.2.1.5 Calculo del MTBF y MTTR.....	95
5.2.1.6 Elaborar formato de la tabla MTBF .....	96
5.2.1.7.1 Actividades de Mantenimiento Rutinario .....	99
5.3 Etapa 2. Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal .....	101
5.3.1 5´s .....	101
5.3.1.3 Propuesta de implementación de las 5´s .....	102
5.3.1.3.1 Clasificar (Seiri) .....	102
5.3.1.3.2 Orden (Seiton) .....	105
5.3.1.3.3 Limpieza (Seiso).....	106
5.3.1.3.4 Estandarizar (Seiketsu).....	108
5.4 Etapa 3. Establecimiento de un sistema de control de la información .....	109
5.5 Etapa 6. Evaluación del Mantenimiento Planificado .....	110
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>112</b>
6.1 Implementación de 5´s.....	112
6.2 Inspección de Rutina.....	116
6.3 Sistema de control de la información.....	118
6.4 Programa de lubricación .....	119
<b>7. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>121</b>
7.1 Conclusiones .....	121
7.2 Recomendaciones .....	121
<b>ANEXOS.....</b>	<b>124</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>143</b>

# INTRODUCCIÓN

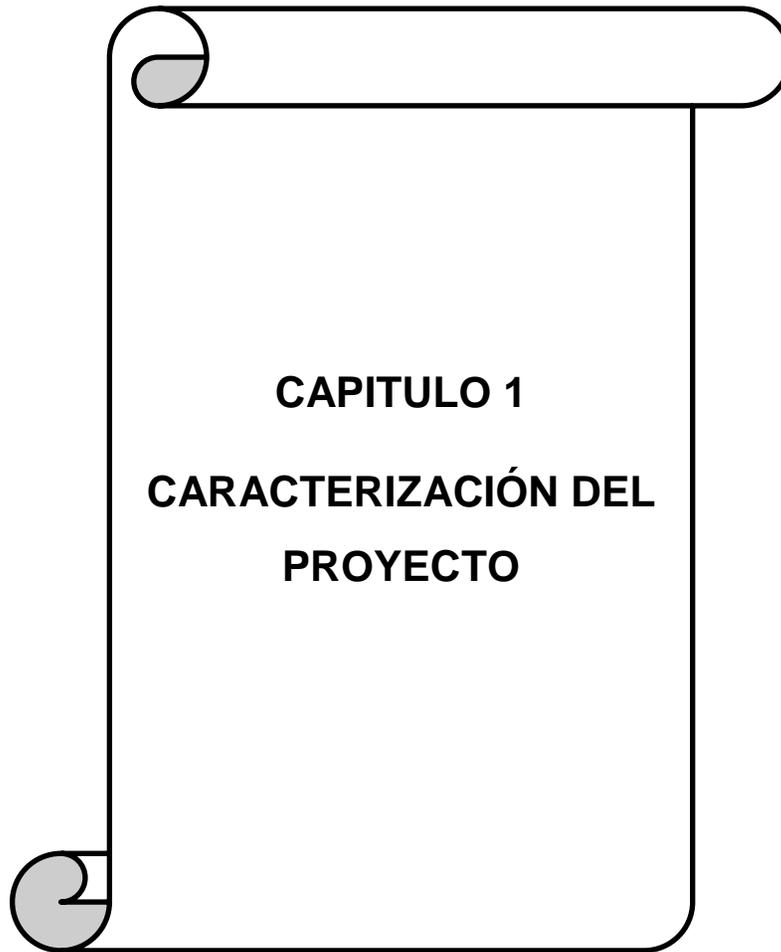
Hoy en día el mantenimiento en las empresas es muy importante, ya que los paros de producción implican la pérdida de mucho dinero y es por ello que las empresas prefieren invertir para mantener bien a sus equipos.

Una filosofía que es de mucha ayuda en las empresas es el Mantenimiento Productivo Total, muy conocido como TPM (Por sus siglas en inglés, Total Productive Maintenance), esta filosofía se fundamenta en 8 pilares, de los cuales se hablará más adelante. Cada uno de los pilares tiene una función en especial, pero el pilar que se empleara para la empresa Zitihualt es el pilar de Mantenimiento Planificado.

El Mantenimiento Planificado es el conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercar progresivamente una planta productiva al objetivo que pretende el TPM: cero averías, cero defectos, cero desechos y cero accidentes; este conjunto planificado de actividades se llevará a cabo por personal específicamente calificado en tareas de mantenimiento.

Para poder llevar acabo el Mantenimiento Planificado, primera mente se necesita que en la empresa tengan implementado el Mantenimiento Autónomo y se utilizan algunas herramientas como las 5´S.

La propuesta aquí es la de un programa de Mantenimiento Planificado, más adelante se detallarán cada una de las etapas que esta comprende.



**CAPITULO 1**  
**CARACTERIZACIÓN DEL**  
**PROYECTO**

## **CAPITULO 1 CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO**

### **1.1 Antecedentes del Problema**

En toda empresa llega un punto en la que necesita mantenimiento industrial, ya que con el paso del tiempo las máquinas y/o equipos se van desgastando constantemente, tal es el caso de la empresa Zitihualt S.P.R. de R.L. (Zitihualt) que siendo esta una empresa joven, ya necesita de mantenimiento industrial. Por lo antes mencionado se requiere de un programa de mantenimiento.

### **1.2 Descripción del problema**

La empresa Zitihualt, no cuenta con un programa de mantenimiento y es por ello que la empresa se ha visto afectada, ya que muchas veces en la empresa se realizan paros de producción debido a que alguna maquina se averió o porque el operario no realizó bien su trabajo.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Establecer un programa de mantenimiento que permita optimizar la maquinaria y así disminuir los tiempos ociosos del personal de la empresa Zitihualt.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Establecer una base de datos para registrar la información de los equipos tales como: marca, número de serie, registro de averías y reparaciones.
- Validar el Mantenimiento Autónomo
- Planificar el Mantenimiento
- Mejorar el rendimiento de los equipos

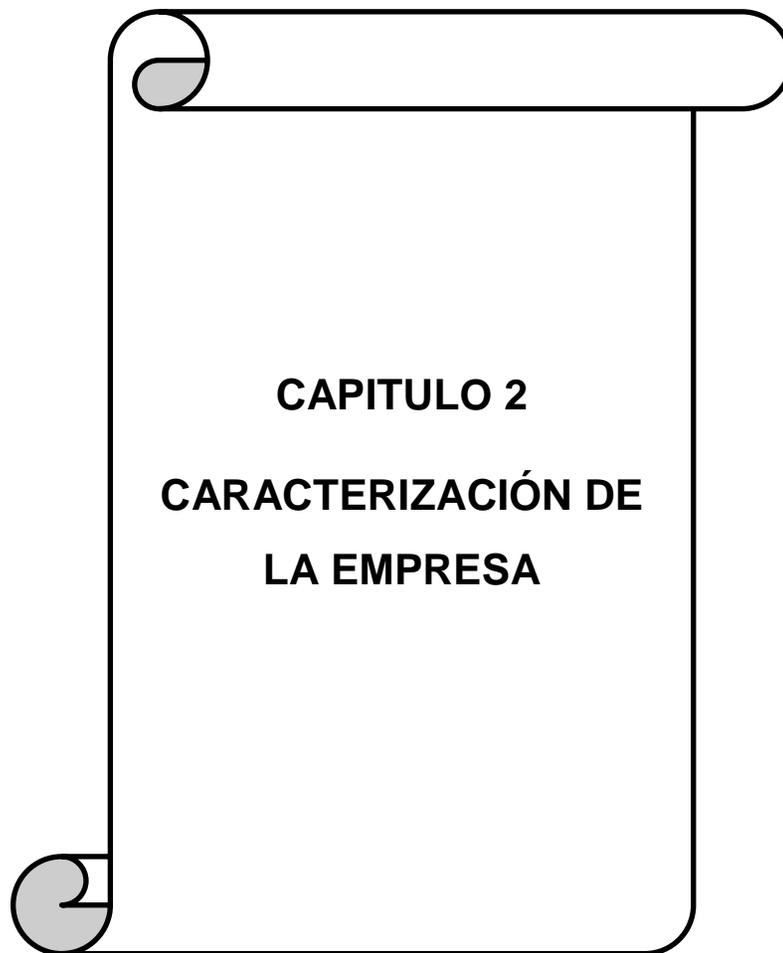
### **1.4 Justificación**

El mantenimiento es de suma importancia para las empresas y es por ello que en Zitihualt se necesita de un programa de mantenimiento ya que no cuenta con ello. Por tal razón en la empresa se proporciona Mantenimiento Correctivo a la maquinaria.

Este problema se resolverá haciendo un programa de Mantenimiento Planificado, donde se planean los mantenimientos diario, semanal o mensual.

### **1.5 Delimitación**

El programa de Mantenimiento Planificado se realizará en la única línea de producción de la empresa Zitihualt y las áreas que comprende son: esterilización, desfrutado y prensado, clarificación, palmisteria y caldera.



**CAPITULO 2**  
**CARACTERIZACIÓN DE**  
**LA EMPRESA**

## CAPITULO 2 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

### 2.1 Ubicación de la empresa

Zitihualt S.P.R. de R.L. se ubica en Villa Comaltitlan, Chiapas, en la carretera costera. Escuintla a Villa Comaltitlan.

### 2.2 Micro localización

La empresa se encuentra ubicada en Colonia Cantón Benito Juárez de Villa Comaltitlan, Chiapas, código postal 30620. En la siguiente Figura 2.1 Se muestra la localización de la empresa.



**Figura 2.1** Micro localización de la Empresa Zitihualt  
(Fuente: Google earth ®)

## 2.3 Antecedentes

La empresa Zitihualt es una organización rural constituida mediante notario público del estado de Chiapas, cumpliendo con todos los requisitos y compromisos legales en la materia que se requiere para este acto.

El día 19 de agosto de 1998 debidamente inscrita en el registro público de la propiedad y del comercio y registrada como contribuyente en el padrón de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público.

Desde su fecha de constitución hasta el año actual 2012, la actividad principal de la empresa ha sido la extracción de aceite de palma africana.

## 2.4 Distribución de la Empresa

La empresa Zitihualt se encuentra distribuida de la siguiente manera:



Figura 2.2. Distribución de la planta de la empresa

## 2.5 Misión

Zitihualt es una empresa industrial dedicada a la extracción del aceite de la palma africana, mediante procesos de calidad respetando el medio ambiente, generando rentabilidad para sus socios, oportunidades de crecimiento integral para sus trabajadores y desarrollo para sus proveedores de fruta y para la comunidad de su zona.

## 2.6 Visión

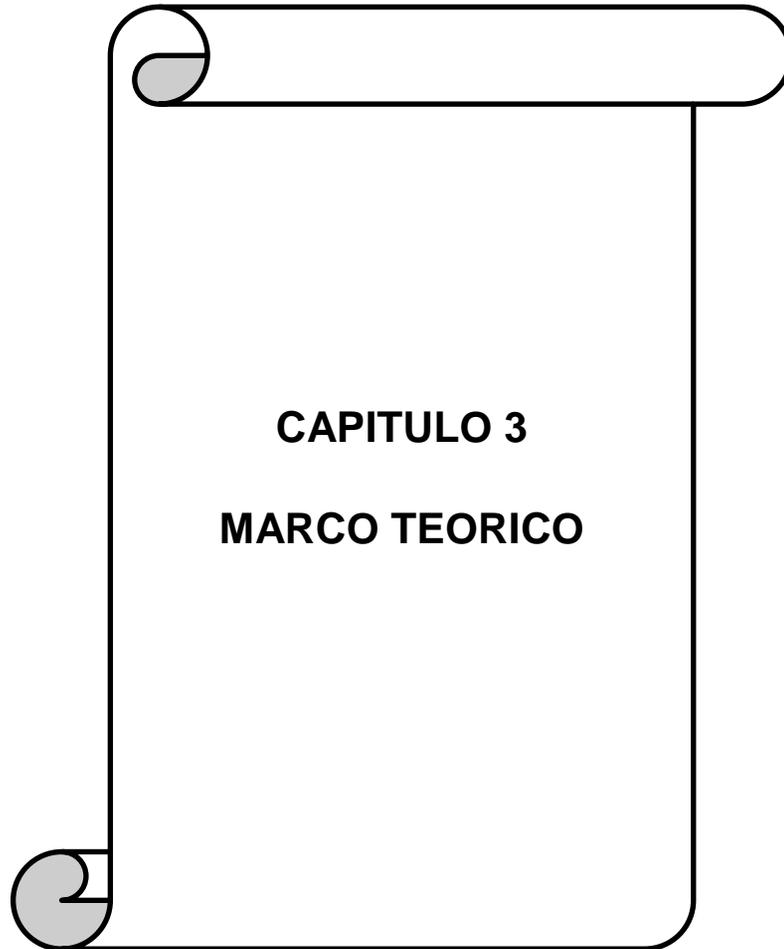
Ser la mejor empresa de extracción de aceite de la palma de México, con la excelente calidad de nuestro aceite, ofreciéndoles a nuestros clientes lo mejor de nuestro aceite, a través de la mejora continua de nuestro producto.

## 2.7 Producto

Zitihualt se encarga de extraer el aceite crudo de la fruta de la palma africana sin darle otro proceso al aceite extraído.



**Figura 2.3** Aceite extraído de la fruta de la palma



**CAPITULO 3**  
**MARCO TEORICO**

## **CAPITULO 3. MARCO TEORICO**

### **3.1 Palma aceitera**

Durante las últimas décadas, el cultivo de la palma aceitera también llamada palma africana se ha venido expandiendo en forma acelerada en un número creciente de países del sur. Estas plantaciones están causando graves problemas para las poblaciones y medio ambiente locales, llegando en muchos casos a desembocar en conflictos sociales y violaciones de los derechos humanos. A pesar de ello, un número de actores nacionales e internacionales continúan promoviendo activamente este cultivo, bajo un trasfondo de creciente oposición a nivel local.

#### **3.1.1 Definición de palma aceitera**

La palma aceitera (*Elaeis guineensis*) es originaria de África Occidental, donde las poblaciones locales la utilizan para los más diversos usos, desde los alimenticios a los medicinales, incluyendo también el uso de sus fibras, así como de su savia para la fabricación de vino de palma. Sin embargo, la promoción de los actuales monocultivos a gran escala tiene dos objetivos centrales.

El objetivo que ha predominado hasta ahora es la extracción del aceite de palmiste (a partir de la parte carnosa de su fruto) y del aceite de palmiste obtenido de la semilla para la producción de aceites comestibles e industriales. Más recientemente, se ha sumado un segundo objetivo, la producción de biodiesel a partir del aceite crudo de palma.

Las plantaciones de palma comienzan a producir frutos a los 4-5 años de plantadas mediante el uso de variedades seleccionadas y clonadas, alcanzan su mayor producción entre los 20 y 25 años.

Los racimos, que pesan unos 15-25 kilos, están conformados por unos 1000 a 4000 frutos de forma ovalada, de 3 a 5 Cm de largo. Una vez cosechados, la parte carnosa de los frutos es transformada mediante diversos procesos en aceite, en tanto que de la nuez se extrae el aceite de palmiste.

El procesamiento del aceite crudo resulta en tres usos diferentes:

- 1) Productos comestibles (aceite para cocinar, margarinas, cremas, confitería).
- 2) Productos industriales (cosméticos, jabones, detergentes, velas, grasas lubricantes).
- 3) Combustible (biodiesel).

### **3.1.2 Proceso industrial de palma de aceite**

El proceso para la extracción del aceite de la palma hasta llegar al proceso final consta de:

#### **1. Recepción de racimo de fruta fresca (RFF)**

##### Objetivo:

Determinar las condiciones físicas (material genético o variedad, grado de madurez y condiciones sub-estándares) de los racimos de fruta fresca que ingresan a la planta extractora, mediante procesos cuantitativos y cualitativos.

## **2. Esterilización**

### Objetivos:

- Inactivas la enzima lipasa, la cual causa el desdoblamiento de las cadenas de ácidos grasos.
- Ablandar los tejidos para facilitar el rompimiento de las celdas de aceite contenidas en el mesocarpio, en las etapas de digestión y prensado.
- Facilitar el desprendimiento entre el fruto y su soporte natural.

### Requisitos para una óptima eficiencia:

- Desfogue por la parte inferior del esterilizador
- Purga continua automatizada (tubería condensado)
- Monitoreo continuo de presiones y temperaturas en la esterilización

## **3. Desfrutado**

### Objetivo:

Separar el fruto de su soporte natural (racimo) mediante colisiones aleatorias reciprocas producidas en una máquina que permite el aprovechamiento de fuerzas centrifugas.

## **4. Digestión**

### Objetivo:

Remover la mayor cantidad del mesocarpio contenido en los frutos, liberando el aceite contenido en ellos.

## **5. Prensado**

### Objetivo:

Extraer la mayor cantidad de aceite posible del mesocarpio de la fruta de palma mediante la aplicación de presiones extremas.

## **4. Tamizado**

### Objetivo:

Separar la mayor cantidad de sólidos contenidos en el licor de prensas o en el lodo de alimentación a centrifugas, con la mínima impregnación de aceite.

## **7. Clarificación**

### Objetivo:

Recuperar la mayor cantidad posible de aceite por el principio de densidades relacionadas en función de la temperatura.

## **8. Secado**

### Objetivo:

Retirar la humedad residual del aceite recuperado en los procesos de clarificación y centrifugado.

## **9. Almacenamiento**

### Objetivo:

Facilitar la logística de despacho, asegurando los volúmenes necesarios para dicho procedimiento.

## **3.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

### **3.2.1 Antecedentes del TPM**

Para mejorar el mantenimiento de los equipos, Japón importó el concepto de Mantenimiento Preventivo (PM) de los Estados Unidos hace más de treinta años. Más tarde se realizaron las importaciones de Mantenimiento Productivo (también conocido como PM), la Prevención del Mantenimiento (MP), Ingeniería de Fiabilidad, y así sucesivamente

En la mayoría de las empresas Estadounidenses, el personal de mantenimiento realiza todo el mantenimiento de la fábrica, lo realiza un área en específico. Por el contrario, muchas empresas Japonesas han modificado el PM estadounidense para que todos los empleados puedan participar.

Mantenimiento Productivo Total (TPM), a menudo definido como Mantenimiento Productivo implementado por los empleados, se basa en el principio de que la mejora del equipo debe involucrar a todos en la organización, desde los operarios hasta la alta dirección.

La innovación clave en el TPM es que los operadores realizan el mantenimiento básico a su propio equipo. Ellos mantienen sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que se generen averías. (Nakajima, 1989).

Las empresas Japonesas han implementado TPM aproximadamente entre 1950 y 1980 y el desarrollo del TPM se inició en la década de 1970. Durante 1980 el mantenimiento preventivo estaba siendo rápidamente sustituido por el predictivo o mantenimiento basado en condiciones.

El Mantenimiento Predictivo desempeña un papel importante en el TPM, ya que utiliza técnicas modernas de vigilancia para diagnosticar el estado del equipo durante la operación mediante la identificación de los signos de deterioro o fallo inminente.

El TPM surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y pronto pasó a formar parte de la cultura corporativa de las empresas que lo implantaban. Es el caso de empresas como Toyota, Nissan y Mazda.

El éxito del TPM dependerá de nuestra capacidad de estar continuamente al tanto de la condición del equipo con el fin de predecir y prevenir fallas. (Nakajima, 1989).

### **3.2.2 Definición del TPM**

El término TPM fue acuñado en 1971 por el Instituto Japonés de Ingenieros de Plantas (JIP). Esta institución fue la precursora del Instituto Japonés para el Mantenimiento de Plantas (JIPM: Japan Institute Plant Maintenance), que en la actualidad es una organización dedicada a la investigación, consultoría y formación de ingenieros de plantas productivas. (Cuatrecasas, 2003).

TPM es una metodología de mejora continua que permite a la planta y mejora rápida del proceso de fabricación mediante la implicación de los trabajadores, la capacitación del empleado y de la precisión de medición de los resultados.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Seiichi Nakajima, TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance. Portland, Oregon: productivity Press, 1989, p.5.

### 3.2.3 Objetivos del TPM

El TPM o Mantenimiento Productivo Total supone un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que este sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos, todo lo cual, según Ichizoh Takagi, miembro del Japan Institute for Planning Maintenance, incluye los siguientes cinco objetivos:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos para alcanzar con éxito el objetivo.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de equipos.
- Implantación de un sistema de gestión de plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

El Mantenimiento Productivo Total es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera en torno al mantenimiento, pero que alcanza y enfatiza otros aspectos como son: Participación de todo el personal de la planta, eficacia total y sistema de gestión del mantenimiento de equipos desde su diseño hasta la corrección, y la prevención.

- Participación total del personal, es decir:
  - Implicación total de la dirección
  - Trabajo en equipo: grupos multidisciplinarios
  - Colaboración interdepartamental
  - Estrecha cooperación entre operario: Producción – Mantenimiento
  
- Eficacia total, y por tanto:
  - Máximo rendimiento de equipos
  - Máxima rentabilidad económica
  
- Sistema total de gestión del mantenimiento.
  - Diseño robusto y orientado a hacerlo accesible al mantenimiento
  - Mantenimiento correctivo eficaz: registros, recambios y documentación.

### **3.2.4 Pilares del TPM**

Para tener una mejor perspectiva de lo que es TPM hay que entender que se sustenta en 8 Pilares básicos:

#### **1. Mejora Focalizada**

Objetivo: eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas con el proceso productivo.

Las pérdidas pueden ser:

- Fallas en los equipos principales
- Cambios y ajustes no programados
- Fallas de equipos auxiliares
- Ocio y paradas menores
- Reducción de velocidad
- Defectos en el proceso
- Arranque

#### **2. Mantenimiento Autónomo**

Objetivo: conservar y mejorar el equipo con la participación del usuario u operador.

Los operadores se hacen cargo del mantenimiento de sus equipos, lo mantienen y desarrollan la capacidad para detectar a tiempo fallas potenciales. La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar la vida útil del mismo. No se trata de que cada operario cumpla el rol de un mecánico, sino de que cada operario conozca y cuide su equipo.

El mantenimiento autónomo puede prevenir: contaminación por agentes extremos, rupturas de ciertas piezas, errores en la manipulación. Con solo instruir al operario en limpiar, lubricar y revisar.

### **3. Mantenimiento Planificado**

Objetivo: lograr mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas.

La idea del Mantenimiento Planificado es la de que el operario diagnostique la falla y la indique con etiquetas con formas, números y colores específicos dentro de la máquina de forma que cuando el mecánico venga a reparar la maquina va directo a la falla y la elimina. Este sistema de etiquetas con formas, colores y números es bastante eficaz ya que el mecánico y el operario le es más fácil ubicar y visualizar la falla.

### **4. Capacitación**

Objetivo: aumentar las capacidades y habilidades de los empleados.

Aquí se define lo que hace cada quien y se realiza mejor cuando los que instruyen sobre lo que se hace y como se hace son la misma gente de la empresa, sólo hay que buscar asesoría externa cuando las circunstancias lo requieran.

### **5. Control inicial**

Objetivo: reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento.

Este control nace después de ya implantado el sistema cuando se adquieren máquinas nuevas.

## **6. Mejoramiento para la calidad**

Objetivo: tomar decisiones preventivas para obtener un proceso y equipo cero defectos.

La meta aquí es ofrecer un producto cero defectos como defecto de una máquina cero defectos, y esto último sólo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo.

## **7. TPM en los departamentos de apoyo**

Objetivo: eliminar las perdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia.

El TPM es aplicable a todos los departamentos, en finanzas, en compras, en almacén, para ello es importante es que cada uno haga su trabajo a tiempo.

## **8. Seguridad, Higiene y Medio ambiente**

Objetivo: crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación.

### 3.3 5's

Es un programa de trabajo para empresas, talleres u oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad.

Las 5's son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. Estos nombres son:

#### 1. **Seiri:** Organizar y Seleccionar

Se trata de organizar todo, separar lo que sirve de lo que no sirve y clasificar esto último. Por otro lado, aprovechamos la organización para establecer normas que nos permiten trabajar en los equipos/máquinas sin sobresaltos. Nuestra meta será mantener el progreso alcanzado y elaborar planes de acción que garanticen la estabilidad y nos ayuden a mejorar.

#### 2. **Seiton:** Ordenar

Tiramos lo que no sirve y establecemos normas de orden para cada cosa. Además, vamos a colocar las normas a la vista para que sean conocidas por todos y en el futuro nos permitan practicar la mejora de forma permanente.

Así pues, situamos los objetos/herramientas de trabajo en orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso, bajo el eslogan de “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

### **3. Seiso:** Limpiar

Realizar la limpieza inicial con el fin de que el operador/administrativo se identifique con su puesto de trabajo y maquinas/equipos que tenga asignados.

No se trata de hacer brillar las máquinas y equipos, sino de enseñar al operario/administrativo cómo son sus máquinas/equipos por dentro e indicarle, en una operación conjunta con el responsable, dónde están los focos de suciedad de su máquina/puesto.

Así pues, hemos de lograr limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal forma que no haya polvo, salpicaduras, virutas, etc., en el piso, ni en las máquinas y equipos.

Posteriormente y en grupos de trabajo hay que investigar de dónde proviene la suciedad y sensibilizarse con el propósito de mantener el nivel de referencia alcanzado, eliminando las fuentes de suciedad.

### **4. Seiketsu:** Mantener la limpieza

A través de gamas y controles, iniciar el establecimiento de los estándares de limpieza, aplicarles y mantener el nivel de referencia alcanzado.

Así pues, esta S consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos, así como mediante controles visuales de todo tipo.

### **5. Shitsuke:** Rigor en la aplicación de consignas y tareas

Realizar el auto inspección de manera cotidiana. Cualquier momento es bueno para revisar y ver cómo estamos, establecer las hojas de control y comenzar su aplicación, mejorar los estándares de las actividades realizadas con el fin de aumentar la fiabilidad de los medios y el buen funcionamiento de los equipos de

oficinas. En definitiva, ser rigurosos y responsables para mantener el nivel de referencia alcanzado, entrenando a todos para continuar la acción con disciplina y autonomía.

Las tres primeras fases; organización, orden y limpieza, son operativas. La cuarta, a través del control visual y las gamas, ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores mediante la aplicación de estándares incorporados en las gamas. La quinta fase permite adquirir el hábito de las prácticas y aplicar la mejora continua en el trabajo diario.

### 3.4 Mantenimiento Planificado

#### 3.4.1 Etapas de la implementación del Mantenimiento planificado

La puesta en marcha de un sistema de Mantenimiento Planificado requiere tiempo y colaboración interdepartamental. Tiempo para desarrollar un programa de mantenimiento pasó a paso que asegure una implantación cuidadosa y organizada. Colaboración interdepartamental de forma coordinada, y no solo entre los departamentos de producción y mantenimiento, sino también con los demás departamentos: administrativo, finanzas, ingeniería, marketing, recursos humanos, etc., para lograr los objetivos de cada etapa en la fecha prevista y evitar que haya actividades que no se lleven a cabo, o bien otras que por desconocimiento de responsabilidades se puedan duplicar.

Antes de emprender acción alguna, va a ser importante que el departamento de mantenimiento programe y organice de forma secuencial las actividades a llevar a cabo por el mantenimiento especializado a medio y largo plazo. Estas actividades se integran normalmente en un programa de seis etapas Tabla 3.1, auditando los resultados al finalizar cada una con el objeto de establecer un riguroso control del programa.

**Tabla 3.1** Etapas de Mantenimiento Planificado  
(Fuente: Cuatrecasas)

<b>Etapas</b>	<b>Actividades Principales</b>
<b>1. Análisis y conocimiento de la condición actual operativa del equipo.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer de registros de mantenimiento</li> <li>• Equipo para mantenimiento planificado</li> <li>• Condiciones de trabajo actuales del equipo</li> <li>• Fijar objetivos (MTBF, MTTR, costos, etc.)</li> </ul>
<b>2. Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validar el mantenimiento autónomo</li> <li>• Corregir puntos débiles del diseño</li> <li>• Contramedidas frente a la repetición de fallos</li> </ul>

<p><b>3. Establecimiento de un sistema de control de la información.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de la situación actual de partida</li> <li>• Establecer un sistema de control de datos de fallos</li> <li>• Establecer sistema de control del mantenimiento</li> <li>• Sistema de control del presupuesto de mantenimiento</li> <li>• Sistema de control de piezas de repuesto/material</li> <li>• Establecer un sistema de control de la tecnología</li> </ul>
<p><b>4. Establecimiento de un programa de mantenimiento sistemático.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección del equipo o componentes</li> <li>• Planificación del mantenimiento</li> <li>• Estandarización del mantenimiento</li> <li>• Control del proceso</li> </ul>
<p><b>5. Establecimiento de un programa de mantenimiento predictivo.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de equipo y condición a medir</li> <li>• Técnicas de diagnóstico adecuadas</li> <li>• Desarrollar nuevas tecnologías de diagnóstico</li> </ul>
<p><b>6. Evaluación del mantenimiento planificado.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el sistema de mantenimiento planificado: número de fallos, frecuencia de fallos, MTB, MTTR, ahorro de costos de mantenimiento, etc.</li> </ul>

### 3.4.1.1 Etapa 1. Análisis y conocimiento de la condición actual operativa del equipo

Un requisito clave para diseñar un sistema de mantenimiento planificado eficaz es planificar y organizar con antelación las diversas actividades de mantenimiento. Para ello, es necesario disponer de la mayor cantidad de datos posible sobre los equipos; esta información se recoge en los llamados registros de mantenimiento.

Existen varios tipos de registros de mantenimiento, con formatos y contenidos que pueden variar de una empresa a otra, dependiendo en cada caso de las necesidades de cada una.

A continuación, se detallan los tipos de registros que como mínimo se utilizan en un programa TPM:

a) Registros de equipos

Proporcionan datos actuales de cada equipo, como son la fecha de compra e instalación, historial de averías y reparaciones, costos de mantenimiento, fabricante del equipo, proveedor de las piezas de repuesto, etc.

b) Registros de análisis MTBF

Recopilan datos sobre los tiempos medios entre fallos y detalles de las averías. Permiten obtener información sobre la frecuencia y severidad de las averías con una rápida ojeada.

c) Registros de análisis MTTR

Registran las reparaciones y los servicios llevados a cabo en el equipo, así como los intervalos entre las tareas. Son configurados por el personal de mantenimiento especializado. Dan información de la importancia y duración de las averías.

d) Registros de mantenimiento rutinario

Recogen datos obtenidos por los operarios durante el mantenimiento de averías. Es importante tener registros diarios sobre trabajos rutinarios, ya que, dada su naturaleza, puede haber puntos que se descuiden. En este contexto se encuentran los registros de inspección de rutina y los registros de reposición y sustitución de lubricantes.

e) Registros de inspección periódica

Recogen datos de las mediciones del deterioro del equipo obtenidas por el departamento de mantenimiento durante las inspecciones periódicas (inspecciones legales, inspecciones de desmontaje, chequeos de precisión, etc.).

### **3.4.1.2 Etapa 2. Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal**

El Mantenimiento Planificado no puede ignorar el Mantenimiento Autónomo. De hecho, esta etapa se centra ampliamente en apoyar las actividades desarrolladas por los operarios durante el mantenimiento autónomo.

A continuación, se resumen las principales actividades de soporte hacia los operarios de producción, gestionadas desde el departamento de mantenimiento:

1. Restauración del deterioro
  - Acción rápida frente a averías descubiertas y no resueltas por operarios.
  - Entrenamiento de los operarios en el mismo lugar de trabajo, acerca de la inspección, restauración y reparación.
  - Formación de los operarios mediante lecciones de punto único y diagramas sobre el equipo, su estructura y funciones.
  
2. Establecimiento de las condiciones operativas básicas
  - Enseñar la confección de estándares diarios de trabajo.
  - Preparar estándares de fácil comprensión y ayudar a implantarlos.
  - Estandarizar los tipos y utilización de lubricantes.
  
3. Adecuación del entorno de trabajo para evitar el deterioro acelerado de los equipos
  - Inspeccionar los lugares inaccesibles al mantenimiento y mejorar su accesibilidad.
  - Identificar focos de contaminación
  - Formar y guiar a los operarios en el trato de las fuentes de contaminación, para conseguir eliminarlas.

El empleo de técnicas analíticas, como el análisis Know-why, el análisis P-M, el análisis modal de fallos y efectos (AMFE), etc., pueden resultar de gran ayuda a la hora de investigar y entender los fallos provocados por tales debilidades.

Una vez que se hayan estudiado los fallos, identificando sus causas y corregido sus efectos habrá que tomar medidas para prevenir su reincidencia en el mismo equipo o en otros.

Las siguientes medidas pueden reducir la repetición de fallos en los equipos:

1. Preparación de un informe detallado para cada fallo.
  - Descripción del fallo
  - Condiciones anormales previas al fallo
  - Ubicación del fallo (croquis, dibujos, diagramas, fotografías, etc.)
  - Acciones correctivas, etc.
2. Controlar la fiabilidad de los aparatos de medida y control
3. Mantenimiento de las condiciones operativas óptimas.
4. Capacitación de los operarios para que puedan comprender el equipo y el proceso.
5. Formación de los operarios para afrontar problemas similares a los del pasado.

### **3.4.1.3 Etapa 3. Establecimiento de un sistema de control de la información**

Un sistema de Mantenimiento Planificado puede llegar a manejar tal cantidad de información, que el procesado y control de esta puede exigir la implantación de un sistema informático, capaz de gestionar grandes bases de datos en un tiempo mínimo. Esto permitirá disponer de informes precisos y detallados en el instante necesario, reduciendo las horas-hombre administrativas. Sin embargo, antes de intervenir en costosos equipos informáticos hay que conocer cuál es la situación actual de la empresa y que nivel de informatización se requiere.

De hecho, y de acuerdo con una política TPM, es mejor empezar con un nivel bajo-medio, con computadoras personales y programas informáticos sencillos y fáciles de utilizar por todos los empleados, para pasar más adelante a otros niveles más sofisticados.

Un sistema de control total de información debe integrar, por lo menos, los siguientes subsistemas:

#### **1. Control de datos de fallos**

Esta base de datos estará formada por todo lo relativo al fallo: naturaleza del fallo, su gravedad, fecha y hora del mismo, localización, causas, contramedidas, etc. Así será posible disponer de listas de fallos, informes periódicos de fallos, gráficos de fallos, etc. para facilitar frecuentes evaluaciones (diarias, semanales, mensuales, etc.) sobre la eficacia del mantenimiento desarrollado.

#### **2. Control del mantenimiento del equipo**

Este bloque llevara el control de los historiales de los equipos, la planificación del mantenimiento, la planificación de inspecciones, la planificación de servicios, la planificación de proyectos de mantenimiento principal, etc.

### **3. Control del presupuesto de mantenimiento**

Este subsistema será de gran ayuda en la estimación y control de los presupuestos de mantenimiento. Facilitará información concerniente a gastos anuales en mantenimiento, gastos de mantenimiento hasta la fecha, informes comparativos, costos de contrataciones externas para mantenimiento, costos prioritarios de mantenimiento, costos por paradas planificadas, etc.

### **4. Control de piezas de repuesto y materiales**

El control de piezas de repuesto y materiales tiene el propósito de asegurar la disponibilidad de piezas de repuesto y materiales en el momento preciso. La información que tratara será: informes detallados sobre las reservas en stock permanente, tablas de pedidos mensuales y de pedidos anuales, costos de pedidos, cálculo de cantidad de materiales para los distintos métodos de aprovisionamiento, tiempo de suministros y gráficos comparativos.

### **5. Control de la tecnología**

Este apartado se ocupa de los aspectos relacionados con la tecnología como por ejemplo lo referente a diseño de equipos (esquemas eléctricos, diagramas de cableado, estructuras mecánicas, etc.) planos detallados del equipo y sus componentes, puntos clave para inspecciones, catálogos, instrucciones, etc.

### 3.4.1.4 Etapa 4. Establecimiento de un programa de mantenimiento sistemático

El Mantenimiento Sistemático o Periódico pretende implantar una gestión de mantenimiento preventivo, sólido y progresivo con el tiempo. Sus resultados son acumulativos y evolucionan a lo largo del tiempo; su importancia se aprecia conforme se desarrollan secuencialmente las siguientes actividades:

a) Selección de equipos o grupos

La selección del equipo será en función de: exigencias legales (equipos sujetos a una revisión periódica obligada por ley), anteriores experiencias de mantenimiento, equipos imprescindibles dentro del proceso productivo, etc.

b) Planificación del mantenimiento

Se deben preparar planes de mantenimiento basados en valoraciones correctas de las condiciones del equipo y programarse sistemáticamente. Los planes de mantenimiento se clasifican como se describe en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2.** Planificación del Mantenimiento: tipos.

<b>Tipos de Planificación del Mantenimiento</b>	Planificación por periodo	Planes de mantenimiento con parada
		Planes de mantenimiento diarios
		Planes de mantenimiento semanales
	Planificación por proyecto	Planes de mantenimiento mensuales
		Planes de mantenimiento anuales
	Planificación por oportunidad	Planes individuales de mantenimiento para una reparación a gran escala
Mantenimiento realizado aprovechando la parada de los equipos por cuestiones diversas		

Para agilizar el cumplimiento de los planes de mantenimiento y minimizar los días de inactividad y el tiempo necesario para realizar las tareas de mantenimiento se debe tener en cuenta:

- Comunicación interdepartamental fluida y precisa.
- Trabajo en grupos multifuncionales.
- Disponer de los elementos necesarios, tales como herramientas, equipos de mantenimiento, plantillas luces, aparatos de medida, recambios, etc., antes de llevar a cabo el trabajo.
- Anticipación a problemas como necesidad de subcontrataciones, falta de personal especialmente cualificado, etc.
- Fijación de intervalos de mantenimiento atendiendo a los registros de averías, registros de inspección diaria, etc.
- Piezas estandarizadas y plantillas y herramientas mejoradas.
- Mínima movilización de personal durante el mantenimiento.
- Intensa colaboración entre departamentos.
- Supervisión del progreso mediante reuniones de coordinación donde se discuten las acciones correctoras.

c) Estandarización de las actividades de mantenimiento

La estandarización de las actividades de mantenimiento se consigue mediante la confección de manuales sencillos y comprensibles, que recogen las experiencias e incorporan las tecnologías derivadas de anteriores experiencias de mantenimiento en la planta.

Existen diferentes estándares; así, los hay para los procedimientos de trabajo y para el mantenimiento propiamente dicho (servicio, inspección y reparación), los cuales hay que revisarlos y actualizarlos a medida que mejoran las técnicas de mantenimiento, los equipos y los materiales. De hecho, los estándares de mantenimiento indican el grado de mantenimiento que se practica en la empresa.

d) Control de la evolución

Es un fundamental para verificar la eficiencia del sistema de mantenimiento planificado, desde el punto de vista del equipo o maquina sujeto al mantenimiento y también para el equipo de mantenimiento (autónomo y del departamento de mantenimiento).

También es conveniente un control de la evolución desde el punto de vista cualitativo, el cual debe asegurar que el trabajo de mantenimiento transcurra de acuerdo con lo programado en los planes de mantenimiento. En otras palabras, evalúa la eficacia de la planificación del mantenimiento, y puede controlarse a través de:

- Comprobar que la actividad operativa se desarrolla de acuerdo con los estándares.
- Comprobar el trabajo en cuanto se haya acabado.
- Comprobar el trabajo de mantenimiento (calcular diferencias entre horas-hombre empleadas y programadas, desviaciones de calendarios de mantenimiento, etc.). utilizar estos datos para revisar futuros planes.
- Comprobar los costes de mantenimiento (diferencias entre costos reales y estimados, desviaciones del presupuesto de mantenimiento, etc.) y utilizar estos datos en futuros planes de mantenimiento.
- Comprobar la capacitación del personal para las tareas asignadas.
- Comprobar continuamente el compromiso de todos los trabajadores con la calidad del mantenimiento.

Por otra parte, debe comprobarse como se va progresando paulatinamente hacia los objetivos. La relación entre el nivel de progreso actual y los objetivos deseados se cuantifican de forma clara y precisa para mantener una orientación firme en la implementación del mantenimiento planificado.

### **3.4.1.5 Etapa 5. Establecimiento de un programa de Mantenimiento Predictivo**

El Mantenimiento Predictivo consiste en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan. Así, poder programar los paros para reparaciones en los momentos oportunos.<sup>2</sup>

Este mantenimiento permite que la Gerencia de la empresa tenga el control de los equipos y de los programas de mantenimiento de manera que la planificación sea más precisa.

La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en que normalmente las averías no aparecen de repente, tienen una evolución. Un defecto con el tiempo puede causar una avería grave.

#### **3.4.1.5.1 Ventajas de la introducción del Mantenimiento Predictivo**

- a) Reducción de paros: los paros pueden ser clasificados en forzados y no forzados, y en programados y no programados.

Un paro forzado es aquella parada provocada por una avería, y puede ser programado o no programado. Si la avería se detectó con antelación a que pueda provocar daños, entonces la reparación está planificada y se denomina paro forzado programado.

Si la avería no fue detectada o detectada con tan poca antelación que no se pudo planificar la intervención, entonces se denomina para forzado no

---

<sup>2</sup> Luis Cuatrecasas. TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción, (200).

programado. Las consecuencias de un paro varían de uno a otro pero siempre son negativas.

Los paros no programados (por averías imprevistas) son los más costosos y peligrosos. El mantenimiento Predictivo reduce la cantidad de paros de cualquier tipo.

### **a.1) Paros forzados**

Cualquier avería de una máquina que implique una parada forzada tiene un fuerte impacto en la rentabilidad de la planta. Una parada forzada, provoca que no haya ingresos y un aumento en los costos (debido a la reparación). Es evidente que no se puede tener una planta sin paros forzados, pero se puede minimizar el número de estos y así optimizar el beneficio.

Los técnicos de mantenimiento aprovechan cualquier paro para corregir aquellos defectos detectados con el programa de Mantenimiento Predictivo y evitar averías más tarde. Así se disminuye el número de paros forzados.

### **a.2) Paros no forzados**

Los paros no forzados son siempre programados y se realizan para inspeccionar las máquinas, reemplazar las piezas gastadas y corregir los defectos detectados para evitar paros forzados en el futuro. Son propios de una planta donde se practica el mantenimiento preventivo; el intervalo entre paros no forzados se llama ciclo de mantenimiento.

En una planta donde se practique el Mantenimiento Preventivo habrá un número determinado de paradas no forzadas. Este número se puede reducir si, además, se aplican técnicas de Mantenimiento Predictivo. Implantado este de forma generalizada, normalmente solo se parará cuando se haya detectado un problema.

### **a.3) Paros no programados**

Un paro no programado es causado por una avería (paro forzado) de forma que no haya podido ser planificada la reparación debido a que cuando se ha detectado ya se han producido daños importantes en la maquina o su funcionamiento podía ser un riesgo para los trabajadores, de forma que resulta obligado parar.

Cuando la parada no puede ser programada, el tiempo de reparación es mayor ya que el personal, las herramientas y los recambios no están preparados. Los paros no programados se pueden minimizar con el Mantenimiento Predictivo.

### **b) Ahorro en los costos de mantenimiento**

La utilización adecuada de la monitorización permite dedicarse a aquellas maquinas que necesitan reparación, sabiendo con antelación que componentes tienen que ser remplazados, realineados o equilibrados. Esto implica:

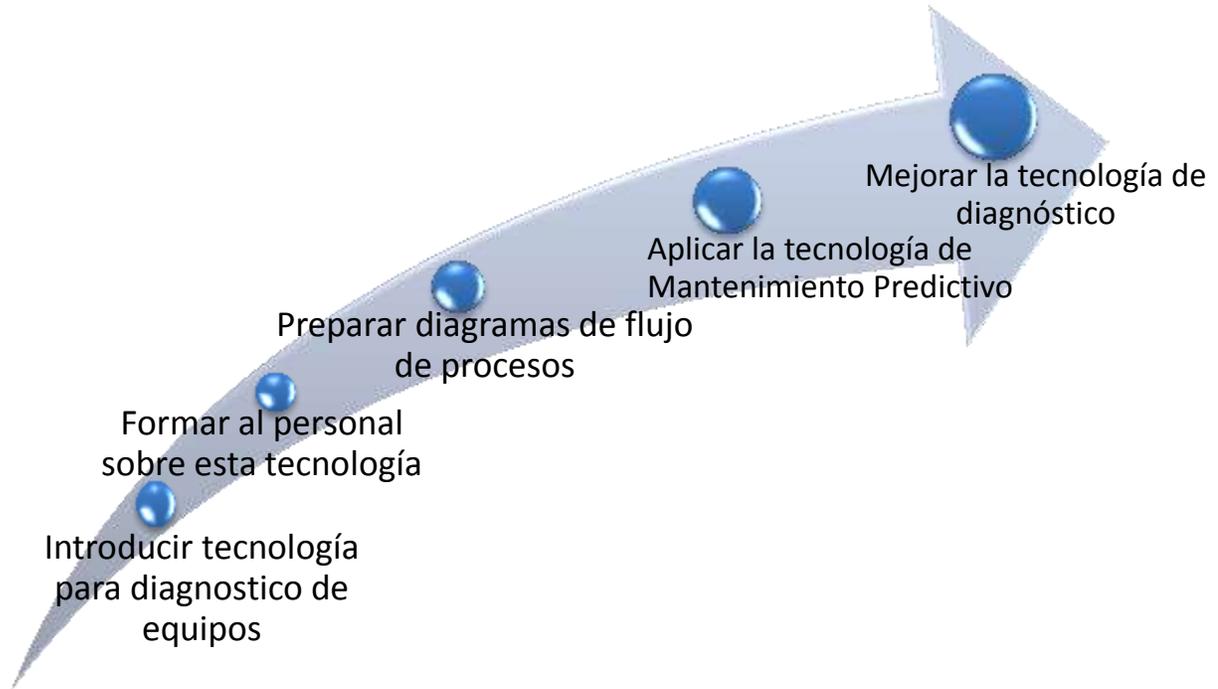
- Reducción del mantenimiento programado.
- Reducción de averías por mantenimiento.
- Reducción de los stocks en piezas de recambio.
- Reducción de la duración de los paros programados.

### **c) Otras ventajas del Mantenimiento Predictivo**

- Alargamiento de la vida de los equipos de la planta
- Reducción de los daños provocados por una avería
- Reducción del número de accidentes

### 3.4.1.5.2 Etapas para Establecer el Mantenimiento Predictivo

Para establecer el programa es necesario seguir las siguientes etapas:



**Figura.** Etapas para establecimiento de Mantenimiento Predictivo  
(Fuente: Recopilación)

#### 1. Introducir tecnología para el diagnóstico de equipos

Consiste en introducir una técnica predictiva a largo plazo, con el fin de monitorear los equipos y para poder introducir se siguen las siguientes fases:

- Seleccionar equipos idóneos para esta tecnología
- Utilizar y analizar los datos históricos de los equipos
- Plantear tecnologías tentativas adecuadas: análisis de vibraciones, análisis de lubricante.
- Seleccionar la tecnología que se va a aplicar
- Proveerse del equipamiento para la tecnología

## **2. Formar al personal sobre tecnología para el diagnóstico de equipos**

Se realiza un programa de formación continua para actualizar y mejorar el conocimiento del personal de mantenimiento, este programa de formación comprende básicamente la tecnología para el diagnóstico de equipos.

## **3. Preparar diagramas de flujo de procesos del Mantenimiento Predictivo**

En esta etapa se realiza el diagrama de flujo de procesos de la nueva tecnología adquirida.

## **4. Aplicar la tecnología de Mantenimiento Predictivo**

Se aplica la nueva tecnología en los equipos seleccionados con la utilización de los diagramas de flujo realizados anteriormente.

## **5. Mejorar la tecnología de diagnóstico: automatizar la toma de información, tele-transmisión y procesos vía internet.**

El mejoramiento de la tecnología de diagnóstico, consiste en la automatización parcial o total de una industria, con el fin de llevar un control de los parámetros que determinan el estado de los equipos para obtener valores exactos que permitan llevar a cabo con mayor exactitud los planes de mantenimiento.

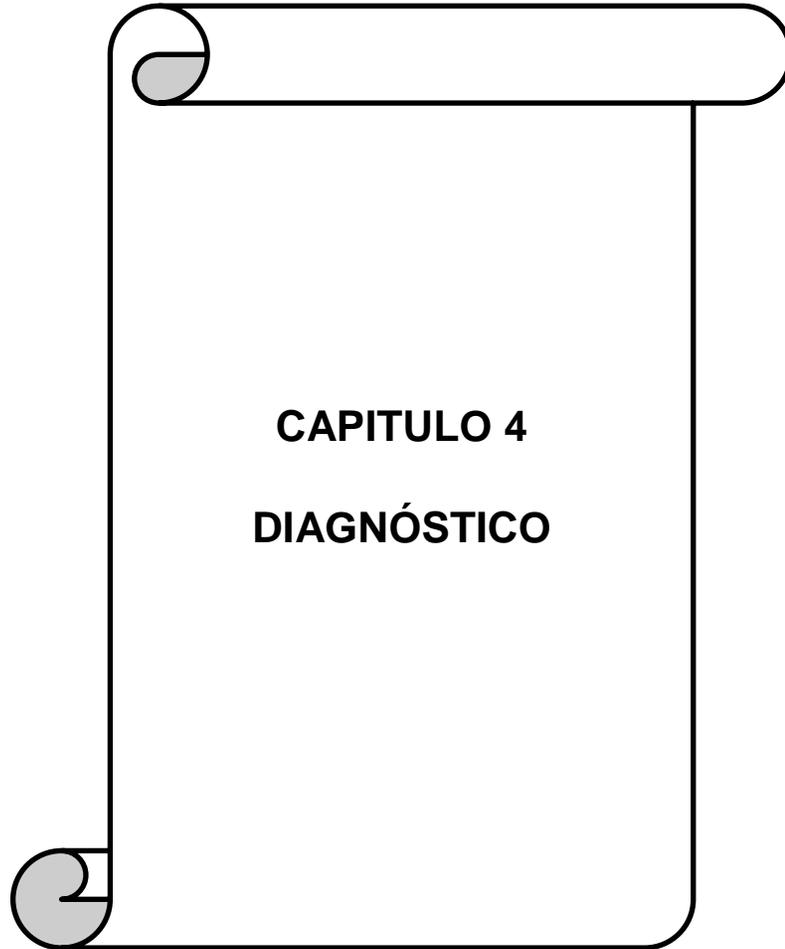
Para diagnosticar si una industria está o no apta para la ejecución de esta etapa del Mantenimiento Planificado, es necesario tener en cuenta los siguientes criterios:

- Tecnología existente
- Solvencia económica
- Prioridades y necesidades

#### **3.4.1.6 Etapa 6. Evaluación del Mantenimiento Planificado**

El Mantenimiento Planificado no solo concierne al departamento de mantenimiento, sino que en él confluyen los esfuerzos de todos los departamentos de la empresa. Por ellos, esta última etapa del establecimiento de un sistema de Mantenimiento Planificado tiene un interés especial, puesto que implica evaluar a toda la empresa como un conjunto compacto y sincronizado.

Así pues, examinar el Mantenimiento Planificado incluye no solo al equipo directamente implicado en la producción, sino también a los sistemas de apoyo (estándares de control, estándares técnicos, etc.). Estas evaluaciones permiten, en función de los resultados, revisar las estrategias de mantenimiento o aceptar nuevos retos.



**CAPITULO 4**  
**DIAGNÓSTICO**

## 4. DIAGNÓSTICO

El área de mantenimiento de la empresa lleva a cabo las tareas de mantenimiento correctivo pero no cuentan con ningún tipo de programa de mantenimiento, las tareas de mantenimiento las realizan cuando un equipo tiene una falla o avería. En este capítulo se identificaran cada una de las maquinas con las que cuenta la empresa

### 4.1 Características de los equipos

La empresa cuenta con 41 equipos de los cuales 29 se sitúan directamente en la línea de producción y se encuentran en las siguientes áreas: recepción de la fruta, esterilización, prensado, clarificación, palmisteria y caldera. A continuación en la siguiente Tabla 4.1 se muestran los equipos:

**Tabla 4.1.** Lista de los equipos de producción

Equipo	Nombre del área	Equipo	Nombre del área
Transportador de cadena	Recepción de la fruta	Digestor	
Esterilizador	Esterilización	Prensa Hidráulico	Prensado
Sistema hidráulico		Vibrador (tamiz)	
Panel de control de cocimiento. Compresor		Bomba de recuperación de aceite CCM3 (panel de control)	
Bomba de recuperación de condensado		Tanque de vacío	Clarificación
Transportador de cadena CCM1 (Panel de control)		Bomba para suministro de agua Bomba para almacenamiento de aceite CCM2 (panel de control)	
Desfrutador	Desfrutado	Válvula rotativa CCM4 (panel de control)	Palmisteria
Transportador de Tornillo		Caldera Filtro de agua CCM5 (panel de control)	Caldera
Banda transportadora			
Transportador de tornillo			
Transportador elevador de canasta			

#### 4.1.1 Condiciones actuales de la maquinaria

Los equipos se encontraron de la siguiente manera:

Recepción de la fruta:

- Transportador de cadena: le falta engrasado de la chumacera, presenta corrosión en la parte externa lateral, detalles de soldadura.

Esterilización:

- Esterilizador: en buenas condiciones
- Sistema hidráulico: en buenas condiciones
- Panel de control de cocimiento: ligeramente sucio de la parte externa.
- Compresor: muy sucio
- Bomba de recuperación de condensado: en buenas condiciones
- Transportador de cadena: le falta engrasado de la chumacera y presenta corrosión en la parte externa lateral.
- CCM1 (panel de control): ligeramente sucio.

Desfrutado:

- Desfrutador: en buenas condiciones
- Transportador de tornillo: fibra de la fruta enrollada en el eje
- Banda transportadora: desprendimiento de la cubierta de la banda debido al calor que la fruta desprende.
- Transportador de tornillo: fibra de la fruta enrollada en el eje
- Transportador elevador de canasta: le falta engrase de chumaceras

Prensado:

- Digestor: en buenas condiciones
- Prensa: sucio
- Sistema hidráulico: en buenas condiciones
- Vibrador (tamiz): sucio
- Bomba de recuperación de aceite: en buenas condiciones
- CCM3 (panel de control): en buenas condiciones

Clarificación:

- Tanque de vacío: en buenas condiciones
- Bomba para suministro de agua: en buenas condiciones
- Bomba para almacenamiento de aceite: en buenas condiciones
- CCM2 (panel de control): sucio

Palmisteria:

- Válvula rotativa: en buenas condiciones
- CCM4 (panel de control): sucio

Caldera:

- Caldera: en buenas condiciones
- Filtro de agua: sucio
- CCM5 (panel de control): sucio

## 4.2 Forma en la que se lleva acabo el mantenimiento

El mantenimiento en la empresa se va realizando conforme van ocurriendo las averías o por los formatos de orden de trabajo que entregan los operarios al área de mantenimiento. Así es como se proporciona mantenimiento correctivo a los equipos.

### 4.2.1 Solicitudes de orden de trabajo

El área de mantenimiento recibe alrededor de 3 solicitudes por mes, pero lo ha venido realizando pocos meses atrás por lo que no se cuenta con un registro de las reparaciones efectuadas en la empresa. A continuación se muestra la solicitud que se utiliza para las reparaciones:

<b>ZITHUALT SPR DE R.L.</b> CARRETERA COSTERA ESCUINTLA A VILLA COMALTITLAN, SN, CANTON BENITO JUAREZ, VILLA COMALTITLAN, CHIAPAS. <b>ORDEN DE TRABAJO</b>				
No.: ____ Fecha: _____				
Objeto	Descripción del trabajo solicitado			
Mantenimiento preventivo	<input type="checkbox"/>			
Mantenimiento correctivo	<input type="checkbox"/>			
Justificación				
Prioridad	Aprobado	Prorrogado	Fecha	Firma
ALTA MEDIA BAJA	Sí No			
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
Concepto	Materiales	Mano de obra requerida	Costo estimado	
Tipo de contratista	Fecha estimado de inicio	Fecha estimada de terminación		
Observaciones				

**Fig. 4.1** Formato de solicitud de orden de trabajo  
(Fuente: Zitihualt)

La empresa cuenta con 7 solicitudes de orden de trabajo con las cuales se procedió a la realización de un registro de estas para que ya se cuente con este tipo de registro. A continuación se muestra en la siguiente tabla 4.2.

**Registro de ordenes de trabajo  
Mayo - Noviembre 2012**

Averia	Acción Cambio (C)/ Reparación (R)	Paro SI / NO	Hrs de paro	Area	Fecha
Gusano del área de la prensa	C	SI	12	Prensa	02 de Mayo del 2012
Rosca bamida de la campana de aceite del tanque de clarificación	R	No		Clarificación	02 de julio del 2012
Válvula del esterilizador	C	No		Esterilización	18 de Septiembre del 2012
Disco de paso de válvula de la caldera	C	No		Caldera	18 de Septiembre del 2012
Flecha y tubo del transportador cruzado del recolector de fruta	R	SI	5	Recepcion de fruta	09 de Octubre del 2012
Contactora de la compresora	C	No		Esterilización	12 de Noviembre del 2012
Valeros de motor del área de lodos	C	No		Palmisteria	23 de Noviembre del 2012

**Tabla 4.2** Registro de órdenes de trabajo del mes de mayo a Noviembre

Como se observa en la tabla anterior no cuentan con un registro mayor de órdenes de trabajo, sin embargo no se han realizado reparaciones mayores que hayan causado muchos paros de producción.

### **4.3 Personal de mantenimiento**

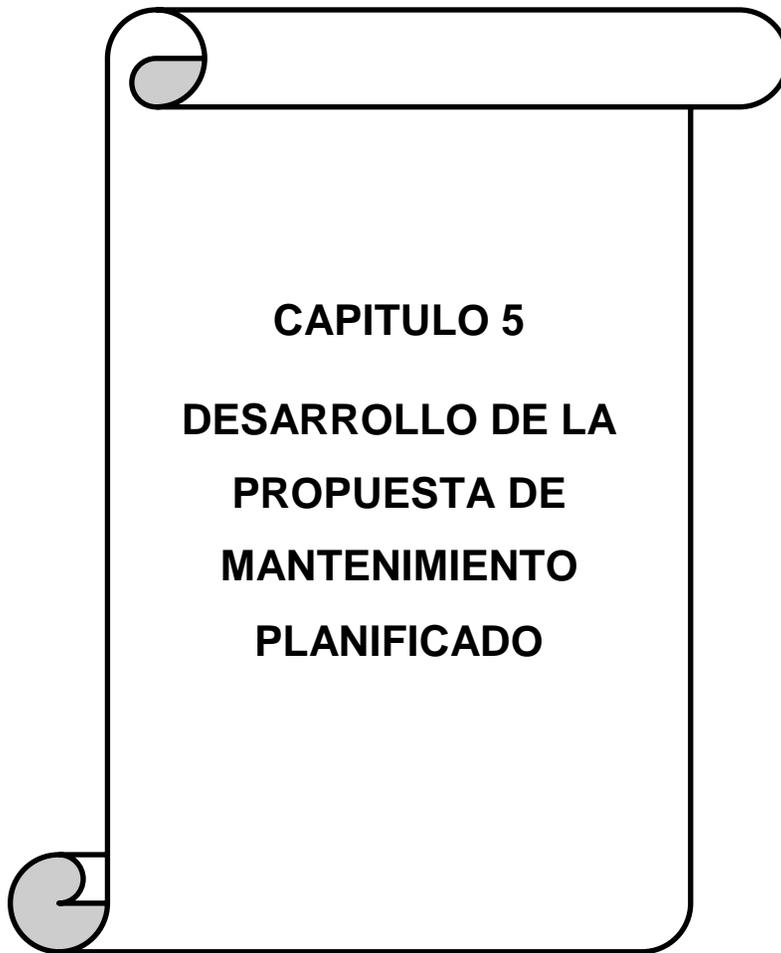
El área de mantenimiento cuenta con 6 personas para realizar el mantenimiento en la empresa de los cuales son:

- 1 Mecánico
- 1 Eléctrico
- 2 soldadores
- 1 ayudante
- El jefe del área de mantenimiento que se encarga de supervisar el mantenimiento.

### **4.4 Limitaciones de la empresa**

Algunas limitaciones en la empresa para el desarrollo del mantenimiento planificado son:

- Zitihualt no cuenta con registros de mantenimiento de la maquinaria.
- La empresa no cuenta con recursos humanos para poder darle continuidad o seguimiento al Mantenimiento Planificado.
- No le dieron continuidad a su programa de 5's por lo que se tiene que retomar o reiniciar con el programa.



**CAPITULO 5**  
**DESARROLLO DE LA**  
**PROPUESTA DE**  
**MANTENIMIENTO**  
**PLANIFICADO**

## **5. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO**

Se propone establecer el pilar de Mantenimiento Planificado en la empresa Zitihualt, con el fin de mejorar el funcionamiento de la maquinaria y así disminuir los paros de producción. Esto se realizará con la participación del área de mantenimiento, área de producción y todos los operarios de la línea de producción.

### **5.1 Generalidades**

Para llevar a cabo el Mantenimiento Preventivo (MP) primeramente se conoció el estado en el que se encuentran todos los equipos existentes en la línea de producción de Zitihualt. El MP se realizara de acuerdo a las siguientes actividades:

- Identificación de cada área del proceso para la línea de producción y clasificación de acuerdo a la primera letra del nombre del área.
- Identificación y clasificación de los equipos existentes en cada área del proceso de la línea de producción.
- Elaboración del programa de lubricación e inspección, con sus respectivos formatos para un óptimo control del programa de Mantenimiento preventivo.
- Elaboración de un cronograma para especificar las actividades de mantenimiento.

### 5.1.2 Clasificación de las áreas del proceso

A continuación se procede con la lista de la clasificación de las áreas que se muestran en la siguiente tabla 5.1.

**Tabla 5.1** Clasificación de las áreas de proceso

<b>CODIFICACIÓN</b>	<b>NOMBRE DEL ÁREA</b>	<b>FUNCIÓN</b>
R	Recepción de la fruta	Recepción del racimo de fruta fresca
E	Esterilización (Proceso de cocimiento)	Le da el cocimiento a la fruta por vapor a presión llegando a 3 Bar por un tiempo de 1 hora.
D	Desfrutado	La fruta ya cocida cae al transportador de cadena para luego caer el desfrutador, le quita la semilla por medio de una banda expulsa el racimo vacío (raquis).
P	Prensado	En esta área se extrae el aceite de la semilla por medio de una prensa hidráulica.
PA	Palmisteria	En esta área se recupera el coquillo de la fibra y la fibra se va por un ducto de aire para el área de caldera.
C	Clarificación	En esta área se extrae el aceite neto de las aguas del área de prensado por medio de clarificación por densidad.
CA	Caldera	Esta área es la que hace funcionar a toda la empresa ya que para la mayoría de las áreas se necesita vapor.

### 5.1.3 Identificación de equipos y clasificación en cada área

**Tabla 5.2** Identificación de equipos en cada área

<b>Departamento de Mantenimiento</b>			
Identificación de Equipos		Programa de Mantenimiento Preventivo	
<b>Clasificación</b>	<b>No. De Control</b>	<b>Equipo</b>	<b>Nombre del área</b>
R	RTR01	Transportador de cadena	Recepción de la fruta
E	EES01	Esterilizador	Esterilización
	EHI04	Sistema Hidráulico	
	EPC05	Panel de control	
	ECO07	Compresor	
	BCE08	Bomba de recuperación de condensado	
	MGE09	Transportador de tornillo	
D	CCE01	CCM1	Desfrutador
	DFD01	Desfrutador	
	TTD01	Transportador de Tornillo	
P	BTD03	Banda transportadora	Prensado
	DIP04	Digestor	
	PRP01	Prensa	
	HIP03	Hidráulico	
	VIP07	Vibrador (tamiz)	
	BTP10	Bomba	
C	CCMP11	CCM3	Clarificación
	TSC01	Tanque de vacío	
	BOC03	Bomba	
	BOC05	Bomba	
	BAC07	Bomba para almacenamiento de aceite	

	CCMC08	CCM2	
PA	VRPA01	Válvula rotativa	Palmisteria
	CCMP03	CCM4	
C	CAC01	Caldera	Caldera
	AC02	Filtro de agua	
	CCMC03	CCM5	
AL			Almacenamiento del aceite final

#### 5.1.4 Identificación de los equipos con sus componentes para mantenimiento

**Tabla 5.3** Identificación de los componentes de los equipos

<b>Departamento de Mantenimiento</b>		
Identificación de Equipos y sus componentes		Programa de Mantenimiento Preventivo
<b>No. De control</b>	<b>Equipo</b>	<b>Partes del equipo para mantenimiento</b>
RTR01	Transportador de cadena	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Motor</li> <li>▪ Acoplamiento</li> <li>▪ Eje de transmisión</li> <li>▪ Engranajes</li> <li>▪ Cadena de rodillo de doble paso</li> <li>▪ Chumaceras</li> <li>▪ Canal</li> </ul>
EES01	Esterilizador	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Chumaceras</li> <li>▪ Válvulas de entrada y salida de vapor</li> <li>▪ Medidor de la presión</li> </ul>
EHI04	Sistema Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pistones</li> <li>▪ Manómetros</li> <li>▪ Mangueras</li> </ul>
EPC05	Panel de control para el cocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema automático</li> <li>▪ Pantalla de control</li> <li>▪ Conectores</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Componentes eléctricos</li> </ul>
ECO07	Compresor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema automático</li> <li>▪ Medidor de la presión</li> <li>▪ Cabeza de compresión</li> <li>▪ Mangueras</li> <li>▪ Bandas</li> <li>▪ Motor</li> </ul>
BCE08	Bomba de condensado	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bomba</li> <li>▪ Cono para purgar</li> <li>▪ Bandas</li> <li>▪ Motor</li> </ul>
TTE09	Transportador de tornillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Engranés</li> <li>▪ Transportador de gusano</li> <li>▪ Canal</li> <li>▪ Motor</li> <li>▪ Conexiones de la caja</li> <li>▪ Chumaceras</li> </ul>
CCE01	CCM1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conectores</li> <li>▪ Interruptores</li> </ul>
DFD01	Desfrutador	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transportador de tornillo</li> <li>▪ Banda transportadora</li> </ul>
TTD01	Transportador de Tornillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Engranés</li> <li>▪ Transportador de gusano</li> <li>▪ Chumaceras</li> <li>▪ Canal</li> <li>▪ Motor</li> <li>▪ Conexiones de la caja</li> </ul>
THD01	Transportador Helicoidal	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Engranés</li> <li>▪ Transportador de gusano</li> <li>▪ Chumaceras</li> <li>▪ Canal</li> <li>▪ Motor</li> <li>▪ Conexiones de la caja</li> </ul>
TCD03	Transportador de canasta	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Chumaceras</li> <li>▪ Engranés</li> <li>▪ Canal</li> <li>▪ Motor</li> </ul>
DIP04	Digestor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Motor</li> <li>▪ Aspas giratorias</li> <li>▪ Medidor de temperatura</li> </ul>
PRP01	Prensa	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Motor</li> <li>▪ Gusanos helicoidales</li> <li>▪ Sistema Hidráulico</li> <li>▪ Panel de control</li> </ul>

HIP03	Sistema Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pistones</li> <li>▪ Medidor de la presión</li> <li>▪ Mangueras</li> </ul>
VIP07	Vibrador (tamiz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Malla metálica</li> <li>▪ Resortes</li> <li>▪ Motor</li> </ul>
BTP10	Bomba	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bomba</li> <li>▪ Cono para purgar</li> <li>▪ Bandas</li> <li>▪ Motor</li> </ul>
CCMP11	CCM3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conectores</li> <li>▪ Interruptores</li> </ul>
BTP10	Bomba	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bomba</li> <li>▪ Cono para purgar</li> <li>▪ Bandas</li> <li>▪ Motor</li> </ul>
	Bomba	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bomba</li> <li>▪ Cono para purgar</li> <li>▪ Bandas</li> <li>▪ Motor</li> </ul>
BAC07	Bomba para almacenamiento de aceite	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bomba</li> <li>▪ Cono para purgar</li> <li>▪ Bandas</li> <li>▪ Motor</li> </ul>
CCMC08	CCM2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conectores</li> <li>▪ Interruptores</li> </ul>
VRP01	Válvula rotativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Chumaceras</li> <li>▪ Motor</li> <li>▪ Cadena</li> <li>▪ Ventilador</li> </ul>
CCMP03	CCM4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conectores</li> <li>▪ Interruptores</li> </ul>
CAC01	Caldera	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Motor para inducción de aire</li> <li>▪ Medidor de presión</li> <li>▪ Tanque de almacenamiento de vapor</li> <li>▪ Válvulas de salida</li> <li>▪ Válvulas de seguridad</li> </ul>
AC02	Filtro de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Marcador de nivel</li> <li>▪ Motor</li> </ul>

		▪ Filtro
CCMC03	CCM5	▪ Conectores ▪ Interruptores

### 5.1.5 Programas de Mantenimiento Preventivo

Ya que se han identificado los equipos y sus componentes se prosigue con los programas siguientes:

- Programa de Inspección
- Programa de Lubricación
- Programa de limpieza

### 5.1.5.1 Programa de Inspección

Se realiza la inspección antes de que inicie la producción, la siguiente Tabla 5.4 indica donde hay que realizar la inspección.

**Tabla 5.4** Inspección de áreas

<b>ZITIHUALT SPR DE R.L.</b> CARRETERA COSTERA ESCUINTLA A VILLA COMALTITLAN, SN, CANTON BENITO JUAREZ, VILLA COMALTITLAN, CHIAPAS. <b>Inspección diaria</b>		
<b>Conceptos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Procedimientos</b>
<b>MOTORES ELECTRICOS Y REDUCTORES</b> - TEMPERATURA _____ - RUIDOS _____ - AMPERAJE _____ - NIVELES DE ACEITE Y GRASA _____ - R.P.M _____ - BANDAS _____	DESCRIPCION   LOCALIZACION DETALLADA	
<b>CCM'S</b> - GABINETES _____ - EQUIPOS DE CONTROL _____ - CONDUCTORES _____ - TERMINALES _____ - LIMPIEZA GENERAL _____	DESCRIPCION   LOCALIZACION DETALLADA	
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b> - TABLEROS _____ - INTERRUPTORES _____ - CONTACTOS _____ - ALUMBRADO _____ - OTROS _____	DESCRIPCION   LOCALIZACION DETALLADA	
<b>SISTEMA AUTOMATICO DEL ESTERILIZADOR</b> - LIMPIEZA GENERAL _____ - AJUSTE DE TERMINALES _____ - SISTEMA DE CONTROL _____ - CELENOIDES _____ - VÁLVULAS _____ - SENSORES _____ - EQUIPOS HIDRAULICOS _____	DESCRIPCION   LOCALIZACION DETALLADA	
<b>PRENSA</b> - NIVELES DE ACEITE Y ENGRASADO _____ - LIMPIEZA GENERAL _____ - RUIDOS _____ - EQUIPO HIDRAULICO _____ - DUCTOS _____ - VALVULAS _____	DESCRIPCION   LOCALIZACION DETALLADA	
<b>CALDERA</b> - LIMPIEZA GENERAL (TUBERIA INTERNA, TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA, VALVULAS ROTATIVAS, ETC) _____ - LIMPIEZA DE TUBERIA INTERNA _____ - NIVELES DE AGUA _____	DESCRIPCION   LOCALIZACION	

- SISTEMA AUTOMATICO _____	DETALLADA	
<b>TUBERIAS</b> - ABOLLADURAS _____ - FUGAS _____ - VALVULAS _____ - BRIDAS _____	DESCRIPCION  LOCALIZACION DETALLADA	
<b>CLARIFICACION</b> - LIMPIEZA GENERAL _____ - VÁLVULAS _____ - FUGAS _____ - TANQUES DE ALMACENAMIENTO (AGUA, LODOS). _____ - CAMPANA INTERNA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LODOS _____	DESCRIPCION  LOCALIZACION DETALLADA	
<b>Nota:</b> En caso necesario realizar una orden de trabajo		

#### 5.1.5.1.1 Hojas de inspección por equipo

Para poder entrar más a fondo en la inspección se prosigue con los formatos realizados para cada equipo. A continuación se muestra la tabla 5.5 como ejemplo el formato del sistema hidráulico. Para poder ver los formatos restantes ver **Anexo 6** (Hojas de inspección por equipo).

**Tabla 5.5** Hoja de inspección del sistema hidráulico

Hoja de inspección	Mantenimiento
Fecha: _____	<b>Equipo:</b> Sistema Hidráulico <b>Numero de control:</b> EHI04
1. Verificar el nivel de aceite	Normal                  Rellenar                  Cambiar
2. Verificar condiciones del medidor de la presión.	Bien                          Reemplazo
3. Condiciones de motor	Ruido                          Vibración                  Sucio  Voltaje: _____
Observaciones:	
Supervisor de mantenimiento  _____ Nombre	



### 5.1.5.2 Programa de lubricación

Tabla 5.6 Programa de Lubricación

Departamento de Mantenimiento					
Programación de lubricación		Elaboro: Fecha:			
Equipo	Numero de control	Lugar de lubricación	Frecuencia	Estándar de lubricante	Concepto/Cantidad
Transportador de cadena	RTR01	Motor	Semestral	ISO VG220	Lubricar/1 litro
		Engranés	Mensual	Omala 100	Rellenar
		Chumaceras	Mensual	Grasa Multilitio	Lubricar
		Cadena de rodillo	Mensual	Grasa Multilitio	Lubricar
Esterilizador	EES01	Chumaceras	Mensual	Grasa Multilitio	Lubricar
		Motor	Semestral	ISO VG220	Lubricar/1 litro
		Pistones	Semestral	Grasa Multilitio	Lubricar
Sistema Hidráulico	EHI04	Pistones	Semestral	Grasa Multilitio	Lubricar
		Motor	Semestral	ISO VG220	Lubricar/1 litro
		Aceite hidráulico	Semestral	ISO 68 MH-300	Cambiar/1.5 litros
Bomba de condensado	BCE08	Motor	semestral	ISO VG220	Lubricar/1 litro
Transportador de tornillo	TTE09	Caja simple del cojinete	semestral	Mobiltemp SHC 100	Rellenar
		Conexión de caja	Semanal	ISO 68 MH-300	Rellenar
		Sello mecánico	Semanal	Mobiltemp SHC 100	Cambiar



		Caja	Semestral	ISO 68 MH-300	Rellenar
Desfrutador	DFD01	Motor	Semestral	ISO VG220	Cambiar/1.5 litros
		Chumaceras	Mensual	Grasa Multilitio	Lubricar
		Gusano helicoidal	Bimestral	Grasa Multilitio	Lubricar
		Rodillo de la banda	Bimestral	Grasa Multilitio	Lubricar
Transportador de Tornillo	TTD01	Chumacera	Mensual	Grasa Multilitio	Lubricar
		Motor	Semestral	ISO VG220	Cambiar/1.5 litros
Transportador Helicoidal	THD01	Chumacera	Mensual	Grasa Multilitio	Lubricar
		Motor	Semestral	ISO VG220	Cambiar/1.5 litros
Transportador de canasta	TCD03	Chumacera	Mensual	Grasa Multilitio	Lubricar
		Motor	Semestral	ISO VG220	Cambiar/1.5 litros
		Cadena	Mensual	Grasa Multilitio	Rellenar
Digestor	DIP04	Motor	Semestral	ISO VG220	Cambiar/1.5 litros
		Conexión de caja	Semestral	Mobiltemp SHC100	Cambiar
		Aspa giratoria	Semestral	Grasa Multilitio	Cambiar
Sistema Hidráulico	HIP03	Pistones	Bimestral	Grasa Multilitio	Lubricar
		Motor	Semestral	ISO VG220	Cambiar/1.5 litros
		Aceite Hidráulico	Semestral	ISO 68 MH-300	Cambiar
Bomba para almacenamiento de aceite	BAC07	Motor	Semestral	ISO VG220	Cambiar/1.5 litros
Válvula rotativa	VRP01	Motor	Semestral	ISO VG220	Cambiar/1.5 litros
		Chumaceras	Mensual	Grasa Multilitio	Lubricar
		Motor del ventilador	Bimestral	ISO VG220	Lubricar
		Chumaceras	Mensual	Grasa Multilitio	Cambiar
Caldera	CAC01	Motor	Semestral	ISO VG220	Cambiar/1.5 litros
		Ventilador	Mensual	ISO VG220	Lubricar
Prensa	PRP01	Motor	Semestral	ISO VG220	Lubricar/1.5 litros
		Engranaje	Semestral	Omala 100	Rellenar
		Gusanos Helicoidales	Mensual	Grasa Multilitio	Cambiar
		Conexión de caja	Mensual	ISO 68 MH-300	Rellenar













### 5.1.5.3 Programa de limpieza

Tabla 5.8 Programa de limpieza

Departamento de Mantenimiento				
Programación de limpieza		Elaboro: Fecha:		
Equipo	Numero de control	Áreas a limpiar o componentes	Frecuencia	Herramientas a utilizar
Transportador de cadena	RTR01	Motor	Semestral	Limpieza con desengrasante
		Engranés	Mensual	Quitar grasa acumulada con la mano
		Cadena de rodillo	Mensual	Quitar fibra de la fruta con tijeras
Bomba de condensado	BCE08	Motor	semestral	Limpieza con desengrasante
Transportador de tornillo	TTE09	Tornillo	Mensual	Quitar fibra de la fruta con la mano
		Motor	Bimestral	Limpieza con desengrasante
Desfrutador	DFD01	Motor	Semestral	Limpieza con desengrasante
		Gusano helicoidal	Bimestral	Limpieza con desengrasante
		Cadena	Mensual	Limpieza con desengrasante
		Aspa giratoria	Semestral	Limpieza con brocha
Válvula rotativa	VRP01	Motor	Semestral	Limpieza con desengrasante
		Cono de válvula	semanal	Extraer fibra con la mano
		Motor	Semestral	Limpieza con desengrasante
Caldera	CAC01	Motor	Semestral	Limpieza con desengrasante
		Ventilador	Mensual	Brochas
Prensa	PRP01	Motor	Semestral	Limpieza con desengrasante
		Gusanos Helicoidales	Mensual	Limpieza con desengrasante

## 5.2.1. Etapa 1. Análisis y conocimiento de la condición actual operativa

### 5.2.1.1 Recopilación de información de los equipos

Es necesario obtener información técnica de los equipos con los que cuenta la empresa y para ello recurrimos a las placas que los equipos tienen. La información que se recopiló de los equipos son: marca, modelo, serie, datos de la placa. Ver anexo 1 (Ficha técnica de equipos). Los demás formatos se pondrán en la base de datos que más adelante se mencionará.

### 5.2.1.2 Codificar los equipos

Zitihualt no cuenta con un sistema de codificación para los equipos y es de suma importancia establecer una codificación propia. Esta consta de tres letras que corresponden, la primer letra al área y las dos restantes a las iniciales del equipo y dos dígitos que corresponden a la ubicación del equipo. A continuación se muestra en la figura 5.1 la etiqueta de codificación de equipos.

 <b>ZITIHUALT</b>	<b>Serie:</b>
	<b>Equipo:</b>
	<b>Sección a la que pertenece:</b>

**Figura 5.1.** Etiqueta de codificación de equipos

#### 5.2.1.4 Registro de análisis MTBF

La mayor limitante es que la empresa no cuenta con un registro de fallas, por lo tanto el indicador MTBF no se puede obtener, razón por el cual se propone el formato correspondiente para este indicador, y así facilitar la evaluación del estado del mantenimiento.

#### 5.2.1.5 Calculo del MTBF y MTTR

Tiempo medio entre fallas (MTBF) es el tiempo promedio que un equipo, máquina, línea o planta cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional. Se obtiene dividiendo el tiempo total de operación entre el número de paros por fallas.

Para obtener el tiempo promedio de operación normal entre fallas se calcula:

$$\text{MTBF} = \text{TTO} / \text{No. F}$$

Dónde:

TTO= Tiempo total de operación en el periodo.

No. F=Número total de fallas

Tiempo medio de restauración (MTTR<sub>t</sub>) es el tiempo promedio para restaurar la función de un equipo, maquinaria, línea o proceso después de una falla funcional. Incluye tiempo para analizar y diagnosticar la falla, tiempo para conseguir la refacción, tiempo de planeación, etc.

Este índice debe tender a bajar para indicar mejora en la mantenibilidad. Se calcula:

$$MTTR = TTR / \text{No. F}$$

Dónde:

TTR= Tiempo total empleado en restaurar la operación después de cada falla

No. F= Número de fallas totales

#### 5.2.1.6 Elaborar formato de la tabla MTBF

El diseño del formato MTBF se muestra en la tabla 5.7, adecuado a la empresa con el objetivo de concentrar la mayor cantidad de información de los equipos, de manera que se destaquen los problemas críticos o donde pueden ocurrir averías con mayor frecuencia.

Para la elaboración de esta tabla es necesario tener claro las definiciones mostradas en la Tabla 5.8. La descripción de la información que se debe llenar en el cuadro de registro se muestra en la Tabla 5.9 para optimizar el espacio es necesario reemplazar las operaciones por claves, como se establecen en la Tabla 5.10.

**Tabla 5.7** Tabla de análisis MTBF

 Zitihualt		Análisis MTBF					Equipo:		
		Fecha:		Realizado por:		Período:	Código:		
		No.	Operación	1	2	3			
								Modo de falla	Clave
								Causa de falla	
								Informe de reparaciones	
									

**Tabla 5.8** Descripción del contenido de tabla de MTBF

Contenido	Descripción
Grafico de producción	Muestra el volumen de producción de un equipo en intervalos de tiempo.
Grafico de MTBF	Muestra el intervalo de tiempo promedio que tarda cada uno de los estados del equipo en volver a ocurrir.
Grafico de MTR	Muestra el tiempo promedio que dura cada uno de los estados que ocurren en el equipo.
Grafico de costos de MTTO	Muestra el costo de mantenimiento en pesos por las actividades de mantenimiento en intervalo de tiempo.
Fecha	Es la fecha del inicio del registro
Realizado por	Persona que realizó el registro
Equipo	Es el nombre del equipo analizado.
Código	Es el código correspondiente al equipo
Período	Es el intervalo de tiempo de análisis
No	Es el número que se le asigna a cada operación
Operación	Es la descripción de cada una de las actividades de Mantenimiento Planificado, paradas no programadas, lubricación, limpieza y actividades relacionadas con el cuidado del equipo.
Cuadro de registros	Es el espacio en la tabla donde se registra toda la información relacionada a la operación en determinado tiempo.



### 5.2.1.7.1 Actividades de Mantenimiento Rutinario

#### ESTERILIZADOR:

- Revisar los instrumentos de medición de presión, temperatura y caudal.
- Revisar el empaque de la tapa y reponer cuando se observe fuga de vapor.
- Inspeccionar válvulas, tuberías y accesorios para garantizar que no existan fugas de vapor.
- Limpieza del equipo
- Limpieza del área del trabajo

#### DIGESTOR:

- Limpiar el digestor interiormente cada semana
- Inspeccionar semanalmente paletas de corte y arrastre.
- Revisar semanalmente camisas de desgaste.
- Limpiar exteriormente el digestor.
- Esta actividad debe realizarse a diario.
- Probar la exactitud de termómetros mensualmente. La precisión de estos instrumentos de medición puede revisarse cada año.

#### PRENSADO:

- Probar la exactitud de termómetros y manómetros mensualmente. La precisión de estos instrumentos de medición puede revisarse cada año.
- Revisar mensualmente la excéntrica en el sistema motor de cada prensa.
- Limpiar interiormente el equipo cada semana
- Limpiar exteriormente todos los días.

#### ALMACENAMIENTO:

- Limpieza de lodos sedimentados.  
Esta labor debe hacerse máximo con una frecuencia trimestral. Lo ideal es hacer ajustes contables con inventarios físicos reales cada mes, para lo cual debe retirarse todo el aceite de los tanques de almacenamiento y hacer un poso parcial del último carro tanque.
- Revisar mensualmente el peso de las boyas de los tanques de almacenamiento. Debe realizarse una inspección visual por lo menos cada semana.

## 5.3 Etapa 2. Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal

En esta esta etapa nos enfocaremos a las 5's ya que nos ayuda a mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. No es una cuestión de estética, sino de tratar de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal y la eficiencia y, en consecuencia, la calidad, la productividad y la competitividad de la organización.

### 5.3.1 5's

**Tabla 5.11** Implementación por etapas de las 5's

5's	Limpieza	Optimización	Formalización	Duración
	1	2	3	4
<b>Clasificar</b>	Separar lo que es útil de lo inútil	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer las normas de orden	<b>Estabilizar</b>
<b>Orden</b>	Tirar lo que es inútil	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	
<b>Limpieza</b>	Limpiar las instalaciones	Localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio a las mismas	
<b>Estandarizar</b>	Eliminar lo que no es higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar las gamas de limpieza	
<b>Disciplina</b>	Acostumbrarse a aplicar las 5's en el equipo de trabajo y respetar los procedimientos en el lugar de trabajo			
				<b>Mejorar</b>
				<b>Evaluar (Auditoría 5's)</b>

### 5.3.1.3 Propuesta de implementación de las 5's

#### 5.3.1.3.1 Clasificar (Seiri)

Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar.

#### 1. Identificar elementos innecesarios:

Listado de elementos innecesarios: Esta lista es complementada por el operario, encargado durante el tiempo en que se ha decidido realizar la campaña de clasificación. El formato para dicha lista se puede ver en la Tabla 5.12.

**Tabla 5.12** Lista de herramientas innecesarias

<b>PRIMERA "S" SEIRI</b> <b>SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y ELEMENTOS INNECESARIOS</b>		
Descripción de artículos	Cantidad	Justificación

Para poder recaudar más información se realizó una encuesta (Tabla 5.13) para poder estar al tanto de las opiniones de los operarios y determinar que tanto conocen con exactitud su área de trabajo y poder saber las situaciones que se puedan cambiar y/o mejorar.

**Tabla 5.13** Encuesta 5´S

ZITIHUALT		ENCUESTA 5´S	
			
I. MARQUE CON UNA "X" LA RESPUESTA A CADA PREGUNTA		SI	NO
1. Se tiene material acumulado en las área de trabajo			
2. Se han realizado malos trabajos debido a la suciedad			
3. Consideras que el área de trabajo esta ordenada			
4. Están los materiales y herramientas accesibles para su uso			
5. Tienes artículos en el área que no son tuyos y no sabes de quien son			
6. Esta a la vista lo que requieres para trabajar			
7. Se cuenta con materiales demás para hacer el trabajo			
8. Retiras la basura con frecuencia de tu área			
9. Cuentas con un área para colocar tus cosas personales			
10. Consideras que tu área de trabajo está limpia			
<b>II. RESPONDA BREVEMENTE</b>			
¿Qué te disgusta de tu área de trabajo?			
_____			
_____			
¿Qué arreglarías de tu área si tuvieras la oportunidad?			
_____			
_____			

## 2. Tarjetas de color

Las tarjetas rojas son colocadas en los artículos que no son necesarios. Después se llevan a almacenamiento y de ahí posteriormente si se confirma que realmente no son necesarios, se dividen de dos formas: los que son útiles en un área y los que son inútiles los cuales son descartados. En la siguiente Tabla 5.14 se muestra la tarjeta roja que se utilizará.

**Tabla 5.14** Tarjeta roja

<b>Tarjeta Roja</b>		
<b>Nombre del Artículo</b>		<b>Folio No.</b> ____
<b>Categoría</b>	1. Maquinaria 2. Accesorios y herramientas 3. Instrumento de medición 4. Refacción 5. Limpieza o pesticidas 6. Otros	
<b>Fecha</b>	<b>Localización</b>	
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor \$</b>
<b>Razón</b>	1. No se necesitan 2. Defectuoso 3. Uso desconocido 4. Obsoleto 5. No es del área 6. Otros	
<b>Consideraciones especiales de almacenaje</b>		
1. Frágil    2. Ventilación especial    3. Máxima altura _____ cajas		
<b>Elaborado por:</b>	<b>Área</b>	
<b>Forma de desecho</b>	1. Tirar 2. vender 3. Mover a otro almacén 4. Regresar a proveedor interno o externo 5. Otros	<b>Desecho completo</b>  <b>Firma autorizada</b>
<b>Fecha de desecho</b>	<b>Firma de autorización</b>	<b>Vender o tirar</b>

### **5.3.1.3.2 Orden (Seiton)**

#### **1. Orden**

El orden es la esencia de la estandarización, un sitio de trabajo debe estar completamente ordenado antes de aplicar cualquier tipo de estandarización.

#### **2. Marcación de la ubicación**

Una vez que se ha decidido las mejores localizaciones, es necesario un modo para identificar estas localizaciones de forma que cada uno sepa dónde están las cosas, y cuantas cosas de cada elemento hay en cada sitio. Para esto se pueden emplear:

- Indicadores de ubicación
- Indicadores de cantidad
- Letreros y tarjetas
- Nombre de las áreas de trabajo
- Localización de stocks
- Lugar de almacenaje de equipos
- Procedimientos estándares
- Disposición de maquinas
- Puntos de limpieza y seguridad

### 5.3.1.3.3 Limpieza (Seiso)

Se pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y la conservación de la clasificación y el orden de los elementos. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución. Como en el caso de la figura 5.2 que muestra un equipo sin limpieza.



Figura 5.3 Equipos sucios

## 1. Preparar el manual de limpieza

Es útil elaborar un manual de entrenamiento para la limpieza, este manual debe incluir:

- Propósito de limpieza
- Fotografía del área o equipo donde se indique la asignación de zonas o partes del sitio de trabajo.
- Fotografías del equipo humano que interviene
- Elementos de limpieza necesarios y de seguridad

Se debe insistir que la limpieza es un evento importante para aprender del equipo e identificar a través de la inspección las posibles mejoras que requiere el equipo.

La información debe guardarse en fichas amarilla como en la Tabla 5.15 para su posterior análisis y planificación de las acciones correctivas. Esta técnica será muy útil para ayudar a difundir prácticas y acciones de mejora a los compañeros del área de trabajo. Se emplea para estandarizar acciones, informar sobre posibles problemas de seguridad, conocimiento básico sobre el empleo de un producto de limpieza, etc.

Con esta técnica se podrá mantener actualizado al personal sobre cualquier cambio o mejora en los métodos de limpieza.

**Tabla 5.15** Tarjeta amarilla

<b>Tarjeta Amarilla</b>	
<b>Área</b>	<b>Folio No.</b>
<b>Categoría</b>	1. Agua 2. Aceite 3. Polvo 4. Material 5. Mal funcionamiento de equipo. 6. Condiciones de las instalaciones 7. Acciones del personal
<b>Fecha</b>	<b>Localización</b>
<b>Descripción del problema</b>	
<hr/> <hr/>	
<b>Soluciones</b>	
<b>Acción correctiva implementada</b>	
<hr/> <hr/>	
<b>Solución definitiva propuesta</b>	
<hr/> <hr/>	
<b>Elaborado por:</b>	
<hr/>	

#### **5.3.1.3.4 Estandarizar (Seiketsu)**

La estandarización se recomienda que se realice de la siguiente forma:

- Limpiando con regularidad establecida
- Manteniendo todo en su sitio y orden
- Establecer procedimientos y planes para mantener orden y limpieza

#### **5.3.1.3.5 Disciplina (Shitsuke)**

Los pasos para crear disciplina son:

- Uso de ayudas visuales, como un pizarrón informativo
- Recorridos de las áreas, por parte de los directivos
- Publicación de fotos del antes y después
- Boletines informativos y carteles
- Establecer rutinas diarias de aplicación como 5 minutos de 5's

## 5.4 Etapa 3. Establecimiento de un sistema de control de la información

Para iniciar en esta etapa es conveniente iniciar con un nivel bajo - medio, con computadoras personales y programas informáticos sencillos y fáciles de utilizar por todos los empleados, para pasar más adelante a otros niveles más sofisticados.

El Sistema de control de la información constará de dos bases de datos, una donde se manejará todo lo relacionado a principios operativos de las maquinarias. La segunda base de datos contiene datos como fallos y mantenimiento del equipo. Ver Anexo No. 6 Pero como la empresa no tiene un registro del mantenimiento y averías, se deja la base de datos para su posterior llenado. A continuación se muestra la portada de la base de datos en la figura 5.3.

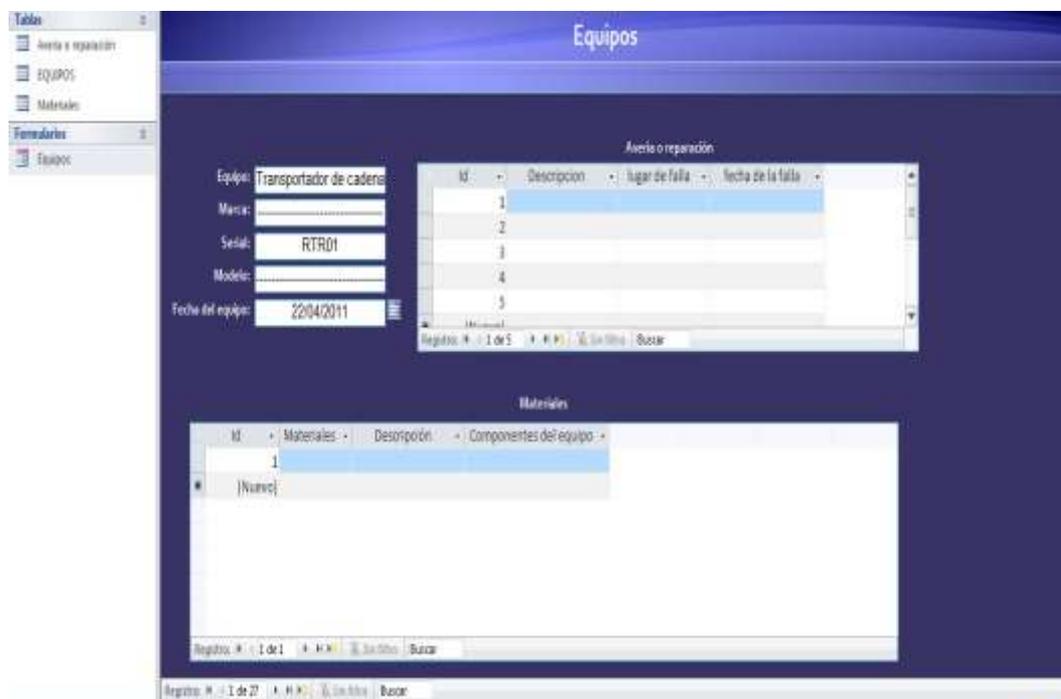


Figura 5.4. Base de datos de registro de equipos y mantenimiento.

## **5.5 Etapa 6. Evaluación del Mantenimiento Planificado**

Ya que no se llegó a implementar el Mantenimiento Planificado no se pueden tener resultados para poder llegar a la evaluación. Siendo así se da por terminada esta última etapa de la propuesta.



## 6. RESULTADOS

Con esta propuesta se logró que la empresa adoptara la metodología de las 5's ya que durante la inspección que se llevó a cabo se percató de que los equipos se encontraban muy sucios y no se les daba la limpieza adecuada a los equipos por esta razón se le dio prioridad a la implementación de 5's.

### 6.1 Implementación de 5's

Al implementar 5's se vieron las mejoras en los equipos al clasificar las herramientas, poner en orden las cosas, mantener limpio el área de trabajo. Se aplicó la primera y segunda S, Seiri y Seiton en el almacén. A continuación se muestra en la figura 6 el antes y el después del almacén.



**Figura 6.1** Antes de implementar 5's



**Figura 6.2** Después de aplicar 5's

Se prosiguió la aplicación de la tercera S (Seiso) en el área de producción de la empresa ya que los equipos se encontraban muy sucios y no se le daba la limpieza necesaria. A continuación en la figura 6.3 se muestra la aplicación de la tercera S (Seiso).



**Figura 6.3** Antes y después de la aplicación de Seiso (Limpieza)

Ya que se implementaron se obtuvieron los siguientes resultados en la Tabla 6.1.

**Tabla 6.1** Formato de evaluación

<b>FORMATO DE EVALUACIÓN</b>		<b>Calif.</b>
<b>Seleccionar</b>		
Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso		3
El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso		3
Existen objetos sin uso en los pasillos		2
Pasillos libres de obstáculos		2
Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso		0
Se cuenta con solo lo necesario para trabajar		0
Los cajones se encuentran bien ordenados		3
Se ven partes o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado		1
Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente		0
El área de está libre de cajas de papeles u otros objetos		0
<b>Ordenar</b>		
Las áreas están debidamente identificadas		1
No hay unidades encimadas en las áreas de trabajo		2
Los botes de basura están en el lugar designado para éstos		3
Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos)		0
Todas las identificaciones en los estantes de material están actualizadas y se respetan		3
<b>Limpiar</b>		
Los esquipos se encuentran limpios		1
Las herramientas de trabajo se encuentran limpias		3
Las áreas estan libre de basura y herramientas que obstrullan el paso		0
Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias		1
Las mesas están libres de polvo, manchas y componentes de scrap o residuos.		2
Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida		3

**Guía de calificación**

- 0 = No hay implementación
- 1 = Un 30% de cumplimiento
- 2 = Cumple al 65%
- 3 = Un 95% de cumplimiento

### Evaluación 5 S's

Fecha \_\_\_\_\_

	Porcentajes	Puntos
General	54%	44
Selección	47%	14
Orden	57%	12
Limpieza	67%	10

Regular	Bien	Excelente
> 50 %	> 70 %	> 90 %

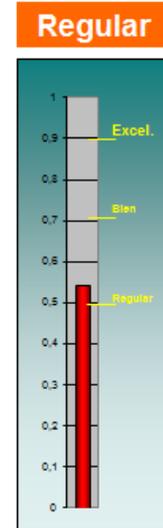
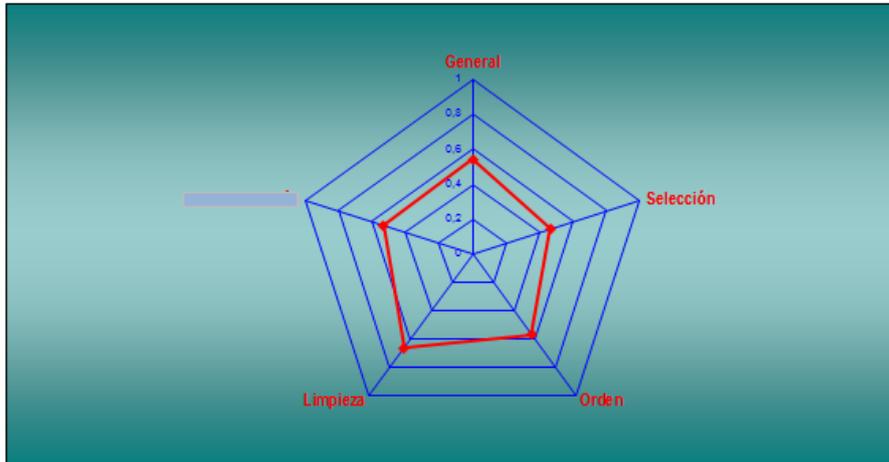


Figura 6.4 Evaluación de 5's

Solo se obtuvieron resultados de las primeros 3'S ya que por cuestiones de tiempo no se pudieron implementar las dos S restantes.

## 6.2 Inspección de Rutina

La inspección de rutina es fundamental para detectar algunos desperfectos o mal funcionamientos de los equipos, y así evitar ocasionar un paro en la producción antes de que tenga una avería más grave. En la figura 6.4 ,6.5 y 6.6 se muestra donde se le está dando mantenimiento a los equipos después de haber realizado la inspección.



**Figura 6.5** Bomba de lodos cambio de empaques por fuga



**Figura 6.6** Aplicando soldadura en las bases de la bomba de recuperación de aceite



**Figura 6.7** Cambio de roscas barridas al cubre cadena por la corrosión

### 6.3 Sistema de control de la información

Se elaboró un sistema de información (Base de datos) en Excel® con el fin de mantener toda la información posible acerca de los equipos, ordenes de trabajo, fichas técnicas, registro de mantenimiento, lubricación. A continuación se muestra en la figura 6.7 la portada del sistema de información de Zitihualt.



Figura 6.8 Sistema de control de información de Zitihualt

## 6.4 Programa de lubricación

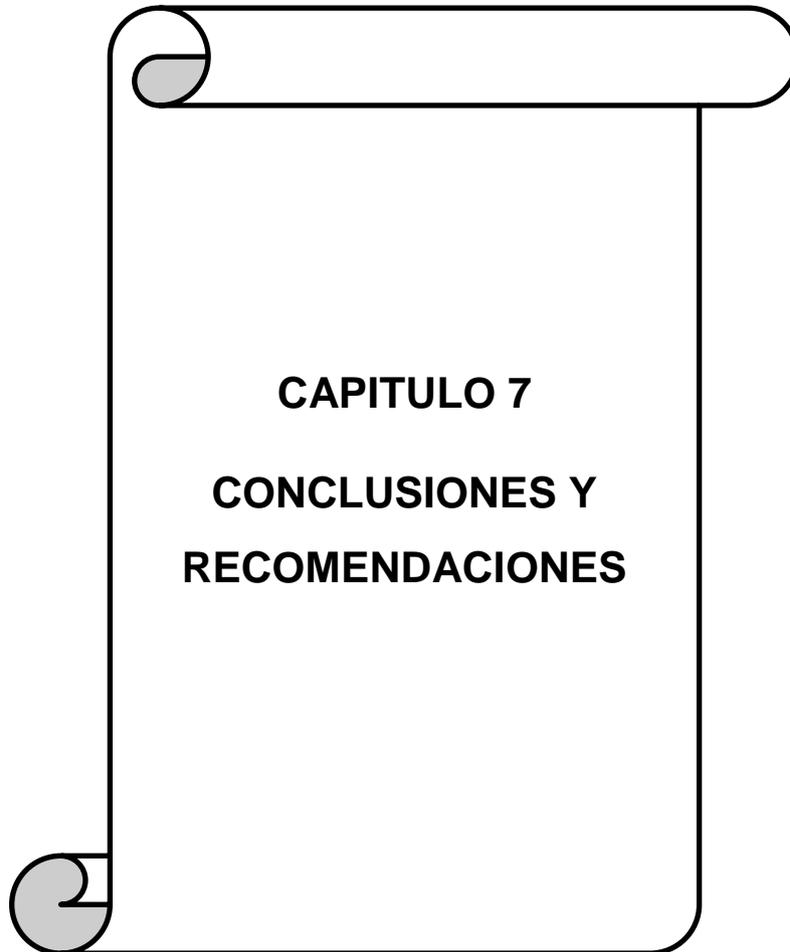
Se llevó a cabo el programa de lubricación y engrasado de los equipos de acuerdo al programa establecido en el capítulo anterior, y se pudo realizar la lubricación por ejemplo en la figura 6.8 cambio de aceite y en la figura 6.8 engrasado de cadena.



**Figura 6.9** Cambio de aceite a uno de los motores en el área de desfrutador  
(Fuente: Recopilación propia)



**Figura 6.10** Engrasado de la cadena en el área de desfrutador



**CAPITULO 7**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

## **7. Conclusiones y recomendaciones**

### **7.1 Conclusiones**

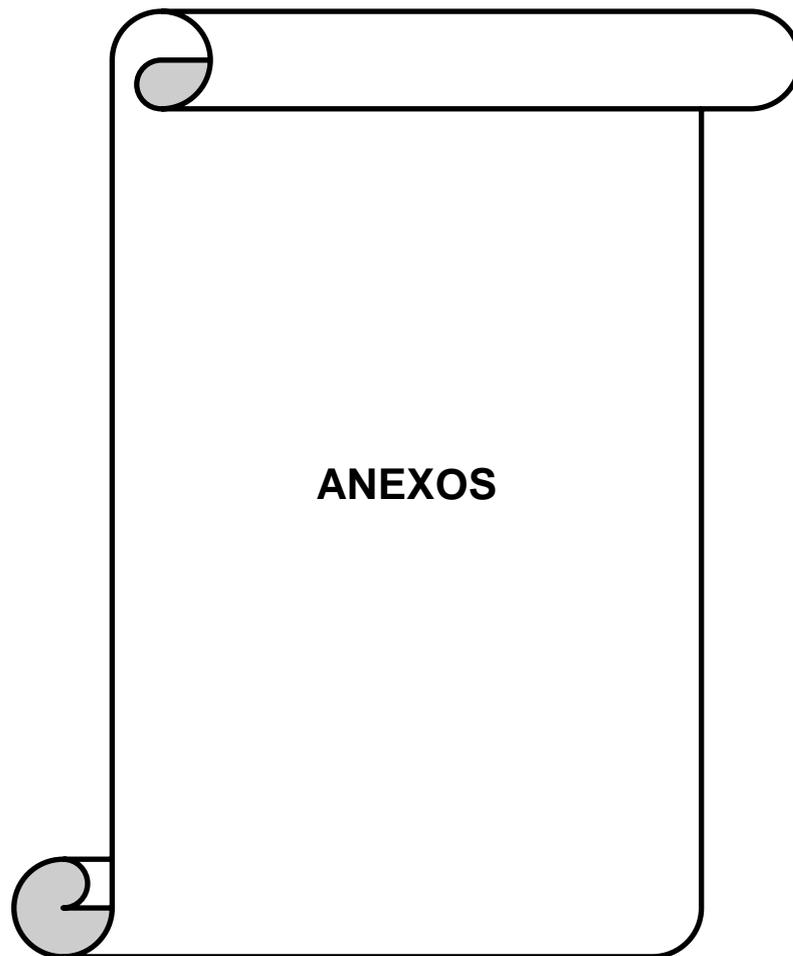
La empresa implementará la propuesta de Mantenimiento Planificado en Enero 2013, ya que se le dio prioridad al proceso de certificación por el que estaban pasando. Solo se pudo implementar 5´s, inspecciones de rutinas, programa de lubricación como se mencionó en el capítulo anterior.

En la empresa no cuenta con registros de averías, de equipos, mantenimiento, etc. es por ello que se realizó un sistema de información en una base de datos de Excel ® que ayudará a conocer los equipos de la empresa.

### **7.2 Recomendaciones**

- Que con el sistema de información realizado en Excel ®, se registren todos los datos posibles ya que será de suma importancia que la empresa lo siga llevando a cabo para obtener datos con facilidad en un futuro.
- Adquirir el software SKF Lubrication Planner ® para tener un mejor manejo de los días de lubricación de los equipos.
- Contratar por lo menos a dos personas para el equipo de Mantenimiento, ya que no se cuenta con el personal suficiente para que se pueda llevar con éxito este programa.

- Mantener vigente las 5´S.
- Se propone que con el registro de fallas obtenido se calcule el índice MTBF y MTTR.
- Cuando se pretenda a implementar el programa de Mantenimiento Planificado, concientizar al personal antes de llevarlo a cabo.



## ANEXOS

### 1. Ficha técnica de equipos

 <b>ZITHUALT</b>		<b>Ficha Técnica de Equipos</b>		Programa de Mantenimiento de Equipos	
Hecho Por:		Esterilizador		Fecha:	
Hecho Por:		Fecha:		Aprobado por:	
<b>DESCRIPCIÓN FÍSICA</b>		Es un recipiente de acero, el cual es llenado de agua caliente (60° C a 80° C) hasta un nivel predeterminado, donde se introducen los racimos de frutas fresca (RFF) hasta completar el nivel de llenado. El agua caliente se impregna y satura los tallos, minimizando la absorción de aceite presente en el proceso de cocción. Una vez cerrada herméticamente la tapa superior, se procede al desalajo total del agua (reciclable), creando un vacío el cual es sustituido por vapor a presión (45 psi) logrando una cocción totalmente homogénea.			
<b>MODELO</b>		LPHX 45316 AB			
<b>MARCA</b>		STERLING FLUID SYSTEM			
<b>SERIAL</b>		D-07-110679-01			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>					
<b>INSTRUCCIONES DE USO</b>		Para poder operar el esterilizador se realiza lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar que las válvulas de vapor estén cerradas en forma automática</li> <li>- Verificar que las puertas estén cerradas herméticamente                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poner en el programa 1 del panel de control</li> </ul> </li> <li>- Verificar que estén en OFF todos los botones excepto el de encendido</li> <li>- Presionar el botón verde (start) durante 5 segundos</li> </ul>			
<b>CARACTERÍSTICAS DE USO</b>		El tiempo de cocción de la fruta es corta, solo 60 minutos en el ciclo. Dentro del cilindro no queda espacio de aire porque es desplazado por el agua. Reduce las pérdidas de aceite en esta área.			
<b>FUNCION</b>		Desfogue por la parte inferior del esterilizador <ul style="list-style-type: none"> <li>- Purga continua automatizada (tubería condensado)</li> <li>- Ciclos de expansión y compresión violentos</li> <li>- Monitoreo continuo de presiones y temperaturas en la esterilización</li> </ul>			

	<b>Ficha Tecnica de Equipos</b>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Puerta de Esterilizador inferior</div>	Programa de Mantenimiento de Equipos
Hecho Por:	Fecha:	Aprobado por:

<b>DESCRIPCIÓN FISICA</b>	Es la puerta inferior del esterilizador esta cerrada herméticamente por el sistema hidráulico, aguanta una presión de 350 (51 psi)	
MODELO	1200 0/DX 350 KPA	
MARCA	WANG YUEN CLUTCH DOOR	
SERIAL	KWY/1200/032L/A	
ESPECIFICACIONES TECNICAS		
INSTRUCCIONES DE USO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. encender el sistema hidráulico</li> <li>2. Presionar el boton close hasta que cierre la puerta</li> <li>3. Presionar el boton lock hasta que se asegure la puerta</li> <li>4. apagar el sistema hidráulico</li> </ol>	
FUNCION	Su funcion es cerrar el esterilizador herméticamente para poder iniciar el proceso de cocimiento	

	<b>Ficha Técnica de Equipos</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Puerta de Esterilizador superior</div>		Programa de Mantenimiento de Equipos
Hecho Por:	Fecha:	Aprobado por:	
<b>DESCRIPCIÓN FÍSICA</b>	Es la puerta superior del esterilizador esta cerrada herméticamente por el sistema hidráulico, aguanta una presión de 350 (51 psi)		
MODELO	1200 0/DX 350 KPA		
MARCA	WANG YUEN CLUTCH DOOR		
SERIAL	KWY/1200/032L/A		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
INSTRUCCIONES DE USO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. encender el sistema hidráulico</li> <li>2. Presionar el boton close hasta que cierre la puerta</li> <li>3. Presionar el boton lock hasta que se asegure la puerta</li> <li>4. apagar el sistema hidráulico</li> </ol>		
FUNCIÓN	Su función es cerrar el esterilizador herméticamente para poder iniciar el proceso de cocimiento		



**Anexo 3. Encuesta 5's**

ZITIHUALT	ENCUESTA 5'S	
I. MARQUE CON UNA "X" LA RESPUESTA A CADA PREGUNTA	SI	NO
1. Se tiene material acumulado en las área de trabajo		
2. Se han realizado malos trabajos debido a la suciedad		
3. Consideras que el área de trabajo esta ordenada		
4. Están los materiales y herramientas accesibles para su uso		
5. Tienes artículos en el área que no son tuyos y no sabes de quien son		
6. Esta a la vista lo que requieres para trabajar		
7. Se cuenta con materiales demás para hacer el trabajo		
8. Retiras la basura con frecuencia de tu área		
9. Cuentas con un área para colocar tus cosas personales		
10. Consideras que tu área de trabajo está limpia		
<b>II. RESPONDA BREVEMENTE</b>		
¿Qué te disgusta de tu área de trabajo?		
_____		
_____		
¿Qué arreglarías de tu área si tuvieras la oportunidad?		
_____		
_____		



**Anexo 5. Tarjeta amarilla**

<b>Tarjeta Amarilla</b>	
<b>Área</b>	<b>Folio No.</b>
<b>Categoría</b>	1. Agua 2. Aceite 3. Polvo 4. Material 5. Mal funcionamiento de equipo. 6. Condiciones de las instalaciones 7. Acciones del personal
<b>Fecha</b>	<b>Localización</b>
<b>Descripción del problema</b>	
<hr/> <hr/>	
<b>Soluciones</b>	
<b>Acción correctiva implementada</b>	
<hr/> <hr/>	
<b>Solución definitiva propuesta</b>	
<hr/> <hr/>	
<b>Elaborado por:</b>	

### Anexo 6. Hojas de inspección por equipo

Hoja de inspección	Mantenimiento		
Fecha: _____	<b>Equipo:</b> Bomba de condensado <b>Numero de control:</b> BCE08		
1. Verificar condiciones de la bomba	Ruido	Vibración	Sucio
2. Verificar el estado de las bandas	Normal	En mal estado	Reemplazo
3. Verificar condiciones del cono de purgación	Bien                      Reemplazo		
4. Condiciones de motor	Ruido	Vibración	Sucio
Observaciones:			
Supervisor de mantenimiento  _____ Nombre			

Hoja de inspección	Mantenimiento		
<b>Fecha:</b> _____	<b>Equipo:</b> Transportador de tornillo <b>Numero de control:</b> TTE09		
1. Verificar nivel de grasas del equipo.	Normal	Rellenar	Cambiar
2. Verificar las condiciones de sellos mecánicos	Normal	En mal estado	Reemplazo
3. Verificar el desgaste de los tornillos transportadores	Bien	Reemplazo	
4. Condiciones de motor	Ruido  Voltaje: _____	Vibración	Sucio
5. Verificar chumaceras	Normal	Bien	Cambiar
Observaciones:			
Supervisor de mantenimiento  _____ Nombre			

Hoja de inspección	Mantenimiento
Fecha: _____	Equipo: Desfrutador Numero de control: DFD01
1. Verificar la banda transportadora	Normal      En mal estado      Reemplazo
2. Verificar la condición del tambor desgranador	Ruido                  Vibración                  Sucio
3. Verificar los tornillos transportador	Desviación                  tornillo en mal estado
4. Condiciones de motor	Ruido                  Vibración                  Sucio Voltaje: _____
Observaciones:	
Supervisor de mantenimiento  _____ Nombre	

Hoja de inspección	Mantenimiento		
<b>Fecha:</b> _____	<b>Equipo:</b> Transportador de tornillo <b>Numero de control:</b> THD01		
1. Verificar nivel de grasas del equipo.	Normal	Rellenar	Cambiar
2. Verificar las condiciones de sellos mecánicos	Normal	En mal estado	Reemplazo
3. Verificar el desgaste de los tornillos transportadores	Bien	Reemplazo	
4. Condiciones de motor	Ruido	Vibración	Sucio
5. Verificar chumaceras	Normal	Bien	Cambiar
Observaciones:			
Supervisor de mantenimiento _____ Nombre			

Hoja de inspección	Mantenimiento		
Fecha: _____	<b>Equipo:</b> Transportador de canasta <b>Numero de control:</b> EES01		
1. Verificar nivel de grasa en la cadena	Normal	Rellenar	Cambiar
2. Verificar las canastas	Normal	En mal estado	Reemplazo
3. Verificar condiciones de la chumaceras	Bien	Reemplazo	
4. Condiciones de motor	Ruido	Vibración	Sucio
Observaciones:			
<p style="text-align: center;">Supervisor de mantenimiento</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">Nombre</p>			

Hoja de inspección	Mantenimiento
<b>Fecha:</b> _____	<b>Equipo:</b> Digestor <b>Numero de control:</b> DIP04
1. Verificar nivel de grasa en las chumaceras.	Normal      Rellenar      Cambiar
2. Verificar las condiciones de las aspas giratorias	Normal      En mal estado      Reemplazo
3. Verificar condiciones del medidor de la temperatura.	Bien      Reemplazo
4. Condiciones de motor	Ruido      Vibración      Sucio Voltaje: _____
5. Verificar niveles de aceite	Normal      Bajo      Rellenar      Cambiar
Observaciones:	
Supervisor de mantenimiento _____ Nombre	

Hoja de inspección	Mantenimiento
<b>Fecha:</b> _____	<b>Equipo:</b> Prensa <b>Numero de control:</b> PRP01
1. Verificar las fugas	Vapor      Aceite      Agua
2. Verificar las válvulas de entrada y salida de vapor.	Normal      En mal estado      Reemplazo
3. Verificar condiciones del medidor de la presión.	Bien      Reemplazo
4. Condiciones de motor	Ruido      Vibración      Sucio Voltaje: _____
5. Verificar gusanos Helicoidales	Desviación      Mal estado      Sucio      Ruido
Observaciones:	
Supervisor de mantenimiento _____ Nombre	

Hoja de inspección	Mantenimiento		
<b>Fecha:</b> _____	<b>Equipo:</b> Vibrador (tamiz) <b>Numero de control:</b> VIP07		
1. Verificar nivel de grasa en los resortes	Normal	Rellenar	Cambiar
2. Verificar los resortes	Normal	En mal estado	Reemplazo
3. Verificar la malla metálica	Bien	Reemplazo	
4. Condiciones del tamiz	Ruido	Sucio	
Observaciones:			
Supervisor de mantenimiento _____ Nombre			

Hoja de inspección	Mantenimiento		
<b>Fecha:</b> _____	<b>Equipo:</b> Válvula rotativa <b>Numero de control:</b> VRP01		
1. Verificar nivel de grasa en las chumaceras.	Normal	Rellenar	Cambiar
2. Verificar la cadena	Normal	En mal estado	Reemplazo
3. Verificar condiciones del ventilador	Bien	Reemplazo	
4. Condiciones de motor	Ruido	Vibración	Sucio
Observaciones:			
Supervisor de mantenimiento _____ Nombre			

Hoja de inspección	Mantenimiento
Fecha: _____	Equipo: CCM1 Numero de control: CCE01
1. Verificar conductores	Normal      En mal estado      Reemplazo
2. Verificar los interruptores.	Normal      En mal estado      Reemplazo
Observaciones:	
Supervisor de mantenimiento _____ Nombre	
Hoja de inspección	Mantenimiento
Fecha: _____	Equipo: CCM2 Numero de control: CCE01
1. Verificar conductores	Normal      En mal estado      Reemplazo
2. Verificar los interruptores.	Normal      En mal estado      Reemplazo
Observaciones:	
Supervisor de mantenimiento _____ Nombre	

Hoja de inspección	Mantenimiento
Fecha: _____	Equipo: CCM3 Numero de control: CCE01
1. Verificar conductores	Normal      En mal estado      Reemplazo
2. Verificar los interruptores.	Normal      En mal estado      Reemplazo
Observaciones:	
Supervisor de mantenimiento _____	
Nombre	
Hoja de inspección	Mantenimiento
Fecha: _____	Equipo: CCM4 Numero de control: CCE01
1. Verificar conductores	Normal      En mal estado      Reemplazo
2. Verificar los interruptores.	Normal      En mal estado      Reemplazo
Observaciones:	
Supervisor de mantenimiento _____	
Nombre	

Hoja de inspección	Mantenimiento		
Fecha: _____	Equipo: CCM5 Numero de control: CCE01		
1. Verificar conductores	Normal	En mal estado	Reemplazo
2. Verificar los interruptores.	Normal	En mal estado	Reemplazo
Observaciones:			
Supervisor de mantenimiento			
_____			
Nombre			

Hoja de inspección	Mantenimiento		
Fecha: _____	Equipo: Caldera Numero de control: CAC01		
1. Verificar la inducción del aire	Ruido	Sucio	
2. Verificar las válvulas de salida de vapor.	Normal	En mal estado	Reemplazo
3. Verificar condiciones del medidor de la presión.	Bien	Reemplazo	
4. Condiciones de motor	Ruido Voltaje: _____	Vibración	Sucio
5. Verificar tanque de almacenamiento de vapor	Buen estado	Ruido	
6. Verificar sellos mecánicos o empaques	Bien	Reemplazo	
Observaciones:			
Supervisor de mantenimiento			
_____			
Nombre			

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cuatrecasas Luis;(2010);"TPM: Hacia la competitividad través de la eficiencia de los equipos de producción", ed. Gestión. Pp. 163-181.
2. Cuatrecasas Luis, Torrell Martínez Francesca;(2010); TPM en un entorno Lean Management; ed. Profit, Barcelona, España, Pp. 45-80.
3. Ginder Andrew P., Robinson Charles J.:(1995); Implementig TPM. The North American Experience; ed. Productivity Press. Portland, Oregon. Pp 93-136.
4. González Fernández Francisco Javier; (2005); Teoría y práctica del Mantenimiento industrial avanzado; ed. FC, 2ª edición, Madrid, España, Pp. 137-180.
5. Sacristán Rey Francisco; (2005); El auto mantenimiento en la empresa. Etapas y experiencias para su implantación; ed. FC, España. Pp. 33-47.
6. Sacristán Rey Francisco, (2005); "las 5s orden y limpieza en el puesto de trabajo", ed. FC, España. Pp. 117-180.
7. Seiichi Nakajima;(1989); TPM Development Program; ed. Productivity Press. Cambridge, Massachusetts. Pp. 220-286.