

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**"IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO EN UNA LINEA DE PRODUCCION DE GELATINAS"**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**EDUARDO JAVIER RUIZ CANALES**

**PROMOCIÓN**

**2087-I**

**LIMA-PERÚ**

**2013**

# CONTENIDO CAPITULAR

## INDICE

Prólogo

### Capítulo 1: Introducción

1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Objetivo.....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Alcances.....	5
1.5 Limitaciones.....	6

### Capítulo 2: Generalidades del mantenimiento

2.1 Nuevas tendencias del mantenimiento.....	7
2.1.1 Evolución de la ingeniería del mantenimiento.....	8
2.1.2 Tribología del mantenimiento.....	9
2.2 Mantenimiento Correctivo.....	10
2.2.1 Mantenimiento correctivo no planificado.....	10
2.2.2 Mantenimiento correctivo planificado.....	11
2.3 Mantenimiento Preventivo.....	11
2.3.1 Ventajas.....	11
2.3.2 Desventajas.....	12
2.3.3 Indicadores de mantenimiento.....	13

2.3.3.1	Fiabilidad.....	14
2.3.3.2	Mantenibilidad.....	15
2.3.3.3	Confiabilidad.....	15
2.3.3.4	Disponibilidad.....	16
2.3.4	Selección de maquinas y equipos críticos.....	17
2.3.4.1	Clasificación en función de la vida útil.....	17
2.3.4.2	Clasificación por su nivel de criticidad.....	18
2.3.5	Frecuencia y duración de las actividades de M.P. ....	19
2.3.5.1	Operación.....	20
2.3.5.2	Parada. ....	20
2.3.5.3	Renovación. ....	20
2.3.6	Recursos usados en el M.P. ....	21
2.3.6.1	Personal técnico ejecutor.....	21
2.3.6.2	Materiales y suministros.....	21
2.3.6.3	Repuestos y componentes.....	22
2.3.6.4	Consumibles para la producción.....	22
2.3.7	Codificación de maquinas y equipos.....	22
2.4	Mantenimiento Predictivo.....	23
2.4.1	Metas.....	24
2.4.2	Desventajas.....	24
2.4.3	Categorías de técnicas.....	25
2.5	Mantenimiento Proactivo.....	25
2.5.1	Metas.....	26
2.6	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.....	26
2.6.1	Objetivos.....	26
2.6.2	Beneficios del M.C.C. ....	27
2.7	Mantenimiento Productivo Total.....	27
2.7.1	Metas del T.P.M. ....	27

### **Capítulo 3: Diagnostico inicial del departamento de mantenimiento**

3.1 La empresa.....	28
3.1.1 Organigrama.....	28
3.1.2 Líneas de producción.....	30
3.1.3 Productos.....	31
3.1.4 Comercialización.....	32
3.1.5 Distribución.....	33
3.2 Departamento de mantenimiento mecánico.....	34
3.2.1 Funciones y responsabilidades de la organización.....	35
3.2.1.1 Funciones.....	35
3.2.1.2 Responsabilidad.....	35
3.3 Procedimientos.....	36
3.3.1 Administrativo.....	36
3.3.2 Planeamiento.....	36
3.3.3 Documentación técnica.....	37
3.3.4 Costos de mantenimiento.....	37
3.3.5 Servicios de terceros.....	37
3.4 Estudio de tiempos.....	37
3.5 Planteamiento del problema .....	41

### **Capítulo 4: Implementación del programa de mantenimiento preventivo**

4.1 Sistema de mantenimiento preventivo a implementar.....	42
4.1.1 Codificación de los equipos.....	44
4.1.2 Codificación de zona de maquina .....	44
4.1.3 Codificación de acciones, componentes y tareas.....	45

4.1.4 Equipos e instalaciones.....	46
4.2 Plan de mantenimiento preventivo.....	50
4.3 Solicitudes de trabajo en mantenimiento.....	55
4.4 Planeación de órdenes de trabajo.....	56
4.5 Cierre de órdenes de trabajo.....	57
4.6 Indicadores de mantenimiento.....	57

## **Capítulo 5: Ejecución del programa de mantenimiento preventivo**

5.1 Organización de la información.....	59
5.1.1 Administrativo.....	59
5.1.1.1 Código de equipos.....	62
5.1.1.2 Codificación de zona de máquina.....	63
5.1.1.3 Codificación de acción, componente y tareas.....	64
5.1.2 Equipos e instalaciones.....	67
5.1.3 Plan de mantenimiento preventivo anual de los equipos críticos.....	67
5.1.4 Solicitudes de trabajo de mantenimiento.....	67
5.1.5 Planeación de órdenes de trabajo.....	68
5.1.6 Cierre de órdenes de trabajo.....	68
5.2 Resultados del programa de mantenimiento.....	68
5.2.1 Cálculo de los Indicadores de mantenimiento.....	70
5.3 Análisis de costos.....	72
5.3.1 Costos de mantenimiento correctivo.....	72
5.3.1.1 Costos de mantenimiento debido a la falla del equipo.....	73
5.3.1.2 Costos de producción debido a la falla del equipo.....	74
5.3.2 Costo de mantenimiento preventivo.....	75

5.3.2.1 Costo de mantenimiento usado en la programación del mantenimiento.....	75
5.3.2.2 Costo de producción debido a la programación del mantenimiento.....	77

## **Capítulo 6: Evaluación de los resultados**

6.1 Comparación de la funcionalidad de la Mezcladora helicoidal.....	78
6.2 Comparación entre el mantenimiento preventivo con el correctivo.....	85
<b>Conclusiones</b> .....	86
<b>Recomendaciones</b> .....	87
<b>Bibliografía</b> .....	88
<b>Anexos</b> .....	90

Este informe está dedicado con mucho amor a mis padres por todo lo que me dieron, a mi esposa y mis hijos por su paciencia, a mi hermana Lilia y Andrés que me cuidan desde el cielo.

## **PROLOGO**

La industria a nivel nacional tiene en el mantenimiento uno de sus principales problemas por ser manejado en forma no gerencial en un gran sector sobre todo en la pequeña y mediana empresa. El sector de la repostería ocurre algo similar, siendo por eso sus costos altos, en la empresa TAPIA HNOS se hizo un análisis de este tipo de mantenimiento para saber el costo beneficio.

El presente informe de suficiencia, aborda la implementación de un programa de mantenimiento preventivo a una planta de repostería en la línea de producción de gelatinas.

En el capítulo 1, se plantea la problemática a intervenir y los objetivos esperados para llevar a cabo la implementación.

En el capítulo 2, se efectúa una revisión teórica del mantenimiento en general y de los tipos de mantenimientos existentes, entre ellos el mantenimiento preventivo el cual aplicaremos a esta empresa.

En el capítulo 3, se hace un diagnostico inicial del departamento de mantenimiento y de la empresa en general para saber cómo esta su realidad.



En el capítulo 4, se hace un marco teórico del mantenimiento pero aplicado a lo que se va hacer en la empresa, la forma en que se va a implementar el plan de mantenimiento preventivo.

En el capítulo 5, se ejecuta el plan de mantenimiento preventivo a la empresa, codificando las maquinas, las secciones, etc. Y tabulando los resultados del programa de mantenimiento.

En el capítulo 6, se evalúan los resultados de haber implementado el programa de mantenimiento preventivo a la empresa TAPIA HNOS y las ventajas económicas, la disponibilidad de las maquinas, la mejora en la producción y seguir en una mejora continua del programa de mantenimiento preventivo.

# CAPITULO 1

## INTRODUCCION

### 1.1 ANTECEDENTES

El presente informe de suficiencia ha sido desarrollado en la empresa TAPIA HNOS. S.R.L., empresa dedicada a la fabricación de artículos para la repostería como la gelatina, mazamorra, flan, etc.

La gerencia general ante las paradas de los equipos y el desgaste de las maquinas, en forma continua el uso del mantenimiento correctivo, ha determinado la realización de un estudio de planificación en el mantenimiento de las maquinas y equipos de la planta.

Este informe de suficiencia se refiere a la implementación de un programa de *mantenimiento preventivo*. La *propuesta del programa de mantenimiento preventivo* se realizo en las maquinas críticas de la planta (mescladora helicoidal) las cuales operan 12 horas del día en periodos de producción, con solo paradas para el mantenimiento y limpieza de maquinas.

## **1.2 OBJETIVOS**

Implementar el programa de mantenimiento preventivo, de las maquinas críticas de la mezcladora helicoidal de la línea de producción de gelatina de la empresa TAPIA HNOS. S.R.L., para reducir los costos de producción y aumentar la disponibilidad de las maquinas críticas en un 16% aproximadamente. Siendo el valor de una maquina mezcladora helicoidal nueva de \$ 8 000,00, sin costo de instalación.

## **1.3 JUSTIFICACION**

El presente informe tiene por finalidad implementar un programa de mantenimiento para la empresa TAPIA HNOS. S.R.L., en un ámbito de mejora continua, utilizando normas recomendadas por los fabricantes de maquinas para el mantenimiento así como el análisis técnico de acuerdo a la experiencia acumulada en todo este tiempo, así como los informes técnicos.

Existían diferentes tipos de necesidades que obligaban a desarrollar en programa de mantenimiento preventivo entre las cuales son:

- 1) Los requerimientos de la gerencia en cuanto a mejorar el estado de los equipos a fin que se garantice la atención satisfactoria de los diversas áreas de la planta
- 2) La incidencia de trabajos de mantenimiento correctivo que ocasionan paradas de equipos y perjuicio en la atención en la atención de los clientes y perdidas de horas-hombre
- 3) La necesidad de anticiparse a la ocurrencia de una falla de modo que garantice la continuidad de atención, así como la ejecución de trabajo de

una manera empírica sin ninguna planificación y la falta de control en la ejecución de los mismos

Todo ello obligaba a realizar mejoras iniciándose así la implementación de un programa de mantenimiento preventivo para luego desarrollar la planificación, programación y control de los trabajos de mantenimiento preventivo, que se traduce finalmente en una mayor eficiencia en el uso de los recursos, un anticipo a la ocurrencia de problemas para garantizar la continuidad operativa de los equipos que permite controlar los trabajos ejecutados.

#### **1.4 ALCANCES**

El presente informe de suficiencia de un programa de mantenimiento preventivo se aplica en la planta TAPIA HNOS. S.R.L. a las maquinas criticas.

Con este programa de mantenimiento preventivo a las maquinas criticas se pretende dar consideraciones operativas y de conservación de las maquinas para la reducción de los costos de mantenimiento correctivo, stock de repuestos y servicios de tercerización y una mejora en la disponibilidad de las maquinas.

El programa de mantenimiento preventivo aplicado trata de llegar a una disponibilidad de maquinas del 80% tratando de implementar un plan de mejora continua.

## **1.5 LIMITACIONES**

El presente informe de mantenimiento preventivo es presentado solo para la parte mecánica, para las maquinas criticas.

En el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo se encontraron varias limitaciones las principales fueron la falta de información de los equipos, falta de información de los trabajos de mantenimiento correctivo de los equipos, conocimiento empírico del personal encargado de las maquinas, la falta de capacitación del personal acerca del mantenimiento preventivo de las maquinas

## **CAPITULO 2**

### **GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO**

#### **2.1 NUEVAS TENDENCIAS DEL MANTENIMIENTO**

Las técnicas aplicadas al mantenimiento han evolucionado y se han logrado nuevas herramientas básicas, entre otras, los sistemas de información, capaces de facilitar la toma de decisiones a través del suministro de información sobre aspectos técnicos y económicos, programas de mantenimiento, control de trabajos, diagnóstico de condición de equipos y estadísticas de comportamiento y falla; los planteamientos sistémicos que integran las funciones, la gerencia de procesos.

Las nuevas tendencias en materia de mantenimiento, son entre otras:

Mantenimiento basado en condición en vez de horas

No hacer en vez de hacer

Prevención de fallas en vez de mantenimiento preventivo

Muchas horas de servicio, mínimas horas de parada

Centralización de planeación y programación

Aplicación de indicadores de resultado

Calidad de gestión

- Mantenimiento oportuno.

### 2.1.1 Evolución de la ingeniería del mantenimiento

A través de los años han aparecido factores evolutivos para la gestión del mantenimiento como son mano de obra, recursos logísticos, intensidad de uso, presupuesto, vida útil entre otros. Los mismos que en mutua interacción han mejorado la productividad y confiabilidad de la maquina o equipo (Fig.2.1) y optimización del mantenimiento. (Fig.2.2)

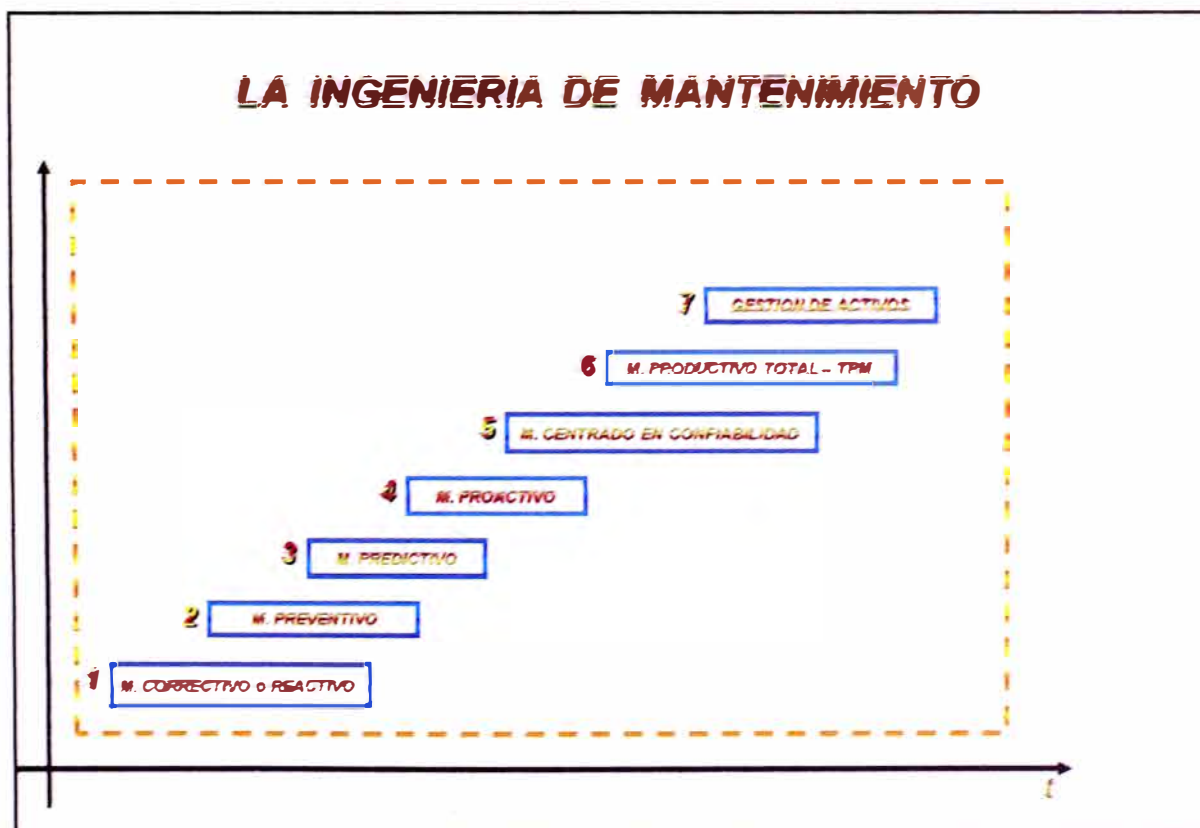
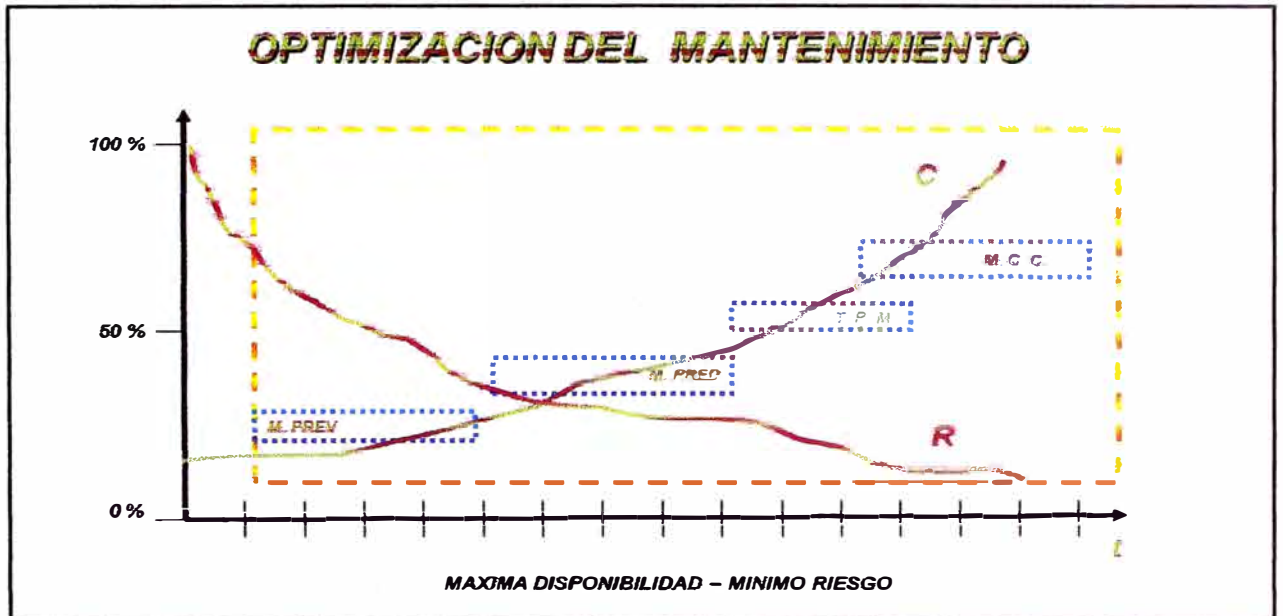
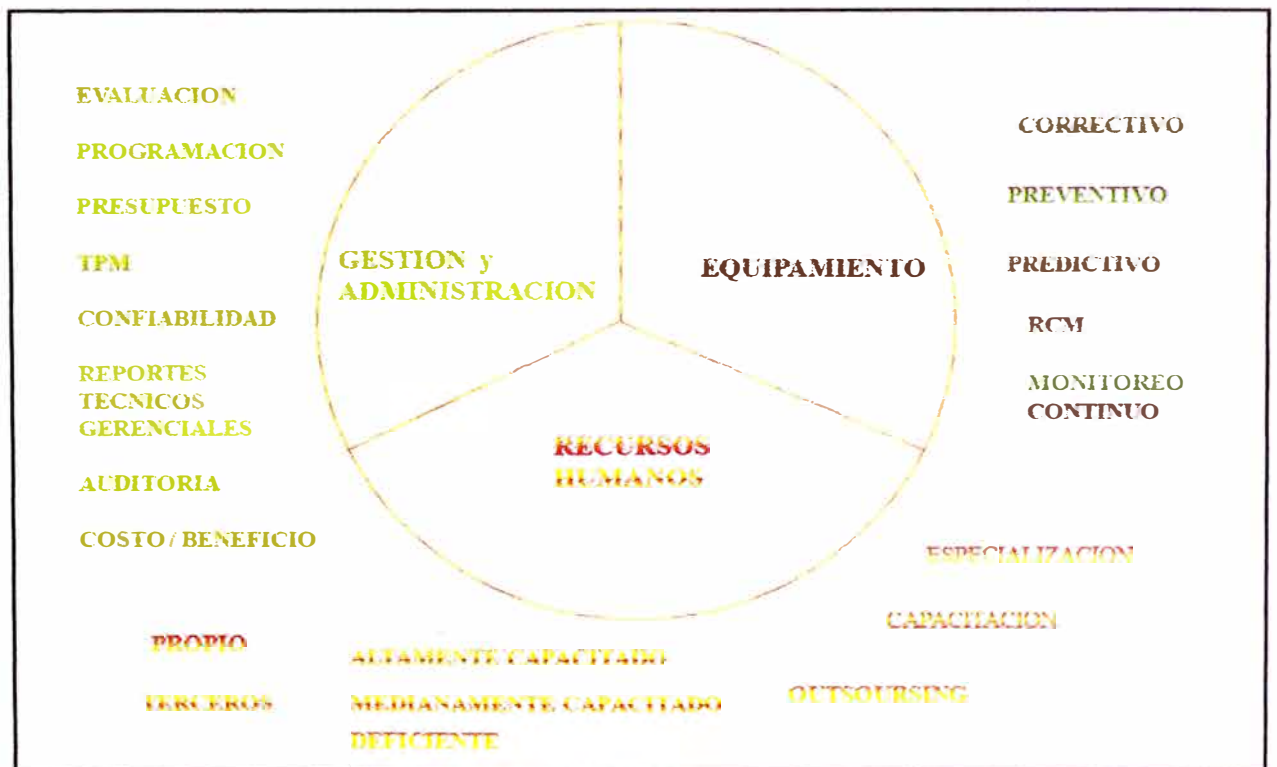


FIG. 2.1 Evolución de la ingeniería del mantenimiento



**FIG. 2.2 Optimización del mantenimiento**

**2.1.2 Tribología del mantenimiento**



**FIG. 2.3 Tribología del mantenimiento**



## **2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

En este tipo de mantenimiento las maquinas operan en forma continua, sin interrupción hasta la falla. Pero cuando las fallas ocurren, pueden ser muy severas y pueden causar daños a otros componentes, es decir se llega a lo que se conoce como una falla grave. Este tipo de mantenimiento por lo general requiere de mayor cantidad de mano de obra y lo más probable, es un pago excesivo por compra de repuestos.

Existen dos tipos de mantenimiento correctivo y son:

### **2.2.1 Mantenimiento correctivo no planificado**

Se define como la corrección de las averías o fallas, cuando estas se presentan y no planificada mente, al contrario del caso de mantenimiento preventivo.

Esta forma de mantenimiento impide el diagnostico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignoran si fallo por maltrato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc.

El ejemplo de este tipo de Mantenimiento Correctivo No Planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que oblige a detener el equipo o maquina dañada.

### **2.2.2 Mantenimiento correctivo planificado**

Se define como la reparación de un equipo o maquina cuando se dispone del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para efectuarlo.

## **2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo es un método, basado en principios básicos que se adecua, diseña y aplica a las propias necesidades de cada usuario, según tipo de empresa de maquinas o equipos, siguiendo unos principios.

Los principios básicos son las inspecciones programadas, para buscar evidencia de falla de equipos o instalaciones, para corregirlas en un lapso de tiempo que permita programar la reparación, sin que haya paro intempestivo. También considera las actividades repetitivas de inspección, limpieza, lubricación, calibraciones y ajustes programados periódicamente (diarios, semanales, mensuales, anuales). El control de estas actividades se realiza con los siguientes formatos (fichas técnicas, orden de trabajo, registro histórico, programa de inspección, lubricación, calibración, operaciones, renovaciones, etc.)

### **2.3.1 Ventajas**

Disminución de paros imprevistos de equipos ocurridos en un escenario de mantenimiento reactivo o correctivo, los cuales son remplazados por paros programados.

Mejora de la eficiencia de los equipos, mejorando así la producción.

Reducción de costo como consecuencia de un programa estable.

Disminución de fallas respectivas, lo cual revertirá la duplicidad en su reparación: un tiempo para desmontar y otro tiempo para reparar y montar adecuadamente.

Mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.

Disminución de grandes reparaciones al detectar fallas incipientes.

Disminución de pagos por tiempo extra al disminuir los paros intempestivos.

Disminución de accidentes durante el mantenimiento, ya que al trabajar bajo presión para entregar al equipo lo más pronto posible elevar el nivel de riesgo para un accidente.

Menores costos de producción al tener menor cantidad de productos defectuosos.

### **2.3.2 Desventajas**

Aumento aparente de los costos de mantenimiento, debido a los programas periódicos que antes no se llevaban y a los costos de insumos propios que el mantenimiento requiere.

Generación de costos administrativos por la elaboración de formatos para mantenimiento, programación de actividades, clasificación y administración de la información de los equipos,

para lo cual posiblemente se requiera de personal adicional para encargarse de estas funciones.

Posible requerimiento de personal para mantenimiento preventivo, ya que el personal de mantenimiento correctivo está programado para reparaciones.

Paro de equipos con mayor frecuencia que antes para realizar el mantenimiento, sin embargo los paros serán programados de tal forma que no interrumpa o disminuya la producción.

Si no respetan las fechas y frecuencias programadas, el programa no funciona eficazmente.

El líder del programa de mantenimiento preventivo debe tener una excelente comunicación y relación con todas las áreas de la institución, si no se cumple esta condición será muy difícil sacar adelante el programa.

Los resultados importantes se verá hasta después de aplicarse el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo.

### **2.3.3 Indicadores de mantenimiento**

El inicio de todo proceso de mejora exige como primera etapa definir los objetivos a alcanzar y los medios para ellos. Una vez iniciado el proceso es necesario monitorearlo, esto a través de la observación y comparación a lo largo del tiempo de los parámetros que definan el grado de calidad de nuestro desempeño.

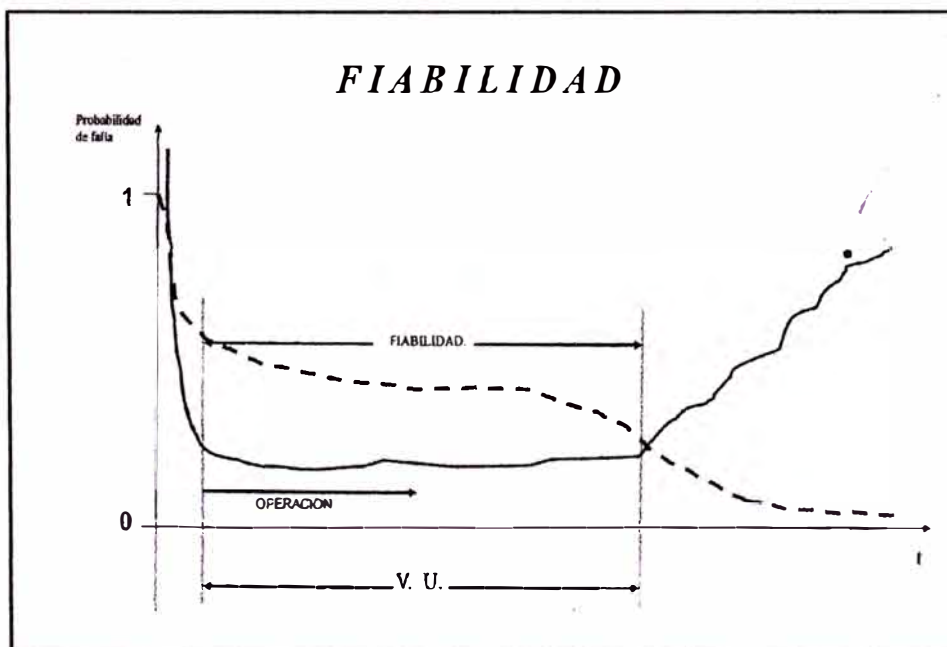
Los indicadores o índices de mantenimiento permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, equipos y

componentes, de esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar la labor de mantenimiento.

Existen muchos índices para monitorear el desempeño de las actividades de mantenimiento, a continuación se menciona los indicadores o índices más importantes.

### 2.3.3.1 Fiabilidad

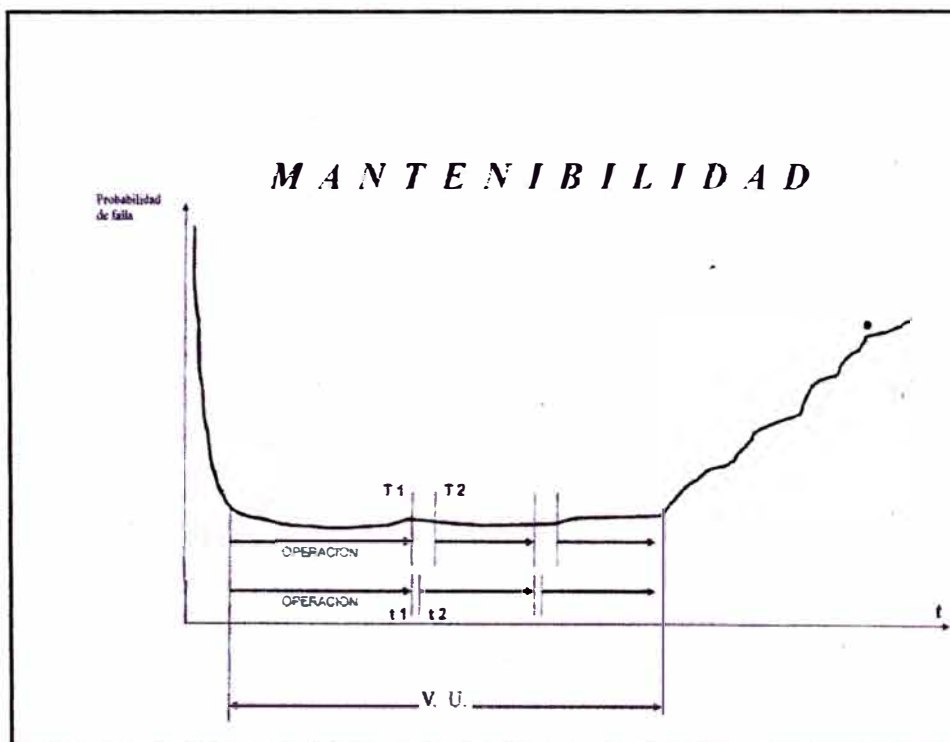
Es la probabilidad de que un componente de un equipo funcione adecuadamente durante un periodo de tiempo dado. También es la capacidad de un dispositivo en permanecer continuamente en condiciones operativas adecuadas (FIG. 2.4)



**FIG.2.4 Índice de Mantenimiento – Fiabilidad**

### 2.3.3.2 Mantenibilidad

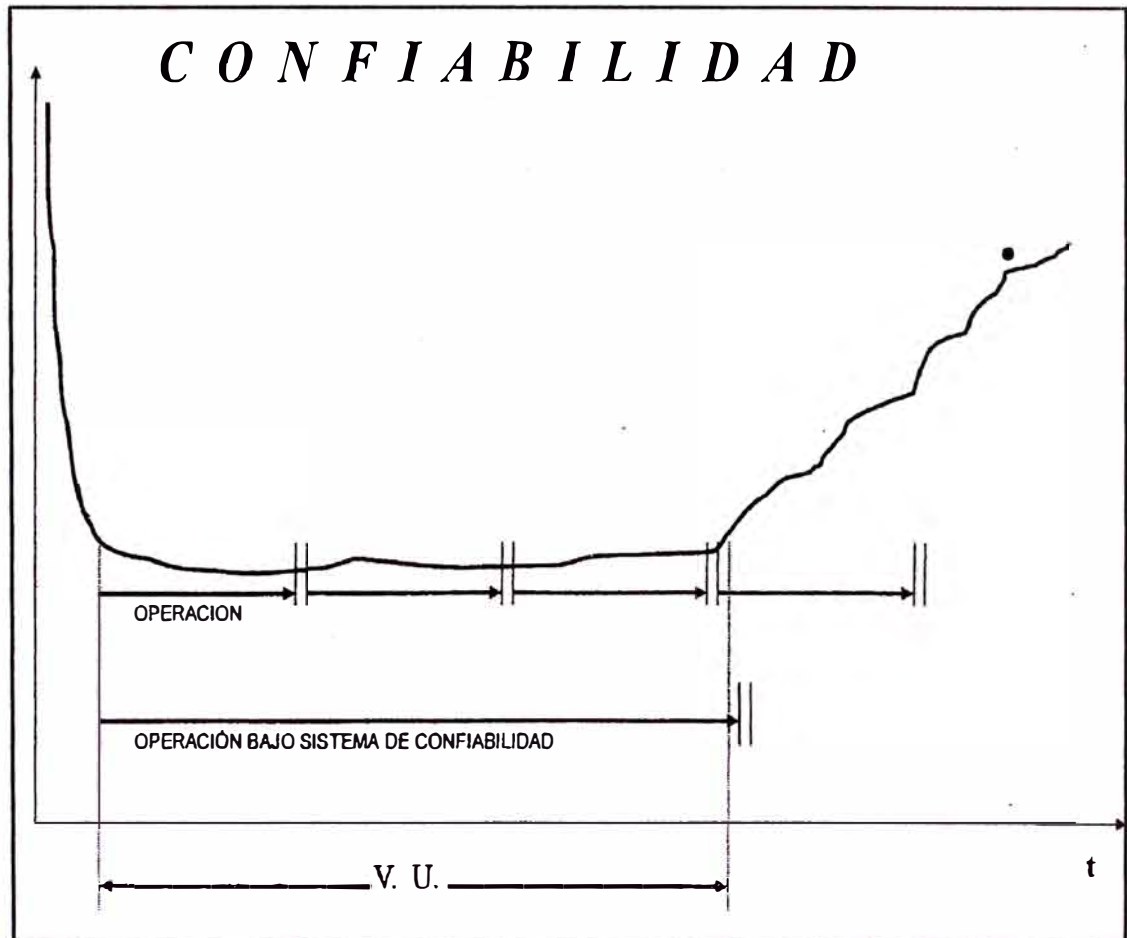
Es la probabilidad de devolver al equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos ya establecidos (FIG. 2.5).



**FIG. 2.5 Índice de Mantenimiento – Mantenibilidad**

### 2.3.3.3 Confiabilidad

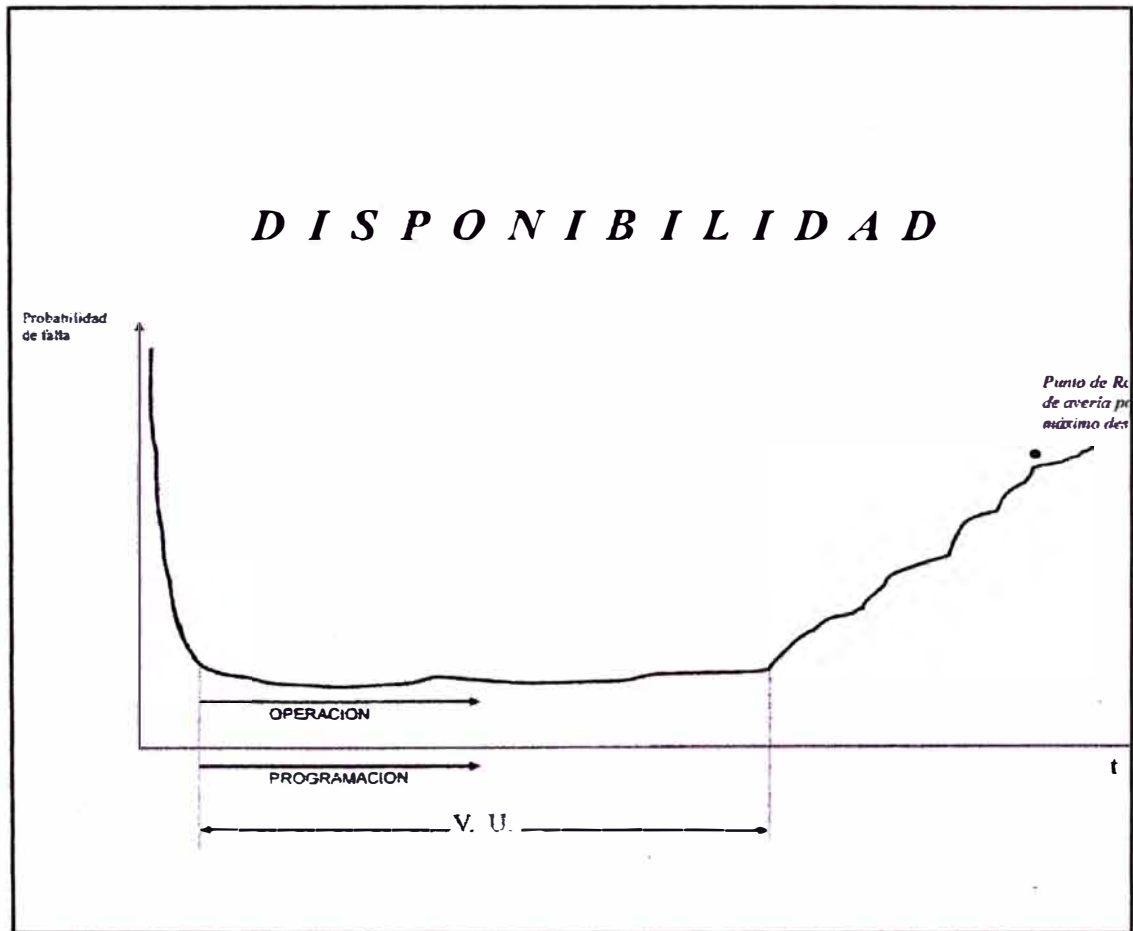
Es la probabilidad de que un equipo cumpla la función específica para lo cual fue destinada bajo condiciones de uso establecidos en un periodo determinado (FIG. 2.6).



**FIG.2.6 Índice de Mantenimiento – Confiabilidad**

#### 2.3.3.4 Disponibilidad

Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado (FIG.2.7)



**FIG. 2.7 Índice de Mantenimiento – Disponibilidad**

### **2.3.4 Selección de maquinas y equipos críticos**

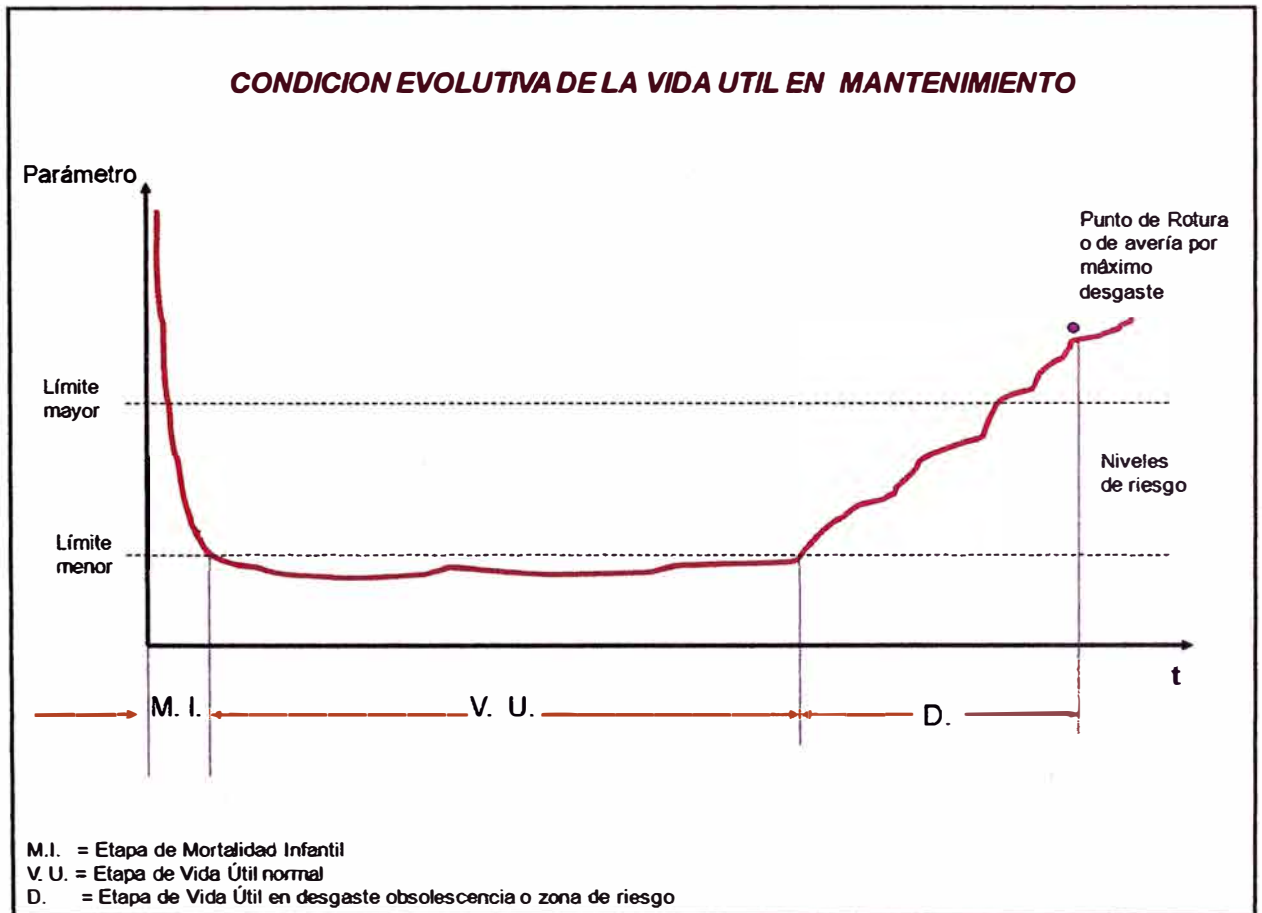
Se seleccionan a los equipos o maquinas más críticos del proceso y que presenten mas fallas, las cuales al parar pueden detener en gran parte el proceso y que signifiquen al área de mantenimiento posteriormente una mejora en la disponibilidad de las maquinas. Estos se clasifican por:

#### **2.3.4.1 Clasificación en Función de la Vida Útil**

- A. Nuevos = 6 meses (de 1500 a 5000 horas)
- B. Usados = 5 años (de 15000 a 40000 horas)



- C. En Obsolescencia = 20 años (de 60000 a 150000 horas)  
(FIG. 2.8)



**FIG. 2.8 Condición Evolutiva De La Vida Útil En Mantenimiento**

#### 2.3.4.2 Clasificación por su Nivel de Criticidad

Para implementar un programa de mantenimiento preventivo a algún equipo este deberá ser clasificado según su nivel de criticidad (ver tabla 2.1), esto quiere decir que el equipo será identificado y se determinará en qué grado afectaría a la producción la avería del mismo.

Clase	Tipo	Descripción
1	Esencial	<p>Maquinas o equipos que deben estar funcionando y en linea para continuar todos los procesos. La perdida de la maquinaria afectaria considerablemente la productividad y las ganancias.</p> <p>En esta clase se incluyen las maquinas con altos costos de reparacion o que requieren de mucho tiempo para obtener piezas de repuesto</p> <p>Son los que su posible averia pueden generar altos riesgos en la seguridad del personal o Las instalaciones</p>
2	Critico	Maquinaria o equipo, que limitaria la produccion de una linea importante, asi como tambien equipos con altos costos iniciales o de repuesto y tambien con problemas cronicos de mantenimiento.
3	Importante	Maquinaria o equipo que no son criticos para la produccion de la planta, pero que requieren vigilancia para asegurar un rendimiento aceptable a la misma
4	Uso general	Maquinaria o equipo de alta velocidad o de mucha carga proclive a sufrir fallas prematuras como resultado de su exigente modo de funcionamiento pero que no se considera critica para el funcionamiento del proceso productivo.
5	Auxiliares	Maquinarias o equipos complementarios a la produccion o que actuan como equipos en Stand By , apoyando equipos principales

**Tabla 2.1 Clasificación de Equipos por su Nivel de Criticidad**

### **2.3.5 Frecuencia y Duración de las Actividades de M.P**

La realización del servicio de mantenimiento preventivo deberá programarse según la frecuencia y duración de dicha actividad, los mismos que se realizaran según el tipo de actividad para cada equipo. Esto quiere decir que las tareas de mantenimiento pueden realizarse con parado, en operación o en renovación (fuera de servicio).

#### 2.3.5.1 Operación

Estas actividades son de la más alta intensidad de ejecución (por turnos, diarias, semanales o por equivalentes en horas) caracterizadas por ser básicamente de inspección y control, no interrumpen la producción y su tiempo de ejecución es el más corto de realizar (duración de 1 a 20 minutos).

#### 2.3.5.2 Parada

Estas actividades son de mediana intensidad de ejecución (quincenal, mensual, bimensual, trimestral, semestral o por equivalentes en horas) se caracterizan por ser de revisiones o cambios de materiales o partes no estructurales, pueden o no interrumpir la producción y su tiempo de ejecución es de mediana duración relativa (30 minutos a 2 horas o más).

#### 2.3.5.3 Renovación

Estas actividades son de más baja intensidad de ejecución (anual, bianual o por equivalente en horas) caracterizadas por ser de recambio de partes y piezas estructurales, si interrumpen la producción y su tiempo de ejecución es el máximo (no tiene escala o parámetro de referencia) su duración será establecida por el tipo de equipo y complejidad de su estructura.

### **2.3.6 Recursos usados en el M.P**

Para realizar el mantenimiento preventivo con calidad y cumpliendo con los principios establecidos para su implementación, requerirá de los siguientes recursos:

#### **2.3.6.1 Personal técnico ejecutor**

Es el personal asignado a realizar las tareas programadas, el que se seleccione dentro del personal técnicamente muy bien calificado y con predisposición a emprender actividades que impliquen orden, limpieza y puntualidad con capacidad de administrar un reporte de sus actividades (si no existe se debe capacitar internamente).

Se deberá consignar la clasificación del tipo de labor a realizar por el personal especialista que ejecuta dichas labores en las maquinas.

Colocar el tiempo utilizado en cada tarea consignando el tiempo que demora para ejecutar dicho trabajo.

#### **2.3.6.2 Materiales y suministros**

Se deberá consignar todos los gastos a efectuarse en cada actividad programada y se deberá establecer su clasificación por frecuencia y tipo de intervención. Cada valor de ejecución se acumulara con su respectivo monto, indicando el número de veces que deba ser realizado.

#### 2.3.6.3 Repuestos y componentes

Son gastos más costosos generados por su recambio en maquina o equipo y se producen cuando se interviene su estructura por ser termino de su vida útil. Estos valores generalmente son generados en largos periodos por lo tanto deberán ser valorizados y aplicados su costo en la fecha de utilización en que efectivamente son consumidos.

#### 2.3.6.4 Consumibles para la producción

Son partes, componentes, materiales o suministros cuyo desgaste se origina por el pase o proceso de fabricación del producto que se manufactura o trabaja en una maquina o equipo. Su desgaste y falla o recambio no tiene un origen que corresponda a la estructura funcional electro – mecánico estática o rotativa de su función primaria de maquina o equipo.

**Estos gastos no deben ser considerados de mantenimiento**, sino consignados como consumibles para la producción.

### **2.3.7 Codificación de maquinas y equipos**

La identificación o cedulación de equipos se hace necesaria para la sistematización y organización de la información, pudiendo cargar a un código específico los gastos ocasionados por un equipo y en general sistematizar todo el proceso contable y de mantenimiento

preventivo. Cada planta o proceso puede escoger el sistema que mejor se adapte a sus necesidades, a continuación algunos criterios que pueden usarse:

Para plantas pequeñas quizás baste con un código de 2 letras y 4 números. Las letras indicaran el tipo de equipo y los números el consecutivo asignado.

Para empresas medianas y grandes se puede utilizar un sistema basado en dividir la planta en: Sistemas, Subsistemas, Equipos y Componentes.

La información recogida servirá de base para seleccionar los equipos que entraran en el programa de mantenimiento preventivo y para demostrar los beneficios reales del programa a medida que se desarrolla, con datos estadísticos y cifras numéricas

## **2.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda (predecir) para dar tiempo a corregirla sin perjuicios de la producción, etc. Está conformado por una serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar las fallas y defectos de maquinarias en sus etapas incipientes. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipos, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

#### **2.4.1 Metas**

- Las fallas se detectan en sus etapas iniciales por lo que se cuenta con suficiente tiempo para hacer la planeación y la programación de las acciones correctivas.
- Las técnicas de detección del mantenimiento predictivo son en su mayor parte técnicas “on – condition” que significa que las inspecciones se pueden realizar con la maquinaria en operación a su velocidad máxima.
- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

#### **2.4.2 Desventajas**

- Mediciones solamente en maquinarias críticas.
- Falta de personal calificado.
- El personal encargado para generar los diagnósticos es insuficiente.
- Métodos de adquisición de los datos inapropiados, información poco confiable y no representativa.

- Falta de apoyo de otros grupos de trabajo de mantenimiento y de producción.
- Diagnostico tardío. Detección de los problemas, pero en estado avanzado, el costo de reparación es alto.
- Muchos datos y poco análisis.

### **2.4.3 Categorías de técnicas**

- Dinámica: vibración, pulsos y acústica.
- Partícula: pequeña partículas de distintas formas y tamaños son liberadas.
- Química: liberación de ciertas cantidades de elementos químicos, posibles de rastrear.
- Física: Cambios en la apariencia o estructura física, generalmente asociados con grietas, rupturas, efectos visibles del uso y cambios en las dimensiones.

## **2.5 MANTENIMIENTO PROACTIVO**

Es un salto de gestión y no un cambio progresivo. Consiste en la modificación de condiciones originales de un equipo o instalación. Se busca conocer realmente y luego resolver los problemas de raíz que originan indisponibilidad y falta de fiabilidad de equipos y sistemas. Por lo tanto para la solución de ello es requerible lograr la integración jerárquica y funcional de varios departamentos. En una empresa puede encontrarse bastantes oportunidades donde provocar una actuación conjunta.



### **2.5.1 Metas**

Estos posibles logros son bastantes y deben marcarse metas particularmente en los siguientes puntos:

“Disminución de tiempos de puesta a punto de la maquinaria “.

“Aumento de la capacidad de proceso, de la regularidad, del MTBF (tiempo medio entre fallos) y MTTR (tiempo medio de parada) en equipos críticos”.

“Disminución de gastos totales de mantenimiento”.

## **2.6 MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD**

Filosofía de gestión del mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más **efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos** pertenecientes a dicho sistema, tomando en cuenta los posibles efectos que originaran los modos de fallas de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones.

### **2.6.1 Objetivos**

Mejorar la **Confiabilidad, Disponibilidad y Productividad** de la unidad de los procesos, a través de la optimización del esfuerzo y los costos de mantenimiento, disminuyendo las tareas de mantenimiento correctivo y aumentando las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo.

### **2.6.2 Beneficios del M.C.C**

- Mayor protección y seguridad en el entorno.
- Se logran aumentar los rendimientos operativos.
- Optimización de los costos de mantenimiento.
- Se extiende el periodo de vida útil de los equipos.
- Se genera una amplia base de datos de mantenimiento.
- Se influye una motivación en el personal.
- Mayor eficiencia en el trabajo de grupo.

## **2.7 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

El TPM es un mantenimiento productivo, que implica la participación total de sus gestores.

El TPM perfecciona permanentemente la efectividad global de los equipos, con la activa participación de los operadores.

El moderno mundo de la alta competitividad requiere que las administraciones de las empresas atiendan con responsabilidad los siguientes requerimientos:

- Mejorar los equipos a su más alto nivel de rendimiento.
- Mantener los equipos al más alto nivel de disponibilidad.

### **2.7.1 Metas del T.P.M**

- **Cero Tiempo De Parada** no planeados.
- **Cero Productos Defectuosos** causados por equipos.
- **Cero Pérdida De Velocidad** de equipos.

## **CAPITULO 3**

### **DIAGNOSTICO INICIAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

#### **3.1 LA EMPRESA**

TAPIA HNOS. S.R.L. se crea en Abril del año 1995, empresa dedicada a la producción de artículos de repostería, aunque nace con el nombre de Marlene Tapia en Abril del año 1993 para luego quedar con el nombre de TAPIA HNOS. S.R.L.

La cadena de producción de TAPIA HNOS. S.R.L. es desde la adquisición de la materia prima (azúcar refinada, gel base, color, sabor, etc.) hasta la comercialización y distribución de los productos terminados (gelatina, flan, mazamorra morada, azúcar impalpable, etc.) a nivel nacional (Lima y provincias).

##### **3.1.1 Organigrama**

La empresa pertenece a los hermanos Tapia, siendo ellos los accionistas y propietarios de esta empresa.

**TAPIA HERMANOS S.R.L.**

**Junta Accionistas**

Gerencia general

Contabilidad

Comercial

Producción

Administración

Ventas

Marketing

Reparto

Proceso

Almacén

Tesorería

Compras

Limpieza,  
Mantenimiento  
Y Seguridad

Lima

Provincias

Gelatina

Flan

Mazamorra

Azúcar fina

Esencia de vainilla, masa elástica, colorantes

Colapez

Envasados: Maicena, Chuño

Materias  
Primas

Productos  
Terminados

Dpto. Manten.

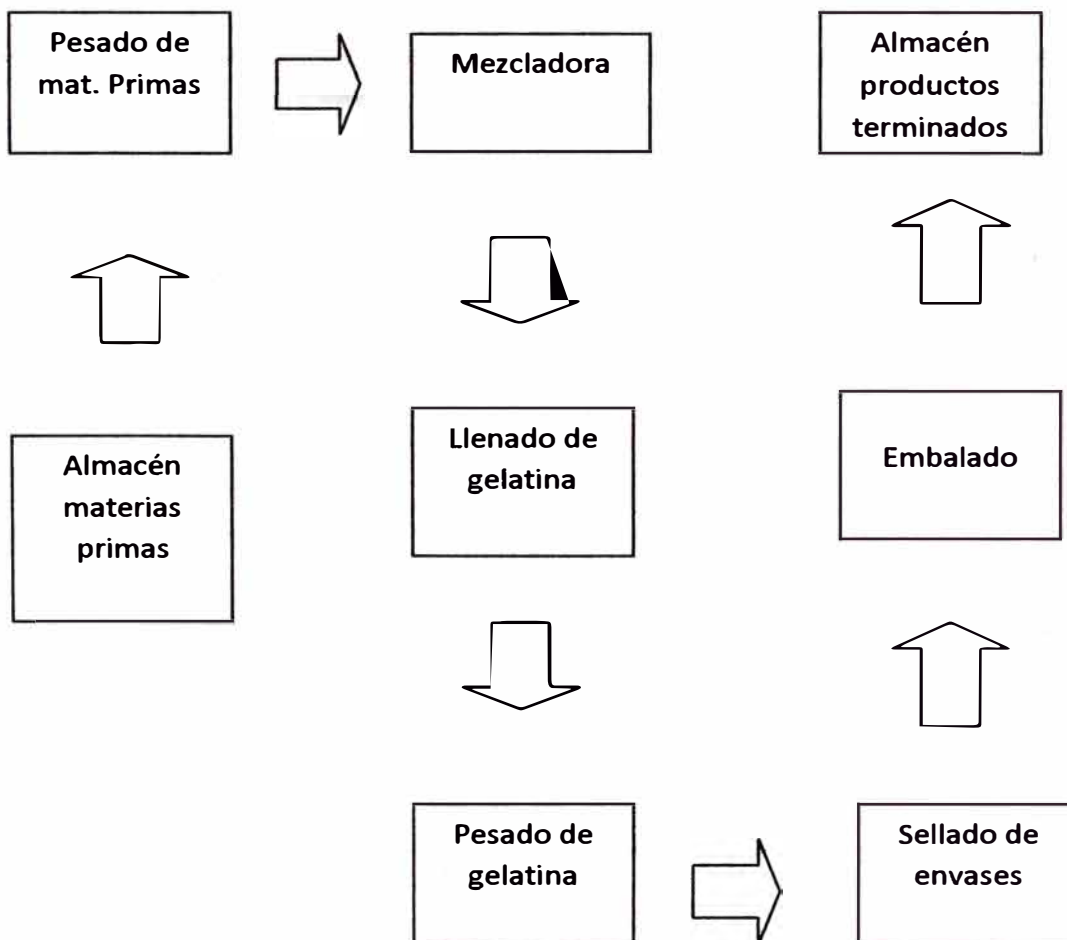
Serv. Terceros

### 3.1.2 Líneas de producción

Capacidad instalada.

- La empresa cuenta con una capacidad de producción al año de 9 000 Ton.
- De gelatina, flan, mazamorra, azúcar impalpable, etc. en un solo turno de 12 horas de producto terminado.

#### Proceso de producción de gelatina



La empresa tiene las siguientes características:

- Un terreno de 1 100 m<sup>2</sup>, con un área construida de la fábrica de 2 200 m<sup>2</sup>.
- Una sección de gelatina, flan y mazamorra con dos máquinas Mezcladoras Helicoidales, con una capacidad de producción de 20 Ton. Diarias de gelatina, flan y mazamorra.
- Una sección de azúcar finita con dos máquinas de Molino de Bolas, con una capacidad de producción de 3 Ton. diarias de azúcar impalpable.
- Una sección de masa elástica con una máquina de amasar con una capacidad de producción de 800 kg. diarias de masa elástica.

### **3.1.3 Productos**

TAPIA HNOS fabrica artículos de repostería a partir de las materias primas de azúcar refinada con diferentes insumos alimenticios. Sus principales productos son: gelatina, mazamorra, flan y azúcar impalpable.

La principal marca de la empresa es LA MELOSITA. Cuenta con seis líneas de productos que son:

- Línea de gelatina.
- Línea de flan.
- Línea de mazamorra.
- Línea de azúcar finita.
- Línea de masa elástica.

- Línea de vainilla.



Figura N ° 3.1 Azúcar Finita

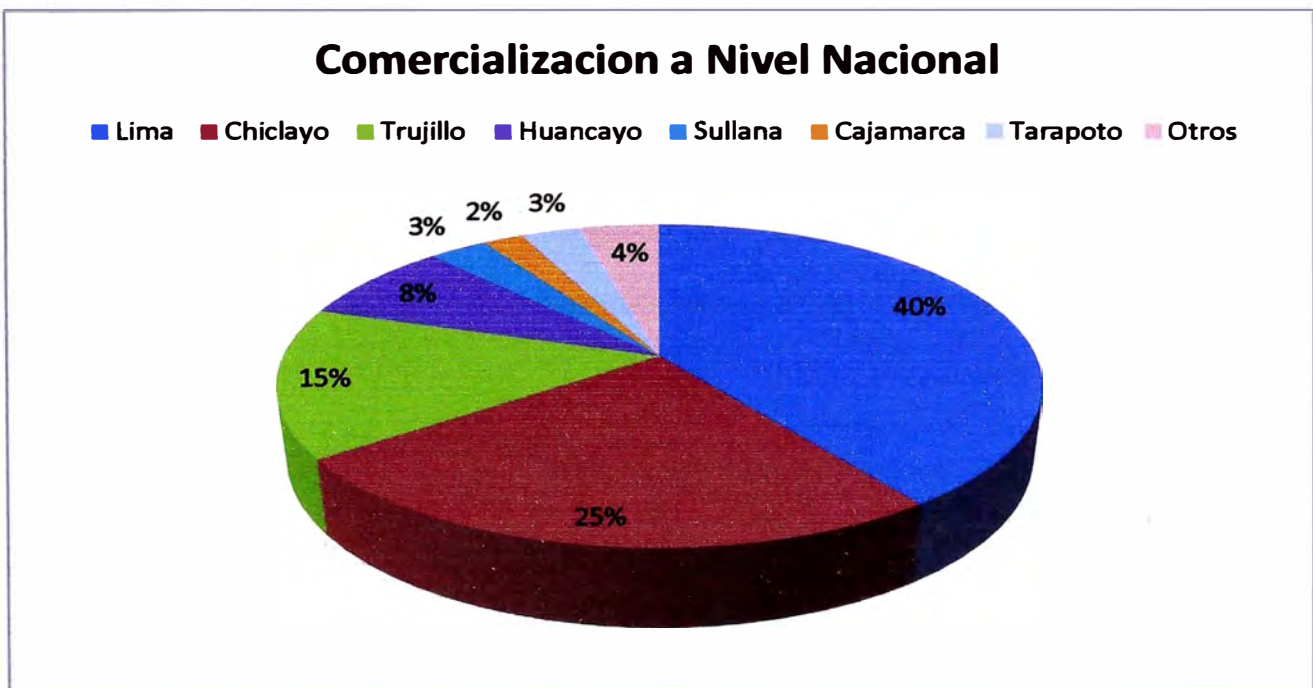
#### 3.1.4 Comercialización

TAPIA HNOS mantiene seis líneas de productos, una es la correspondiente a gelatina la cual presenta la mayor cantidad de los productos el 80% de la venta total.

La venta de flan, mazamorra y azúcar impalpable presenta un 14% de la venta total y el saldo presenta los otros productos.

A nivel nacional, la empresa comercializa sus productos a través de distribuidores locales. A nivel de Lima los comercializa a través de distribuidores asociados a la empresa.

Su mercado aproximadamente está distribuido de la siguiente manera: Lima con un 40% y Chiclayo con un 25% a nivel nacional.



**Figura N° 3.2 Comercialización de productos de TAPIA HNOS**

### **3.1.5 Distribución**

La distribución de TAPIA HNOS considera que el mercado de repostería nacional es pequeño, los clientes son bastantes informales y la venta está muy atomizada. La distribución de sus productos a nivel nacional se lleva a cabo a través de distribuidores mayoristas que representan el 90% a nivel nacional, mientras el 10% restante corresponde a clientes directos.



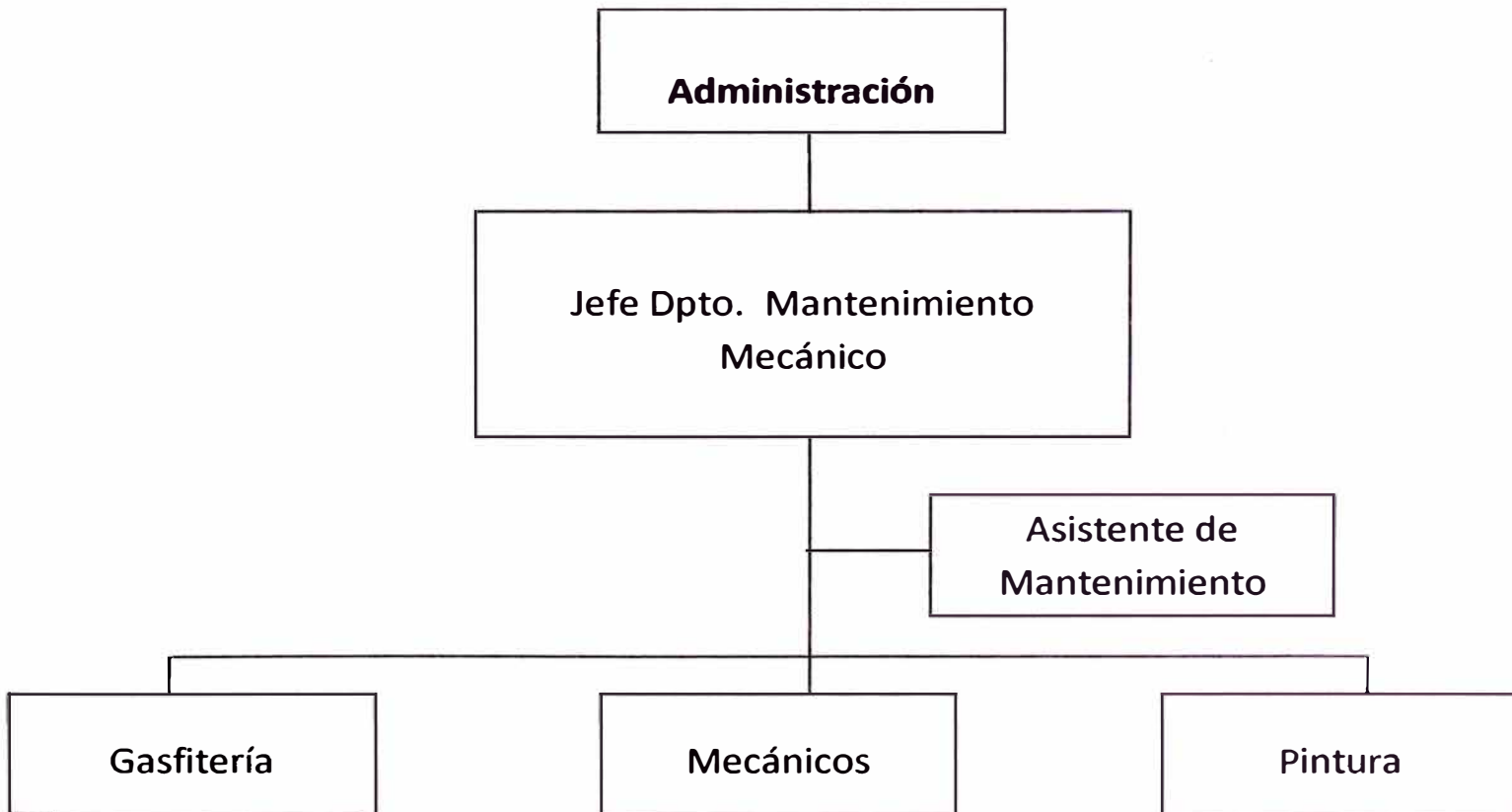
### 3.2 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO MECÁNICO

El departamento de mantenimiento mecánico de la planta tiene la función de solucionar las fallas de cualquier equipo de la planta, también está encargada de todos los servicios auxiliares de la planta que son gasfitería, pintura, equipo contra incendio, etc.

El departamento de mantenimiento mecánico cuenta con un solo turno:

Turno de 7:00 am a 8:00 pm, con 5 trabajadores.

Este departamento reporta sus trabajos de manera manual en formatos, los cuales se almacenan en las oficinas del departamento.



### **3.2.1 Funciones y responsabilidades de la organización**

Se tiene una documentación formal en la cual están determinadas claramente las funciones y responsabilidades de cada miembro de la organización.

#### **3.2.1.1 Funciones**

- **Jefe de departamento:** Responsable de la parte mecánica de los equipos de la planta y de los equipos de servicios auxiliares.
- **Asistente de mantenimiento:** Encargado de compra de materiales y repuestos necesarios para la planta, así como de la reparación de los equipos de la planta y servicios auxiliares.
- **Gasfitería:** Personal encargado de las reparaciones y/o nuevas instalaciones de la planta.
- **Mecánicos:** Personal dedicado a las labores de mantenimiento correctivo y preventivo de la planta, también atienden los servicios auxiliares.
- **Pintura:** Personal encargado de pintar los diversos equipos y servicios auxiliares de la planta.

#### **3.2.1.2 Responsabilidades**

- Las áreas operativas de gasfitería y pintura reportan sus trabajos, necesidades y ocurrencias al asistente de mantenimiento.

- Los mecánicos de planta y servicios auxiliares, reportan al asistente de mantenimiento los trabajos de mantenimiento y los requerimientos del día.
- El asistente de mantenimiento recogerá los requerimientos y reparaciones de la planta los cuales hará llegar al jefe del departamento para su visto bueno.
- El jefe de departamento coordina diariamente sobre cualquier ocurrencia en la planta con el administrador.

### **3.3 PROCEDIMIENTOS**

#### **3.3.1 Administrativo**

Se refiere al análisis del manejo de las órdenes de trabajo y los requerimientos y solicitudes de mantenimiento, además de la programación y administración del mantenimiento.

En el departamento de mantenimiento las solicitudes de trabajo se hacen en forma verbal por lo que no hay un control adecuado y seguimiento del mantenimiento.

Los operarios trabajan el mantenimiento según cuando se presentan las fallas sin ninguna planificación.

#### **3.3.2 Planeamiento**

Las programaciones de mantenimiento preventivo semanal se hacen solo para algunos equipos, y son de tipo de limpieza.

### **3.3.3 Documentación técnica**

Es la parte del departamento de mantenimiento que lleva un historial de los equipos de la planta referido a los catálogos y planos.

Los equipos en su mayoría no cuentan con sus respectivos catálogos y planos.

### **3.3.4 Costos de mantenimiento**

El departamento de mantenimiento solo realiza trabajos técnicos, pero no hace un seguimiento de los costos administrativos del mantenimiento y un análisis de las tendencias para saber cómo estamos llevando el trabajo de mantenimiento y en qué medida estamos aumentando o disminuyendo los costos de producción.

### **3.3.5 Servicios de terceros**

En la empresa es necesario recurrir a la participación de terceros para el mantenimiento de reparaciones calificadas con el objeto de ahorrar costos y contar con un personal calificado con experiencia.

No hay un control del trabajo de terceros de mantenimiento en cuanto a reparaciones, nuevas maquinas y trabajos de planta.

## **3.4 ESTUDIO DE TIEMPOS**

En el estudio de tiempos de parada de máquina para la Mezcladora Helicoidal se definieron los siguientes tiempos:

- 1) Tiempo disponible (T. Disp.) Es el tiempo calendario del que se dispone para operar el equipo.

T. Disponible = 365 días x 12 horas / día = 4 380 horas.

- 2) Tiempo perdido por paradas planificadas (T.P.Plan.) Es el tiempo empleado en las paradas planificadas ya sea por operación o mantenimiento del equipo.
- 3) Tiempo perdido por preparaciones (T.P.Pre.) Es el tiempo empleado en la preparación del equipo para arrancarlo o para que siga operando.
- 4) Tiempo perdido por fallas imprevistas (T.P.F.Im.) Es el tiempo perdido ocasionado por fallas imprevistas que pueden ser fallas mecánicas, eléctricas u de otra índole que ocasionan la parada del equipo.
- 5) Tiempo perdido por baja tasa de producción (T.P.B.Ta.) Es la diferencia de tiempo entre la producción nominal y la producción real del equipo.

De los reportes diarios de parada de la maquina (ver anexo – tabla 3.1, 3.2), se realiza el estudio de tiempos perdidos para la Mezcladora Helicoidal, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

MES	TIEMPOS PERDIDOS (HORAS) – AÑO 2009				TOTAL
	PARADA PLANIFICADA	PREPARACIONES	FALLAS IMPREVISTAS	BAJA TASA DE PRODUCCIÓN	
ENERO	25,00	20,00	45,00	0	90,00
FEBRERO	27,50	22,50	100,00	12,50	162,50
MARZO	12,50	17,50	62,50	7,50	100,00
ABRIL	30,00	25,00	75,00	7,50	137,50
MAYO	23,75	28,75	95,00	15,00	162,50
JUNIO	32,50	22,50	67,50	20,00	142,50
JULIO	42,50	37,50	70,00	0	150,00
AGOSTO	60,00	62,50	105,00	0	227,50
SETIEMBRE	15,00	17,50	75,00	17,50	125,00
OCTUBRE	42,50	32,50	125,00	10,00	210,00
NOVIEMBRE	37,50	30,00	100,00	20,00	187,50
DICIEMBRE	25,00	25,00	37,50	22,50	110,00
<b>TOTAL</b>	<b>373,75</b>	<b>341,25</b>	<b>957,50</b>	<b>132,50</b>	<b>1805,00</b>

**Tabla N° 3.1 Tiempos de parada de la mezcladora – 2009**

<b>EQUIPO:MEZCLADORA HELICOIDAL</b>		
<b>TIEMPO DISPONIBLE (HORAS): 4 380</b>		<b>100%</b>
<b>TIEMPOS PERDIDOS</b>	<b>(HORAS)</b>	<b>%</b>
Tiempo por parada planificada de la maquina	373,75	8.53
Tiempo por preparaciones de la maquina	341,25	7.79
Tiempo por fallas imprevistas de la maquina	957,50	21.86
Tiempo por baja producción del operario	132,50	3.03
<b>TOTAL</b>	<b>1 805,00</b>	<b>41.21</b>

**Tabla N° 3.2. Tiempos de parada en función del tiempo disponible en %-2009**

Las fallas imprevistas son las de mayor incidencia y representan el 21.86% del tiempo disponible de la Mezcladora Helicoidal, estas se clasifican en fallas mecánicas, de operación y externas.

<b>TIEMPO DE FALLAS IMPREVISTAS</b>	957,50 hor	100,00%
Falla mecánicas de maquina	604,67 hor	63,15%
Falla por mala operación	280,83 hor	29,33%
Fallas externas de producción	72,00 hor	7,52%

**Tabla N° 3.3. Fallas imprevista del equipo de la Mezcladora-2009**

### **3.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Del análisis del estudio de tiempos y de los cuadros hallados se encuentra que las fallas por mantenimiento mecánico necesitan ser atendidas de inmediato, pues significan más de mitad de tiempo de fallas imprevistas. Lo que nos hace ver claramente la baja disponibilidad de las maquinas por no contar con un programa de mantenimiento preventivo.

Por lo tanto se decide implementar un programa de mantenimiento preventivo para las maquinas Mezcladora Helicoidal, para mejorar la disponibilidad de la línea de producción de gelatina.

¿Cómo aumentar en 16% la disponibilidad de las maquinas criticas (Mezcladora Helicoidal), de la línea de producción de gelatinas?



## **CAPITULO 4**

### **IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **4.1 SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A IMPLEMENTAR**

El programa de mantenimiento preventivo se desarrolla en la sección de preparado de gelatina. Se elige como equipo critico la Mezcladora Helicoidal, pues es en estos procesos donde se desarrolla la principal producción de la planta.

La elaboración del programa de mantenimiento preventivo será según los catálogos o recomendaciones de los fabricantes.

Todos los trabajos sobre el equipo serán registrados en formatos, para luego contar con indicadores de mantenimiento.

Se hacen reuniones periódicas para buscar la participación de todos los trabajadores del departamento de mantenimiento.

La gerencia general brinda todo su apoyo al departamento de mantenimiento, en lo referente a los requerimientos de personal, repuestos,

reparaciones y equipos si fuese necesario, para que la implementación del mantenimiento preventivo sea exitoso.

El departamento de producción cumple con la implementación del mantenimiento preventivo. Así como capacita a su personal operario para disminuir las fallas por mala operación.

El departamento de mantenimiento garantiza que las intervenciones o reparaciones sea por su personal o por terceros se haga de la mejor manera y en el menor tiempo posible y se mejore la disponibilidad de las maquinas.

#### **Selección y clasificación de los equipos críticos de la planta:**

Se seleccionan los equipos o maquinas críticos de los procesos de la planta por las fallas los cuales al parar pueden detener gran parte del proceso de producción de la planta y/o de la línea de producción.

**Por su nivel de criticidad** (según tabla 2.1): clase 1; tipo: esencial maquinas o equipos que deben estar funcionando para continuar los procesos. La perdida de la maquinaria afectaría considerablemente la productividad y las ganancias.

**Por la función que desempeñan en la planta:** Según la producción diaria de la planta representa el 85% y solamente la línea de gelatina es de un 80% de toda la producción total de la planta.

**Por su alto costo de pérdida de producción de la planta:** Siendo la línea de producción de gelatina según los datos de comercialización (capitulo 3.1.4) histórica de la planta es de un 80% del total de la producción de la

planta lo cual una parada de esta máquina ocasionaría una pérdida alta en la economía de la planta.

Por lo cual seleccionamos como maquina critica a la **Mezcladora Helicoidal**

#### **4.1.1 Codificación de los equipos**

Todos y cada uno de los equipos de todas las secciones de la empresa deben tener un código, el cual dependerá de la ubicación y/o función del equipo dentro del proceso de producción.

Para la codificación de los equipos se sigue la siguiente secuencia:

- Codificación de secciones.
- Codificación de clase de equipo.
- Codificación de tipo de equipo.
- Código de equipo.

#### **4.1.2 Codificación de zona de máquina**

Cada zona o parte de maquina debe tener su código, pues cuando se ejecute una tarea de mantenimiento, para su mejor ubicación se deberá indicar en qué parte del equipo se quiere ejecutar dicha tarea.

### **4.1.3 Codificación de acciones, componentes y tareas**

Cada tarea de mantenimiento se origina de la acción sobre un componente determinado. Tengamos en cuenta los conceptos de algunas acciones:

**INSPECCIONAR:** Sin parar la maquina reconocer atentamente los equipos hacer una inspección diaria, la condición de operatividad de un componente. Ver la grasa de la chumacera, limpieza del motor.

**CHEQUEAR:** Hacer un recorrido correspondiente dentro de el tiempo recomendado por el fabricante de la maquina y equipos, con las herramientas necesarios, la condición de desgaste o desajuste de un componente.

**REVISAR:** Parar la maquina y desmontar parcial o totalmente un subconjunto para reconocer atentamente con las herramientas necesarias, la condición del ajuste de montaje y de desgaste de los componentes, con el fin de determinar si ha habido alguna causa de desgaste anormal y de ser necesario hacer la reparación o cambio de los componentes desgastados.

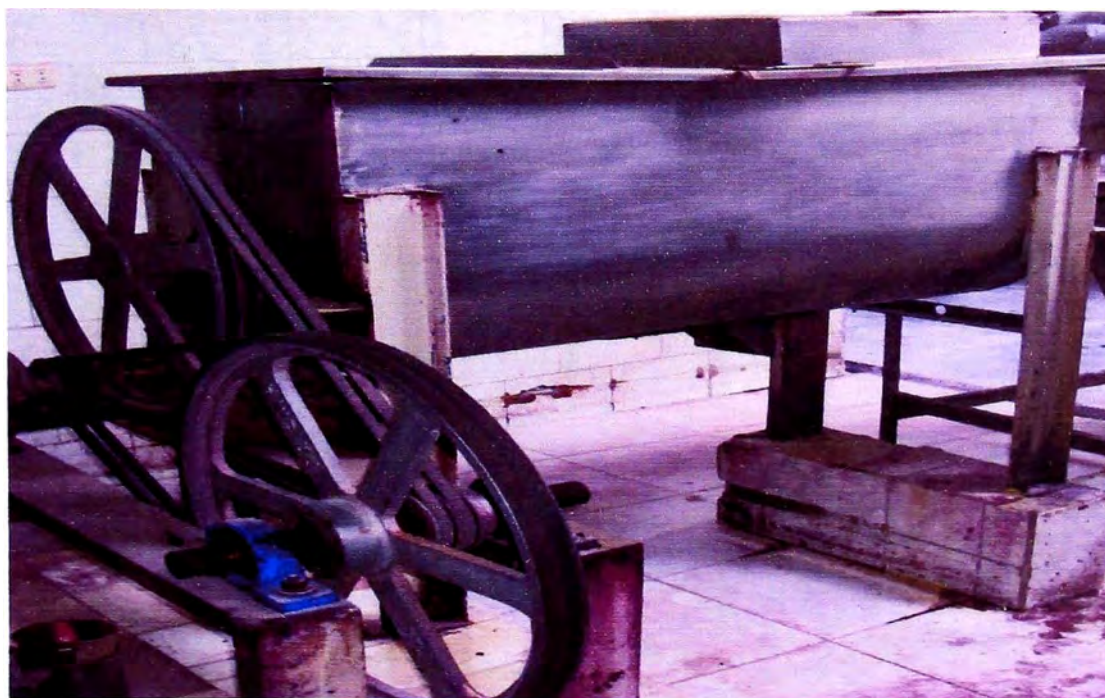
**OVERHAUL:** Parar la maquina y desmontar parcial o totalmente un subconjunto para cambiar todos los componentes que se encuentran con desgaste, con el fin de poner en optimas condiciones de operación al subconjunto; se deberá determinar si el desgaste de los componentes fue normal o hubo alguna causa de desgaste anormal.

**CALIBRAR:** Parar la maquina y medir con la mayor exactitud posible, los ajustes de fabricación y montaje de los componentes de un subconjunto, esta medición se hace con un calibrador o micrómetro y tiene como fin determinar si los componentes están en condiciones de seguir trabajando o requieren de cambio o ajuste de montaje.

**AJUSTAR:** Es dar a los componentes de un subconjunto el ajuste de montaje especificado por el fabricante, a fin de ponerlo en optimas condiciones de operación.

#### **4.1.4 Equipos e Instalaciones**

**Equipo: Mezcladora Helicoidal**



**Figura N° 4.1 Mezcladora Helicoidal**

**Características y especificaciones técnicas:**

Marca: DOLORIER      Código: A10 – 100

Material: Acero Inox 304L

Capacidad: 150 kg      Sistema: Helicoidal

**Motor:** 6HP      rpm: 1750i      rpm: 47s      Marca: SIEMENS

**Poleas:** 4 doble canal 5/8"; 2 de 0 24" y 2 de 0 5"      Material:  
ALUMINIO

**Fajas:** 4 en V de 5/8

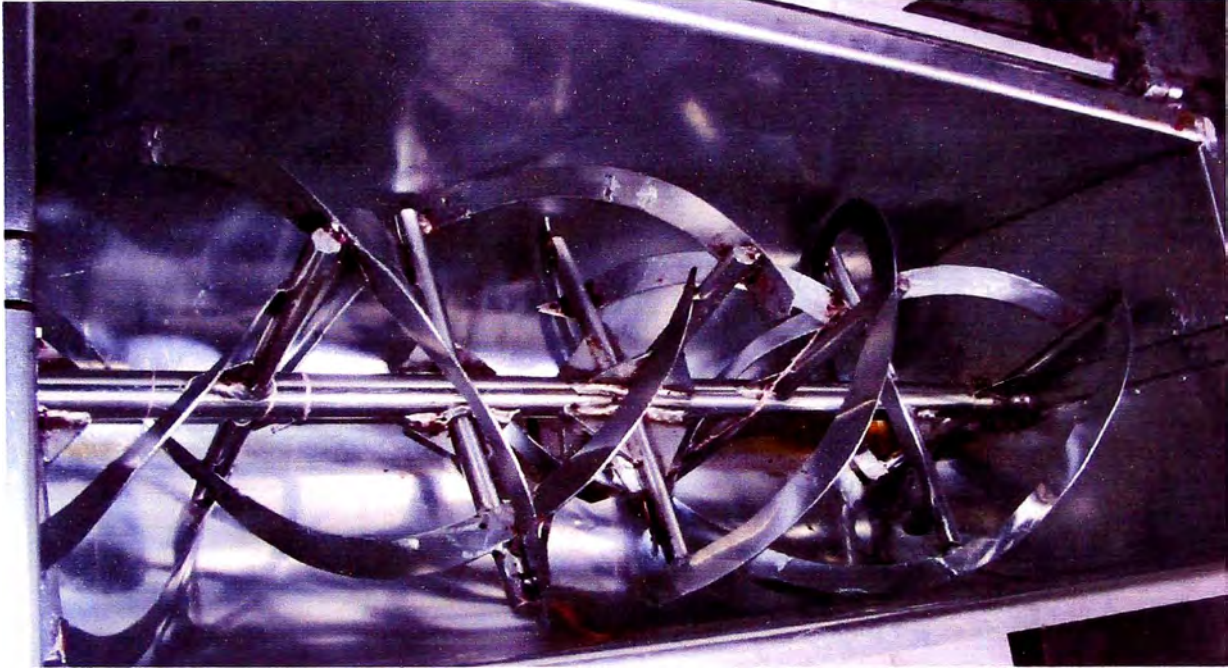
**Chumaceras:** 4; 2 en la mezcladora de 1 3/4 "y 2 en Sis. Red. de 1 1/2 "

**Tina (mezcladora):** Con un sistema helicoidal (Fig. 4.2) de 4 paletas (cintas) de ida Y 4 paletas (cintas) de regreso; eje principal de 1 3/4 ";  
Material de todo Acero Inoxidable 304L

L= 48"      A= 20"      H= 24"

**Cinta:** 8 paletas de acero inoxidable 4 de ida y 4 de regreso

e= 1/8 "      A= 1 1/2 "      L= 40"



**Figura N° 4.2 Sistema Helicoidal**

Se ingresara en su formato respectivo (Tabla N° 4.1), toda la información estructural, funcional, administrativa correspondiente al equipo para conservar su historial.

<b>MEZCLADORA</b>				
<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>				
CÓDIGO		(E) EQUIPO (S) SUBCONJUNTOS		(A) ACTIVO (I) INACTIVO (R) RETIRADO
DESCRIPCIÓN				
ÁREA OPERAT			DISPONIBILIDAD	
COLOR			FABRICANTE	
FUNCIÓN			PAÍS	
UBICACIÓN			MARCA	
TIPO			MODELO	
RESPONSABLE			SERIE	
SIST ASOCIADO			PROVEEDOR	
N° ACTIVO		CEN_COSTOS		CLASE
PLACA		PRIORIDAD		UND_DIMENSIÓN
ANCHO		ALTO		LARGO
UND_CAPACIDAD		CAP_ACTUAL		CAP_MÁXIMA
UND_PESO		PESO		N° PEDIDO
FECHA PERDIDO		FECHA RECIB		F_INSTALACIÓN
FECHA GARANTI		FECHA RETIRO		F_ULT_ACTUALIZ
AÑO FABRICAC.		VALOR COMPR		VALOR ACTUAL

**Tabla N° 4.1 Formato de ficha técnica**



## 4.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Descripción de las Actividades de Mantenimiento Preventivo del Equipo de la Mezcladora

En este punto es necesario precisar las principales características y recomendaciones que sugieren los fabricantes de los equipos para las actividades de mantenimiento preventivo del equipo de la Mezcladora.

### **Mezcladora Helicoidal**

#### Mantenimiento Preventivo

##### a) **Diario**

- Limpieza de la tina de la mezcladora.
- Limpieza exterior del motor de la mezcladora.

##### b) **Semanalmente**

- Echar grasa a la chumacera del sistema reductor de poleas y de la mezcladora.
- Revisar la base del motor de la mezcladora.
- Limpieza del sistema reductor de poleas.
- Limpieza exterior de la tina de la mezcladora.

##### c) **Mensualmente**

- Limpieza exterior de toda la maquina mezcladora.
- Ajustar las fajas del sistema reductor de poleas.

**d) Trimestralmente**

- Revisar las poleas del sistema reductor.
- Revisar la base de los pernos de anclaje de la mezcladora.
- Revisar las fajas del sistema reductor.
- Revisar las guardas del sistema reductor de poleas.

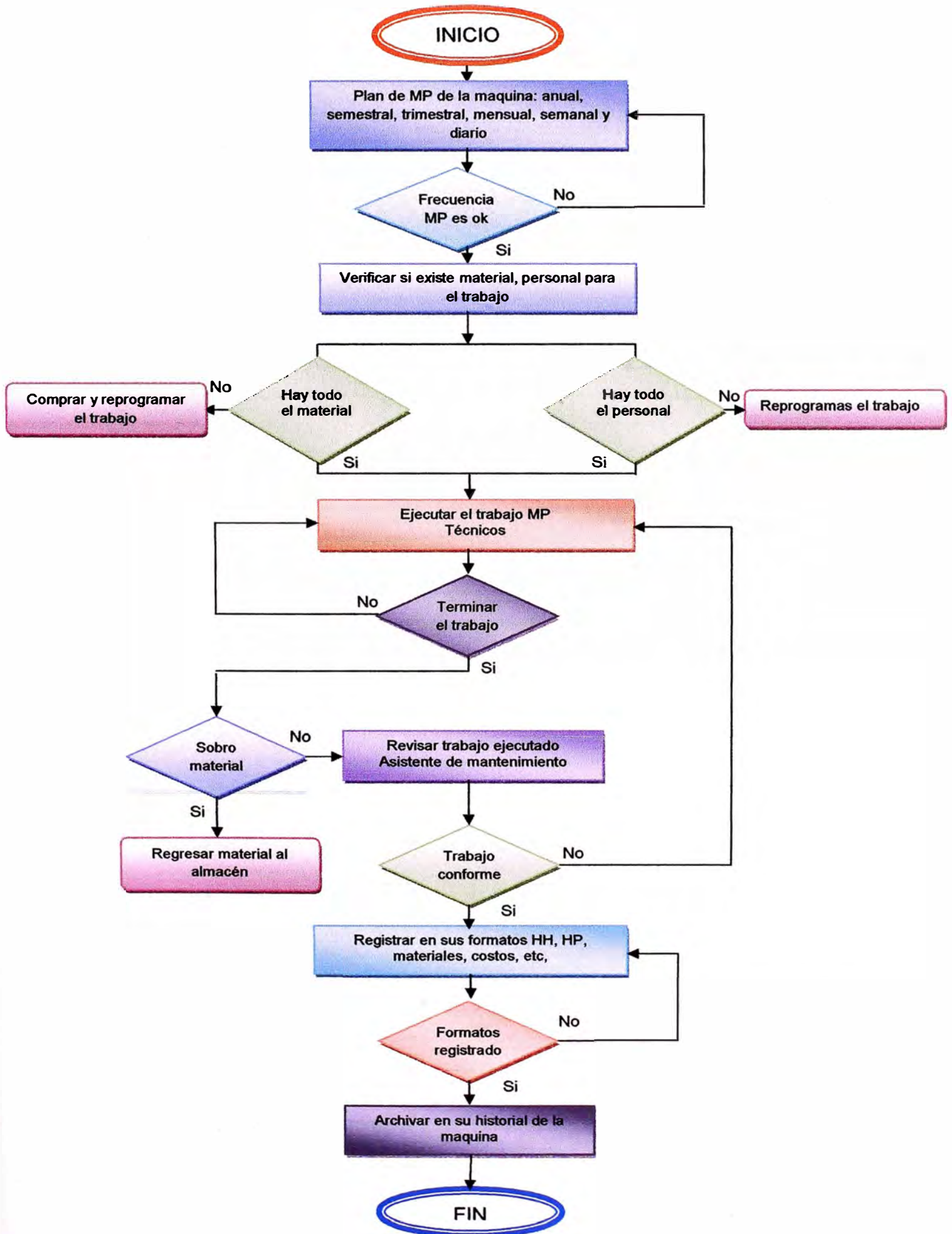
**e) Semestralmente**

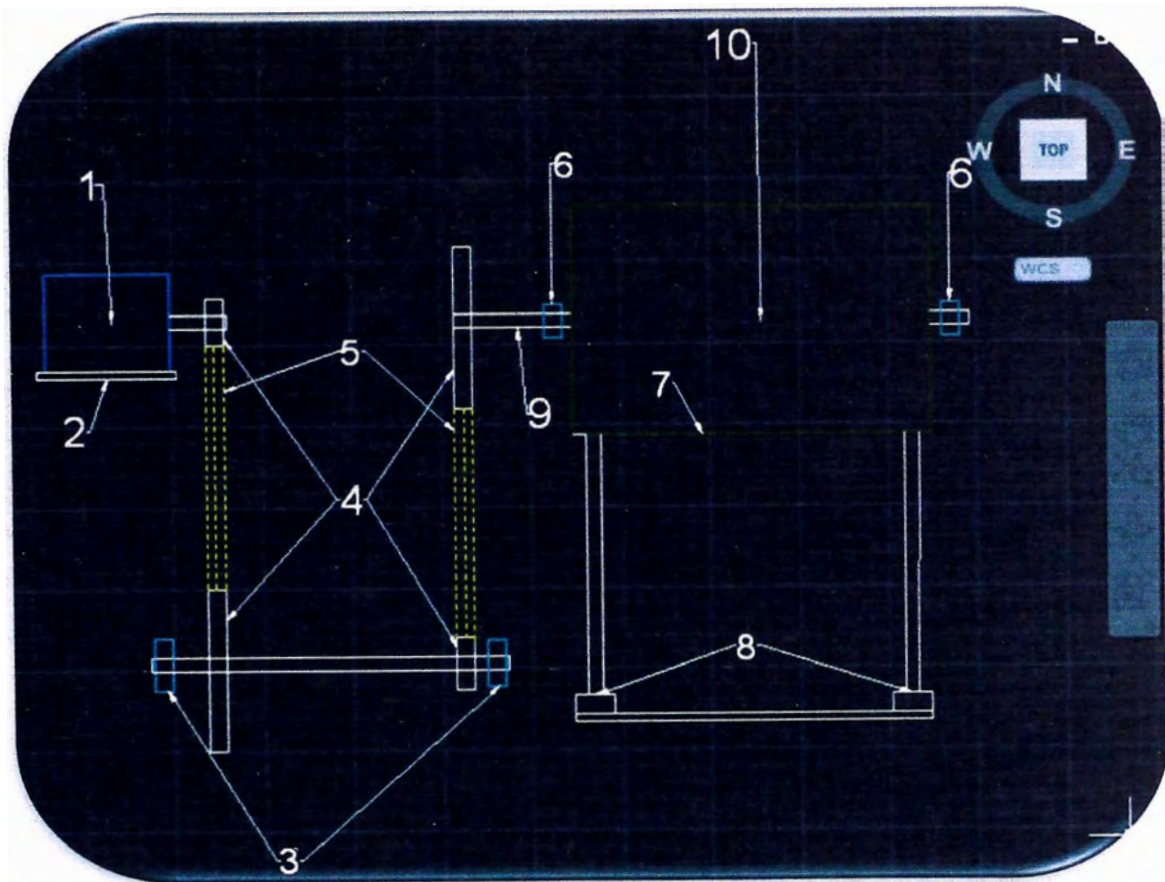
- Limpiar la base de los pernos de anclaje de la mezcladora y pintarla.
- Limpiar las guardas del sistema reductor de poleas y pintarlas.
- Revisar el sistema helicoidal de la tina de la mezcladora.
- Revisar los rodamientos del motor.
- Revisar las chumaceras del sistema reductor de poleas y de la mezcladora.

**f) Anualmente**

- Cambiar la grasa de la chumacera del sistema reductor de poleas y de la mezcladora.
- Revisar el eje inox de 1  $\frac{3}{4}$  del sistema helicoidal de la mezcladora.
- Revisar los pernos de anclaje de la base de la mezcladora y del motor.
- Revisar la soldadura de la maquina mezcladora.
- Revisar el bobinado del motor.
- Revisar las poleas del sistema reductor.
- Revisar las fajas del sistema reductor de poleas o cambiarlas.

## Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo





SISTEMA DE MEZCLADO	
1	MOTOR
2	BASE DEL MOTOR
3	CHUMACERAS DEL SISTEMA REDUCTOR DE POLEAS
4	POLEAS
5	FAJAS
6	CHUMACERAS DEL SISTEMA HELICOIDAL
7	TINA DE LA MEZCLADORA
8	BASE DE LA MEZCLADORA
9	EJE INOX DE LA MEZCLADORA
10	SISTEMA HELICOIDAL

**Figura N° 4.3 Plano Esquemático de la Mezcladora Helicoidal**

Cuando se generen las tareas de mantenimiento para los equipos críticos (Tabla N° 4.2), se debe indicar la zona de máquina y el número de veces que se ejecutara dicha tarea. Así también estas tareas deben tener asociado una frecuencia de aplicación, las cuales se obtienen de recomendaciones de fabricantes, catálogos del historial de fallas del equipo.

El equipo tendrá asignado, según la frecuencia de aplicación, un conjunto de tareas, las cuales se denominan actividades. Los equipos contarán con múltiples actividades, las cuales se convertirán en una orden de trabajo sistemática (ver anexo – Tabla 4.1), que lleva asociado tareas, repuestos, materiales, oficios.

<b>FRECUENCIA DE OPERACION</b>		
<b>TAREA</b>	<b>ZONA DE MAQUINA</b>	<b>N° DE VECES</b>

<b>FRECUENCIA DE PARADA</b>		
<b>TAREA</b>	<b>ZONA DE MAQUINA</b>	<b>N° DE VECES</b>

<b>FRECUENCIA DE RENOVACION</b>		
<b>TAREA</b>	<b>ZONA DE MAQUINA</b>	<b>N° DE VECES</b>

**Tabla 4.2 Formato de frecuencias y duración**

### **4.3 SOLICITUDES DE TRABAJO EN MANTENIMIENTO**

Las solicitudes de trabajo (Tabla N° 4.3) se refiere a los pedidos de trabajos dirigidos al departamento de mantenimiento dichos trabajos se pueden originar del mismo departamento de mantenimiento, de los clientes de mantenimientos o de los responsables de la sección de producción. Estos pedidos no se encuentran dentro de las actividades sistemáticas de mantenimiento, las cuales para su aprobación deben ser evaluadas de acuerdo a su criticidad por el jefe de mantenimiento.

Toda solicitud aprobada se convertirá en una orden de trabajo. De estas solicitudes de trabajo se tienen que ir afinando el plan de mantenimiento, ya sea aumentando, eliminando o modificando las tareas de mantenimiento sistemáticas ya existentes.

<b>SOLICITUD DE TRABAJO</b>					
SOLICITANTE :	PRODUCCION	<input type="checkbox"/>	MANTENIMIENTO	<input type="checkbox"/>	FECHA:
	OTROS	<input type="checkbox"/>			HORA:
EQUIPO:					
ZONA DE MAQUINA:					
PRIORIDAD :	URGENTE	<input type="checkbox"/>	MUY URGENTE	<input type="checkbox"/>	NORMAL <input type="checkbox"/>
MOTIVO QUE ORIGINA : LA SOLICITUD					
APROBADO POR:					
FECHA Y HORA REQUERIDA:					

**Tabla N° 4.3 Formato de solicitud de trabajo**

#### **4.4 PLANEACIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO**

Se trata de organizar y planificar todas las órdenes de trabajo dependiendo de las circunstancias alrededor de su realización y presupuestando los recursos necesarios. En algunos casos las intervenciones son urgentes y se deben de ejecutar de inmediato, luego se formaliza la generación de su orden de trabajo. Toda orden de trabajo (ver anexo – tabla 4.2) lleva los siguientes asociados:

- Tareas
- Repuestos/ Materiales
- Oficios/ Empleados
- Herramientas.

#### 4.5 CIERRE DE ÓRDENES DE TRABAJO

Cuando los trabajos de mantenimiento, ya sea programados o urgentes, se efectúan, estos deben de quedar registrados en una base de datos, a esto le denominamos cierre de una orden de trabajo (ver anexo – tabla 5.6). Con el cierre de las órdenes de trabajos se obtiene: Información real de las labores realizadas, costos reales de los recursos utilizados.

#### 4.6 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Permite la generación de indicadores de mantenimiento, tomando la información de todos los trabajos de mantenimiento registrados.

Después de medir los tiempos y clasificar las causas de las paradas de los equipos, se procederá a calcular los siguientes índices:

- 1) Índice de disponibilidad planificada

$$I1 = \frac{T. Disp - T. P. Plan}{T. Disp.}$$

- 2) Índice de operación

$$I2 = \frac{T. Disp - (T. P. Plan + T. P. Pre)}{T. Disp. - T. P. Plan}$$

- 3) Índice de operación neta

$$I3 = \frac{T. Disp - (T. P. Plan + T. P. Pre + T. P. F. lm)}{T. Disp - (T. P. Plan + T. Pre)}$$



## 4) Índice de tasa de producción

$$I4 = \frac{T. Disp - (T. P. Plan + T. P. Pre + T. P. F. Im + T. P. B. Tas)}{T. Disp - (T. P. Plan + T. P. Pre + T. P. F. Im)}$$

## 5) Eficiencia total del equipo

$$ETE = I2 \times I3 \times I4$$

## 6) Utilización total del equipo

$$UTE = I1 \times I2 \times I3 \times I4$$

## **CAPITULO 5**

### **EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Siguiendo la propuesta del programa de mantenimiento preventivo, se comienza su implementación. La cual resulta en un trabajo organizado, planificado, ejecutado y continuamente modificado para mejora del plan de mantenimiento preventivo, todo ello busca ejecutar una verdadera labor de administración del mantenimiento.

#### **5.1 ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Organizamos la información recolectada en toda la planta en sus respectivos formatos y hacemos su historial de cada máquina para una verdadera labor de administración del mantenimiento preventivo.

##### **5.1.1 Administrativo**

La codificación de los equipos se definió en las reuniones de coordinación entre todos los departamentos y el de mantenimiento, siendo la secuencia seguida la siguiente:

- Codificación de secciones.

- Codificación de clase de equipo.
- Codificación de tipo de equipo.
- Código de equipo.

#### Codificación de Secciones

La empresa cuenta con las siguientes secciones de producción: Mezclado, molienda, envasado. Servicios auxiliares (agua, aire comprimido, etc.)



**Figura N° 5.1 sección de mezclado**

Considerando las líneas de producción de la empresa, establecemos los siguientes códigos:

<b>SECCIÓN</b>	<b>CÓDIGO</b>
Mezclado	A
Molienda	B
Envasado	C
Amasadora	D
Servicios auxiliares	E

**Tabla N° 5.1 Codificación de secciones**

#### Código de Clase de Equipo

Se le asigna códigos a los grupos o clase de equipos que pertenecen a determinada sección.

<b>SECCIÓN</b>	<b>CLASE DE EQUIPO</b>	
	<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
MEZCLADO	A1	Equipos de mezclado
	A2	Equipos de aire
MOLIENDA	B1	Equipos de molienda
	B2	Equipos de aire

**Tabla N° 5.2 Codificación de clase de equipo**

### Código de tipo de equipo

La mezcladora helicoidal, pertenece a la clase mezcladoras y tipo de equipo: Mezcladora Helicoidal.

CLASE	TIPOS DE EQUIPO	
	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
MEZCLADORA	A10	Mezcladora
	A20	Compresora
MOLIENDA	B10	Molino de Bolas
	B20	Compresora
ENVASADO	C10	Máquina de coser
	C20	Selladora
AMASADO	D10	Amasadora

**Tabla 5.3 Codificación de tipos de equipo**

#### 5.1.1.1 Código de Equipos

Tipo	EQUIPO	
	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
A10	A10-100	Mezcladora Helicoidal 1
	A10-200	Mezcladora Helicoidal 2
A20	A20-100	Compresora
B10	B10-100	Molino de Bolas 1
	B10-200	Molino de Bolas 2
B20	B20-100	Compresora

**Tabla N° 5.4 Codificación de equipos**

El código de la MEZCLADORA HELICOIDAL es: A10 –100, el cual indica:

- Codificación de la sección: A
- Codificación de clase de equipo: A1 equipos de mezclado.
- Codificación de tipo de equipo: A10 Mezcladora helicoidal.
- Codificación de equipo: A10-100, Mezcladora Helicoidal nº1

#### 5.1.1.2 Codificación de Zona de Maquina

Cada zona o parte de máquina, de la mezcladora helicoidal, debe estar identificada.

<b>ZONA DE MAQUINA</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
MAQUI	MAQUINA
POLE	POLEA
MOTELEC	MOTOR ELECTRICO
SISTEHELI	SISTEMA HELICOIDAL
FAJ	FAJA EN V
TINAMINO	TINA DE MEZCLADO INOXIDA.

**Tabla N° 5.5 Codificación de zona de maquina**



**Figura N° 5.2 Sección de Envasado**

#### 5.1.1.3 Codificación de acción, componentes, y tareas

Cada tarea de mantenimiento de la mezcladora helicoidal, debe tener asociado la acción sobre un determinado componente.

Para el equipo se han determinado las siguientes acciones, componentes y tareas de mantenimiento.

<b>ACCIÓN</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
REVIS	REVISAR
CAMBI	CAMBIAR
LIMP	LIMPIAR
CHEQ	CHEQUEAR
ENGRA	ENGRASAR
INSPEC	INSPECCIONAR

**Tabla N° 5.6 Codificación de acciones**

<b>COMPONENTE</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
POLE	POLEA
FAJ	FAJA EN V
CHUMA	CHUMACERA
MOTELEC	MOTOR ELECTRICO
SISTEHELI	SISTEMA HELICOIDAL
TINAMINO	TINA DE MEZCLADO INOXIDA

**Tabla N° 5.7 Codificación de componentes**



TAREA	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CHE-POL	CHEQUEAR POLEA
REV-FAJ	REVISAR FAJA EN V
LIM-TIN	LIMPIAR LA TINA
ENG-CHU	ENGRASAR CHUMACERA
REV-MOT	REVISAR MOTOR
CAM-FAJ	CAMBIAR FAJA EN V

**Tabla N° 5.8 Codificación de tareas de mantenimiento**

Finalmente se determinan las tareas de mantenimiento sobre un determinado equipo por zona de máquina.

EQUIPO		
ZONA DE MAQUINA		
TAREA		
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA DE TRABAJO		TIEMPO
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
MANO DE OBRA		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO

**Tabla N° 5.9. Formato de tarea**

Cada tarea tiene su formato de ejecución, donde se indica todo el procedimiento a seguir para que esta tarea se ejecute correctamente (ver anexo – tabla 5.1).

### **5.1.2 Equipos e Instalaciones**

Se ingresa toda la información técnica, funcional y administrativa de la mezcladora helicoidal (ver anexo – tabla 5.2).

### **5.1.3 Plan de mantenimiento preventivo anual de los equipos críticos**

Se generan todas las actividades de mantenimiento preventivo para la Mezcladora Helicoidal descritas en el capítulo 4.2 con lo cual desarrollamos el plan anual de mantenimiento preventivo. La actividad es el conjunto de tareas que se ejecutaran con una determinada frecuencia. Cada actividad a ejecutar es una orden de trabajo sistemática, a la cual está asociado tareas, herramientas, materiales, personal.

Se establecen diferentes actividades de mantenimiento preventivo para la Mezcladora Helicoidal (ver anexo – tabla 5.3).

### **5.1.4 Solicitudes de Trabajo de Mantenimiento**

Las solicitudes de trabajo de mantenimiento mecánico pueden generarse del propio departamento de mantenimiento o de los responsables de la sección de Mezclado, al cual damos servicio (ver anexo – tabla 5.4)

### **5.1.5 Planeación de órdenes de trabajo**

Todas las solicitudes para realizar trabajos de mantenimiento, modificación y/o reparación de la Mezcladora Helicoidal se organizan y planifican. La aprobación de las solicitudes depende del jefe y asistente de mantenimiento, esta solicitud tendrá carácter de orden de trabajo (O/T). Si la solicitud es urgente, esta se ejecuta de inmediato. (Ver anexo – tabla 5.5)

### **5.1.6 Cierre de órdenes de trabajo**

Todos los trabajos de mantenimiento mecánico efectuados en la Mezcladora Helicoidal, quedaran registrados cuando se haga el cierre de una orden de trabajo. Con esta data tendremos un historial real de todas las labores realizadas sobre el equipo, costos reales de los recursos utilizados (mano de obra y repuestos), tiempos de parada de máquina.

Cuando una O/T queda pendiente de terminar, se le llamara otra vez hasta que su estado sea terminado.

El cierre de una O/T en la Mezcladora Helicoidal sigue el siguiente formato (ver anexo – Tabla 5.6).

## **5.2 RESULTADOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

Al principio y durante la ejecución del programa de mantenimiento preventivo se han registrado datos diarios de las diferentes causas de parada de la Mezcladora Helicoidal (ver anexo – Tablas 3.1 y 3.2) los cuales

se han consolidado en cuatro cuadros anuales (ver anexo – Tablas 5.7, 5.8, 5.9, 5.10).

De los cuadros anuales se refleja que los mayores tiempos de parada de maquina son ocasionados por las fallas imprevistas, donde está involucrado directamente el departamento mecánico.

<b>TIEMPO DE FALLAS IMPREVISTAS</b>	957,50 hor	100,00%
Falla mecánica de maquina	604,67 hor	63,15%
Falla por mala operación	280,83 hor	29,33%
Falla externas de producción	72,00 hor	7,52%

**Tabla N° 5.10 Fallas imprevistas – 2009**

<b>TIEMPO DE FALLAS IMPREVISTAS</b>	788,33 hor	100,00%
Falla mecánica de maquina	494,53 hor	62,73%
Falla por mala operación	228,70 hor	29,01%
Falla externas de producción	65,10 hor	8,26%

**Tabla N° 5.11 Fallas imprevistas – 2010**

<b>TIEMPO DE FALLAS IMPREVISTAS</b>	657,00 hor	100,00%
Falla mecánica de maquina	406,55 hor	61,88%
Falla por mala operación	188,68 hor	28,72%
Falla externas de producción	61,77 hor	9,40%

**Tabla N° 5.12 Fallas imprevistas – 2011**

<b>TIEMPO DE FALLAS IMPREVISTAS</b>	525,60 hor	100.00%
Falla mecánica de maquina	333,87 hor	63,52%
Falla por mala operación	146,90 hor	27,95%
Falla externas de producción	44,83 hor	8,53%

**Tabla N° 5.13 Fallas imprevistas – 2 012**

### 5.2.1 Cálculo de los indicadores de mantenimiento

La eficiencia total del equipo (ETE), así como la utilización total del equipo (UTE) y otros indicadores más, son los que vamos a calcular y vamos a ver como se han modificado a lo largo del tiempo. Estos cálculos nos revelaran que tan exitoso ha resultado la ejecución del programa de mantenimiento.

Con los datos de tiempos de parada de maquina (ver anexo – Tablas 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10), se calcula los índices de mantenimiento.

a) Índice de disponibilidad planificada.

$$I1 = \frac{T.Disp - (T.P.Plan)}{T.Disp} \quad T. Disponible = 4\ 380 \text{ horas}$$

b) Índice de operación

$$I2 = \frac{T.Disp - (T.P.Plan + T.P.Pre)}{T.Disp - T.P.Plan}$$

c) Índice de operación neta

$$I3 = \frac{T.Disp - (T.P.Plan + T.P.Pre + T.P.F.Im)}{T.Disp - (T.P.Plan + T.Pre)}$$

d) Índice de tasa de producción

$$I4 = \frac{T. Disp - (T. P. Plan + T. P. Pre + T. P. F. Im + T. P. B. Tas)}{T. Disp - (T. P. Plan + T. Pre + T. F. Im)}$$

e) Eficiencia total de equipo

$$ETE = I2 \times I3 \times I4$$

f) Utilización total del equipo

$$UTE = I1 \times I2 \times I3 \times I4$$

Siendo los resultados los siguientes:

ÍNDICES	AÑO			
	2009	2010	2011	2012
I1	91,46	90,48	89,34	88,58
I2	91,48	93,39	96,13	96,92
I3	73,87	78,70	82,53	86,02
I4	95,11	95,99	96,65	96,80
ETE	64,26	70,55	76,68	80,70
UTE	58,77	63,83	68,50	71,48

**Tabla N<sup>a</sup> 5.14 Indicadores de mantenimiento**

### **5.3 ANALISIS DE COSTOS**

En la realización para la implementación del programa de mantenimiento preventivo es necesario considerar un análisis de costos; como los costos por el mantenimiento correctivo que se daba en la línea de producción de gelatina hasta los costos producidos por la implementación del programa de mantenimiento preventivo, con lo cual determinaremos cuan útil a sido económicamente su implementación.

#### **5.3.1 Costos de mantenimiento Correctivo**

Son aquellos costos generados por las fallas o averías sufridos por los equipos durante su operación normal dentro de la producción de la planta, de manera no programada.

Al producirse de manera inesperada la falla de la maquina o equipo, esta origina una parada de la maquina por lo tanto se produce una parada de la producción y por consiguiente una pérdida de producción durante este tiempo perdido.

Existen dos tipos de costos: los costos por la falla de la maquina que implica mano de obra, material, repuesto, etc. Y los costos debido a la perdida de la producción no realizada por la parada de la maquina.

5.3.1.1 Costos de mantenimiento debido a la falla del equipo (costo de reparación)

Costos de mano de obra directa usada en la reparación  
 Costos debido a la intervención del personal de mantenimiento (técnicos, mecánicos, ayudantes), en la reparación del equipo.

Debido a que el mantenimiento es de emergencia (correctivo) y no programado, no hay una distribución ordenada y correcta del personal, para realizar dichas labores de mantenimiento

Costos de mano de obra:

Personal calificado.....S/. 20 x hora

Personal especializado.....S/. 50 x hora

Personal calificado: Personal preparado por la empresa para realizar el mantenimiento de las maquinas (técnicos).

Personal especializado: Personal que hace el servicio de terceros para un trabajo específico de las maquinas.

Costos de materiales usados en la reparación

Gastos ocasionados por la compra de repuestos, herramientas, suministros, etc., que se necesitan para poner nuevamente operativo el equipo



**Materiales a usar:**

Repuestos: chumaceras, fajas poleas, tuercas, rodamientos, pernos, etc.

Materiales consumibles: soldadura, pintura, grasa, material de ferretería (lijas, escobillas, etc.), y otros

**Costo por servicio de terceros**

Son todas las empresas que le brindan servicios a la empresa TAPIA HNOS, relacionados con la ejecución de trabajos específicos, que no se pueden hacer con el personal de mantenimiento de la planta

**5.3.1.2 Costos de producción debido a la falla del equipo**

Son los costos originados por la falla del equipo lo que ocasiona que la maquina no funcione (parada), con lo cual no existe producción ocasionando pérdidas a la empresa, siendo la Mezcladora Helicoidal una maquina critica 1 (tabla2.1) , entonces tiene 100% de la perdida de producción.

**Costo de producción:**

1 Batch = 6 minutos                      1 hora = 10 Batch

1 Batch = 110 kg. de Gelatina a granel

Costo de una bolsa de 5 kg de Gelatina S/. 22,00

1 Hora de Producción = 10 Batch x hora x 110 kg/1 Batch x 1 Bolsa/5 kg x S/. 22

**Costo de 1 Hora de Producción = S/. 4 840,00 de Bolsas de 5 kg de Gelatina.**

Batch de la Mezcladora Helicoidal: Es un ciclo de producción de gelatina a granel con una duración de 6 minutos, para mezclar los componentes predeterminados de la gelatina en forma continua.

Por lo tanto con estos datos obtenidos del historial de la maquina mas los formatos de mantenimiento correctivo hacemos el cálculo del costo del mantenimiento correctivo anual de la Mezcladora Helicoidal (ver anexo – tabla 5.11) obteniendo los siguientes resultados:

### **5.3.2 Costo de mantenimiento preventivo**

Consiste en los costos en que la empresa utiliza para la implementación del programa de mantenimiento preventivo, estos costos representan aquellos necesarios para llevar a cabo todas las actividades de inspección repetitivas programadas periódicamente, para lo cual se usan formatos y para la capacitación del personal de planta

#### **5.3.2.1 Costo de mantenimiento usado en la programación del mantenimiento**

**Costo de mano de obra usado en la programación**

Es el costo del personal usado para las inspecciones y reparaciones de las maquinas pero con paradas

programadas según la programación periódica del programa

Costo de mano de obra preventivo:

Personal Calificado.....S/. 20 x hora

Personal especializado.....S/. 50 x hora

Costo de Materiales usados en el programa de mantenimiento preventivo

Con la implementación del programa de mantenimiento preventivo, existe una mejor planificación en las compras a ejecutarse para que los materiales se pidan con la anticipación adecuada.

Por lo tanto el consumo de repuestos será menor por tener una adecuada planificación.

Costo de herramientas.....S/. 15 x hora

Costo de herramienta especializada.....S/. 30 x hora

Costo por servicios de terceros según el programa de mantenimiento

Son los servicios que las empresas brindan a la empresa para servicios especializados pero según el programa de mantenimiento preventivo planificados en horarios que no paren la producción de la maquina.

### 5.3.2.2 Costos de producción debido a la programación del mantenimiento

Estos costos ocasionados por la parada de la maquina son los mismos que en el mantenimiento correctivo, pero en este caso son planificados y el tiempo de parada es mínimo

Costo de 1 Hora de Producción = S/. 4 840,00 de Bolsas de 5 kg de Gelatina

Por lo tanto con los datos obtenidos de la implementación del programa de mantenimiento hacemos los cálculos del costo de este mantenimiento preventivo anual de la Mezcladora Helicoidal (ver anexo – tabla 5.12) obteniendo los siguientes resultados:

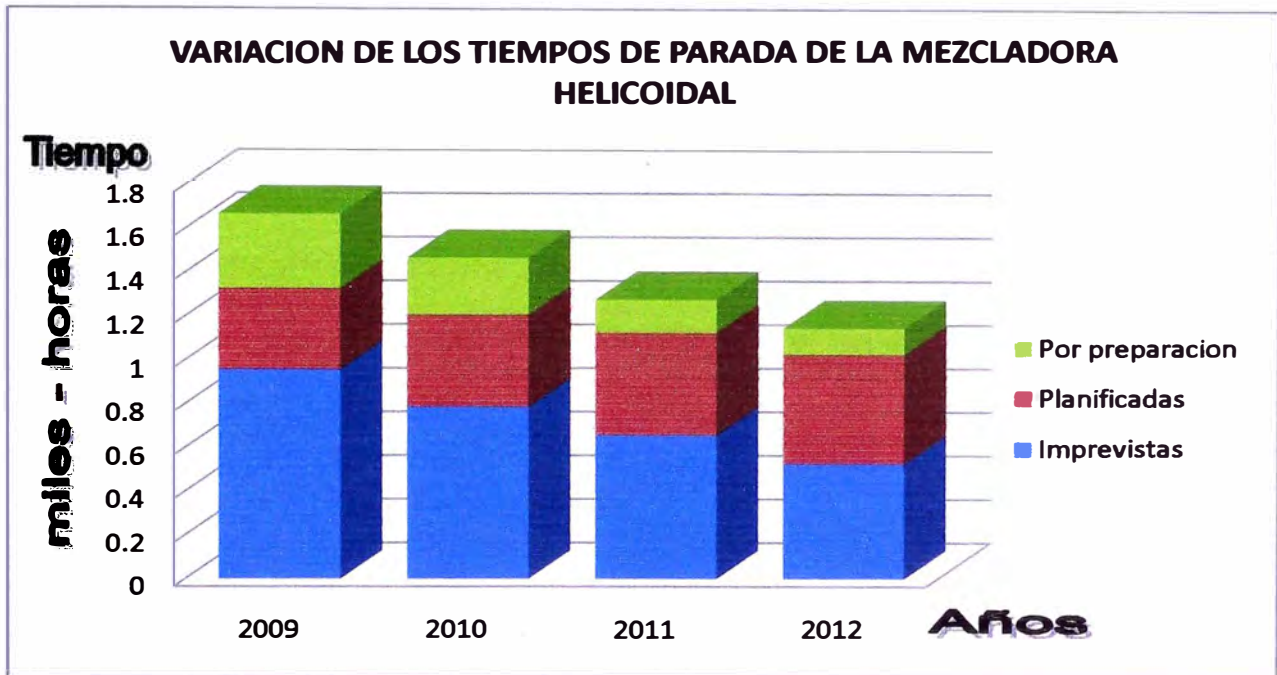
## **CAPITULO 6**

### **EVALUACION DE LOS RESULTADOS**

#### **6.1 COMPARACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE LA MEZCLADORA HELICOIDAL**

De los resultados obtenidos, vamos a interpretar dichas variaciones, para conocer el beneficio económico y de disponibilidad alcanzado por TAPIA HNOS, a partir de la implementación de este programa de mantenimiento preventivo.

En la figura 6.1 nos muestra el acumulado de tres tiempos de paradas de la Mezcladora Helicoidal: Imprevistos, planificadas y de preparación. Estas tres en un inicio eran de 92,66% del total de parada de máquina y al implementar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo estos acumulados han ido disminuyendo a 81,25% en el año 2010, después 70,64% en el año 2011 y luego a 63,43% en el año 2012, siendo evidente el ahorro en tiempos de parada de máquina con respecto al año 2009, en consecuencia un ahorro en el costo del mantenimiento por tener una mayor disponibilidad de las maquinas.



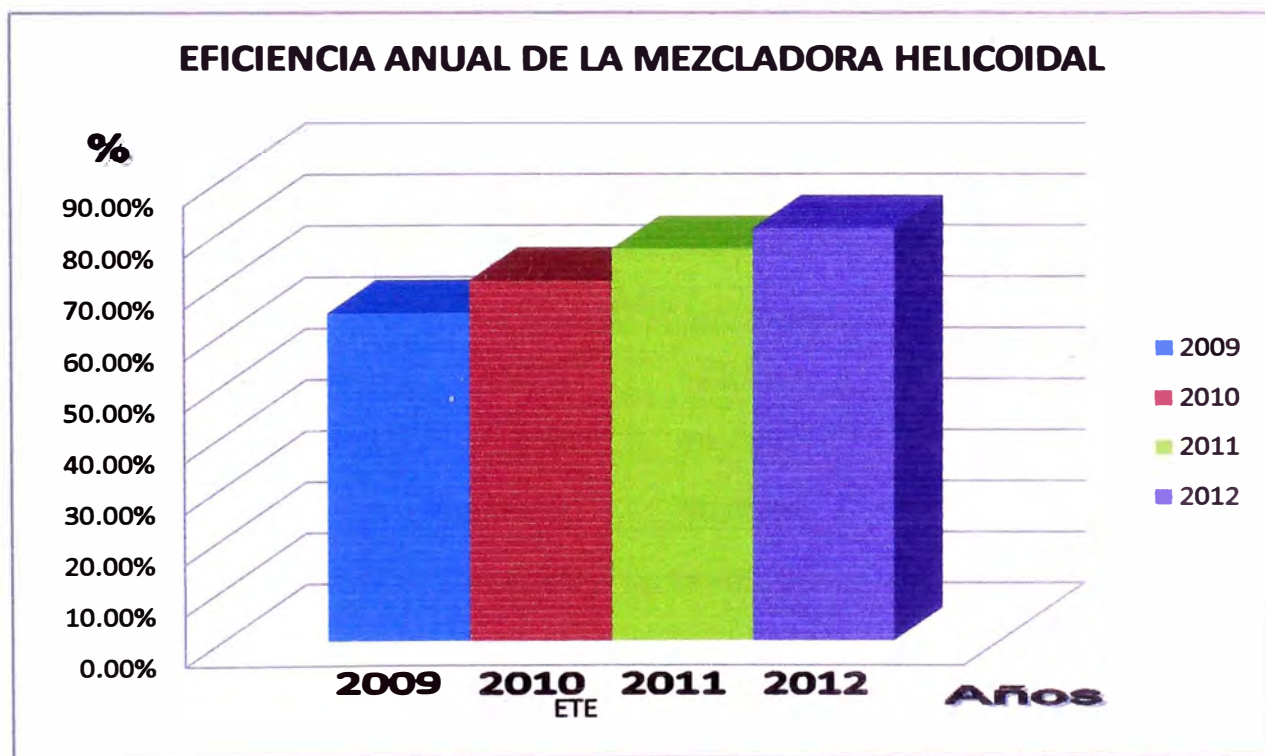
TIPOS DE PARADA	2009	2010	2011	2012
IMPREVISTAS	957,50	788,33	657,00	525,60
PLANIFICADAS	373,75	416,67	466,67	500,00
POR PREPARACIÓN	341,25	261,67	151,33	119,40
SUB TOTAL	1 672,50	1 466,67	1 275,00	1 145,00
TOTAL	1 805,00	1 633,33	1 383,33	1 248,83

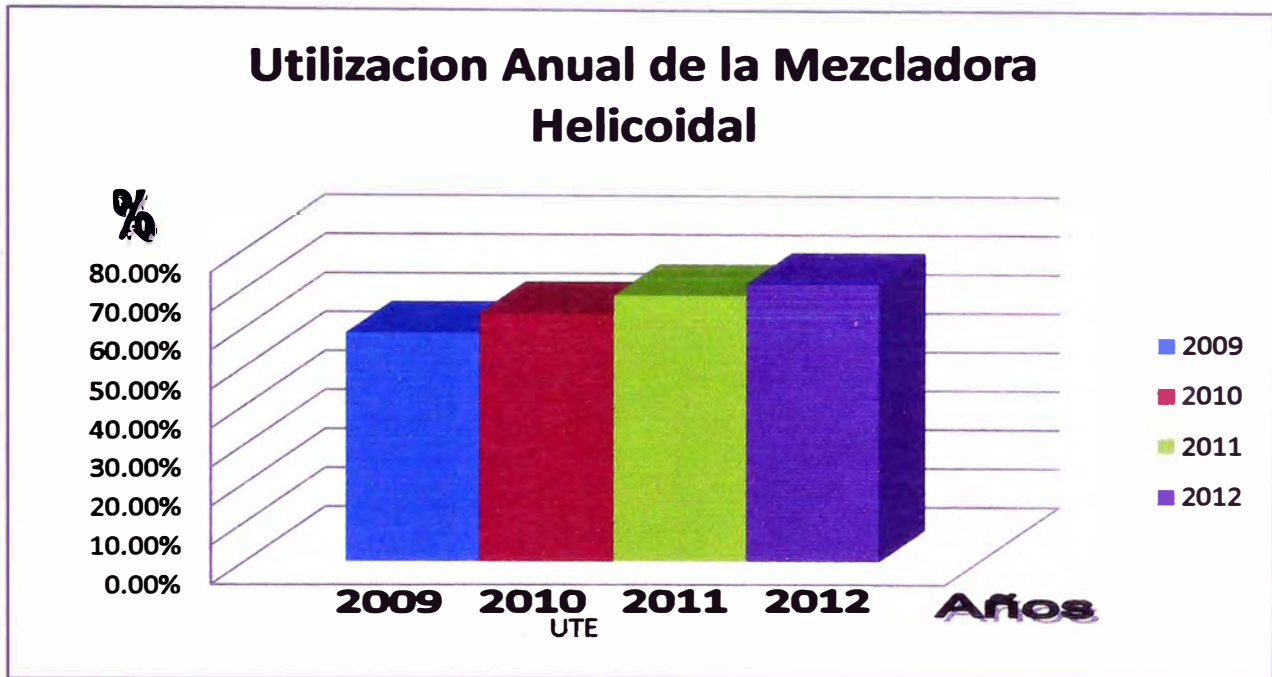
**Figura N° 6.1 diagrama de acumulado de tipo de parada**

En la figura 6.2 se puede apreciar la incidencia positiva de los índices de mantenimiento de la maquina en el año 2009 en 64,26% para luego de aplicar el programa de mantenimiento preventivo pasar al año 2010 en 70,55%, luego al año 2011 en 76,68% y para el año 2012 en 80,70% con lo cual se ve que la disponibilidad de la maquina mejora en un aproximado de

16% lo cual hará que aumente la producción y generara mayor beneficio a la empresa.

También vemos la incidencia positiva de la utilización total del equipo de la mezcladora logrando una mejora aproximado de 13% lo cual hace que la maquina baje sus costos de producción al tener un mayor tiempo de utilización



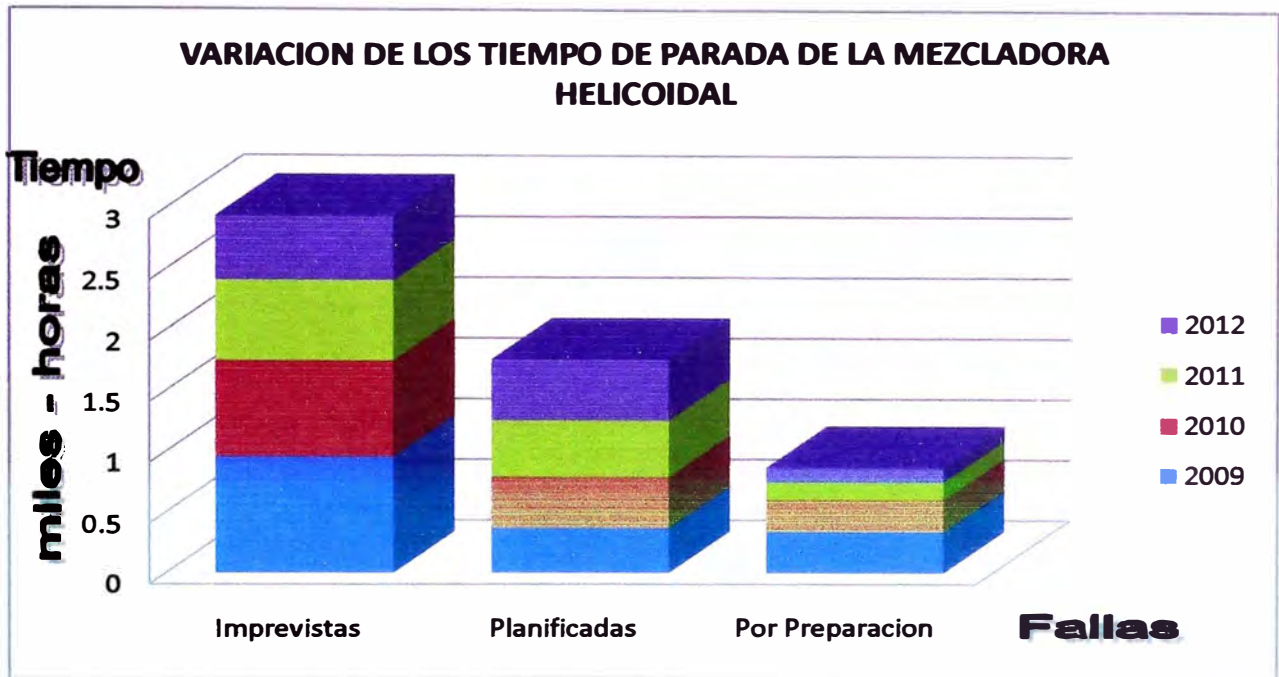


Índices	Año			
	2009	2010	2011	2012
ETE	64,26%	70,55%	76,68%	80,70%
UTE	58,77%	63,83%	68,50%	71,48%

**Figura N°6.2 evolución de la eficiencia**

En la figura 6.3 se puede apreciar la incidencia de los tiempos de fallas imprevistas en comparación con las planificadas y las de preparación. La cantidad de fallas imprevistas en un inicio era de 21,86% con respecto al tiempo disponible del equipo (4 380 horas) y a la vez era el 53,04% con respecto al tiempo total de paradas de maquina (1 805,00 horas). Las fallas imprevistas han variado de la siguiente manera: En el año 2010 representaba el 43,67%, en el año 2011 representaba el 36,39% y el año 2012 llego a 29,12% con respecto al tiempo total de paradas de máquina.

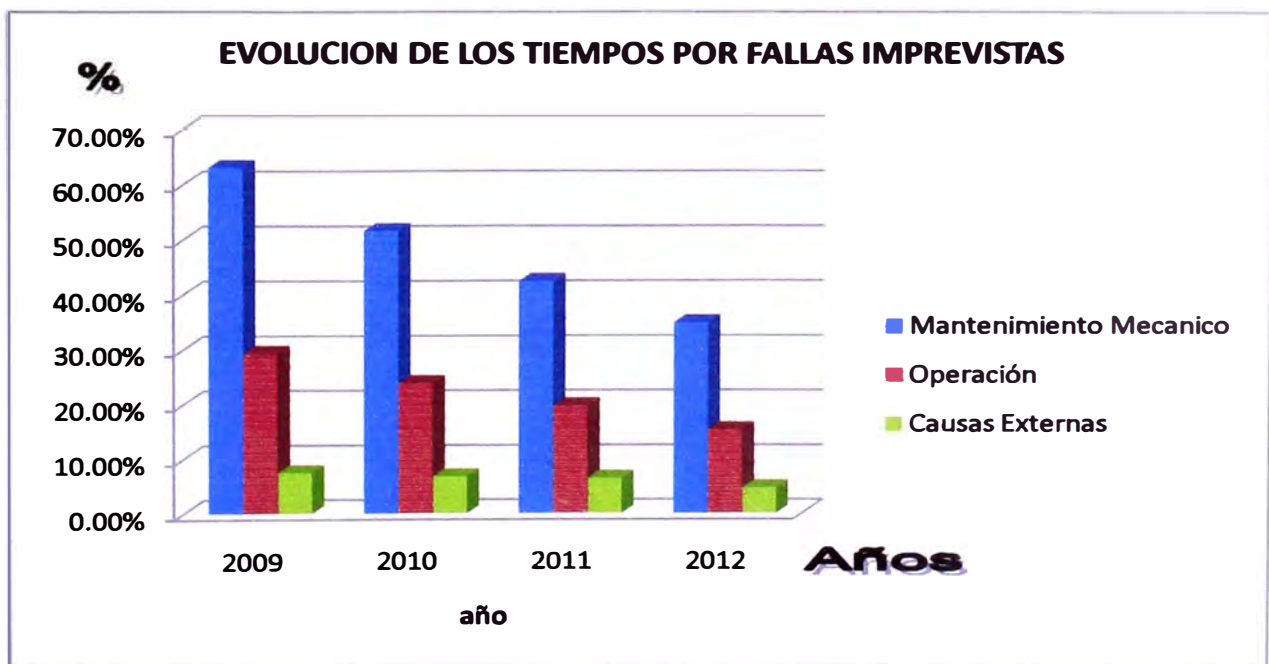
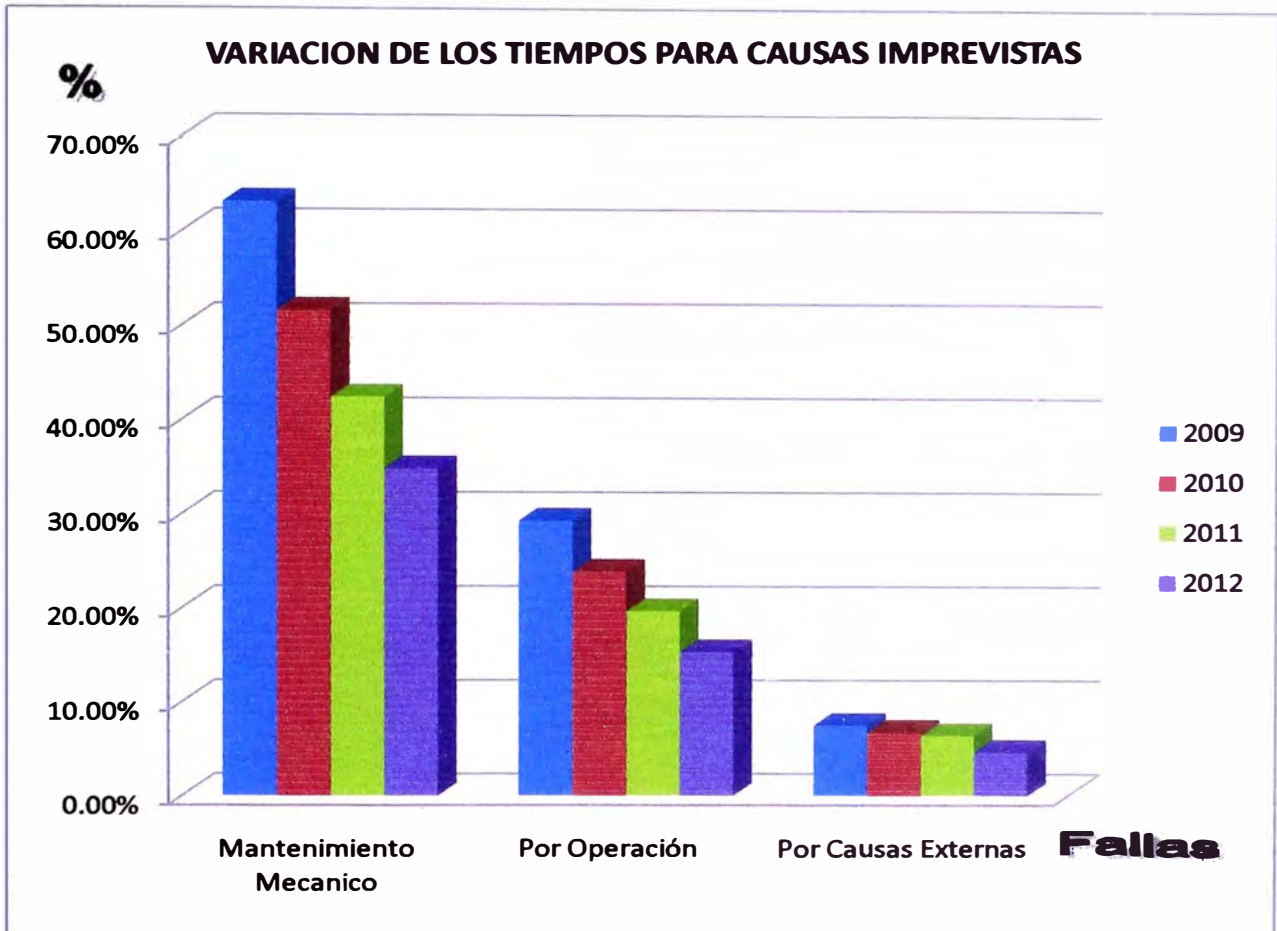




TIPOS DE PARADA	2009	2010	2011	2012
IMPREVISTAS	957,50	788,33	657,00	525,60
PLANIFICADAS	373,75	416,67	466,67	500,00
POR PREPARACIONES	341,25	261,27	151,33	119,40

**Figura N° 6.3 diagrama de incidencias de tipo de paradas**

De estos tiempos por fallas imprevistas, un gran porcentaje es responsabilidad del departamento de mantenimiento mecánico, tal como se muestra en la figura 6.4, donde en el año 2009 representaba el 63,15%, durante la aplicación del programa de mantenimiento preventivo llego a reducirse a un 51,65% en el año 2010, después a 42,46% en el año 2011 y finalmente a 34,87%, en el año 2012 en comparación con las condiciones iniciales.



<b>FALLA IMPREVISTAS</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
MANTENIMIENTO MECÁNICO	63,15%	51,65%	42,46%	34,87%
MALA OPERACIÓN	29,33%	23,88%	19,71%	15,34%
CAUSAS EXTERNAS	7,52%	6,80%	6,45%	4,68%
TOTAL	957,50 = 100%			

**Figura N °6.4 diagrama de tipos de fallas imprevistas**

El departamento de mantenimiento mecánico ha realizado una excelente implementación de un programa de mantenimiento preventivo siguiendo su proceso de producción. De los resultados y de los gráficos podemos ver que tenemos una mejor disponibilidad de maquinas con lo cual baja los costos de mantenimiento y de producción. Se realiza sobre el equipo continuas medidas de tiempo de parada, para conocer cómo va marchando nuestro programa de mantenimiento preventivo. El personal encargado de esta labor es tanto el operario de máquina, como el personal de mantenimiento debidamente capacitado y motivado.

Las relaciones de trabajo entre los departamentos de producción y de mantenimiento se hacen más estrechas, de mutua cooperación y coordinación ya que la función es producir la mayor cantidad gracias a una mayor disponibilidad de la maquina y a un menor costo de mantenimiento.

## 6.2 COMPARACION ENTRE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON EL CORRECTIVO

Luego de los resultados de ambos mantenimientos preventivo y correctivo analizamos el beneficio económico de la implementación del programa de mantenimiento preventivo y hacemos la comparación grafica:

Costo de Mantenimiento Correctivo .....S/. 42 430,00

Costo de Mantenimiento Preventivo.....S/. 24 730,00

Se observa que se logra un ahorro con la aplicación del mantenimiento preventivo del 71,57% con respecto del mantenimiento correctivo.

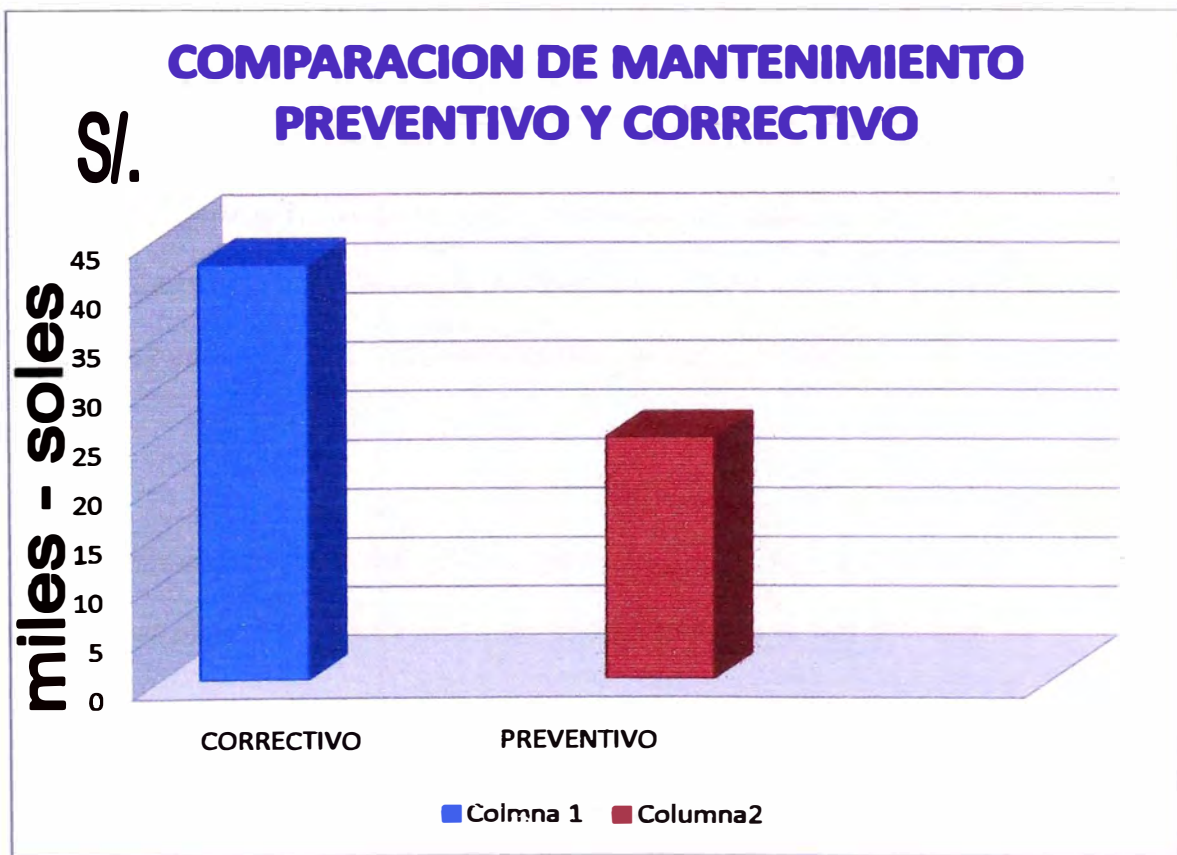


Figura N° 6.5 Diagrama de comparación de los mantenimientos MP y MC

## **CONCLUSIONES**

- La implementación del programa de mantenimiento preventivo ha logrado mejorar la disponibilidad de la Mezcladora Helicoidal y una mejora de la eficiencia de esta máquina en un 16.44% en la línea de producción de gelatina de esta empresa
- Por lo tanto gracias a este programa de mantenimiento preventivo tenemos un ahorro en los costos de mantenimiento del 71,57%, de producción y una mejor capacitación del personal de mantenimiento.
- La utilización total del equipo se incremento de 58.77% a 71.48% logrando poder abastecer cada vez más eficientemente a sus clientes

## RECOMENDACIONES

- Implementar este programa de mantenimiento preventivo a los otros equipos de la planta.
- Implementar un programa de capacitación continua para el personal del departamento de mantenimiento mecánico y también para el personal de producción de toda la planta.
- Mantener en forma continua el programa de actualización de datos de las maquinas de la planta.
- Analizar costo beneficio de la implementación de un programa de mantenimiento predictivo para la maquina Mezcladora Helicoidal.

## BIBLIOGRAFIA

- “Implementación de mantenimiento preventivo”
  - Colegio de ingenieros del Perú
  - WH Editores S.R. Ltda. 1995
  
- Curso de Actualización “Gestión de Mantenimiento” UNI 2 012
  - Ingeniero Víctor Ortiz
  
- “Implementación de mantenimiento preventivo en cementos Pacasmayo”
  - Informe de suficiencia UNI
  - Alfonso Gutiérrez Álvarez
  
- Elaboración del programa de mantenimiento preventivo de sistemas críticos de operación de una sede social de esparcimiento
  - Informe de suficiencia UNI
  - Jorge Melgar Cabrera
  
- Programa de mantenimiento preventivo para maquina de tela
  - Informe de suficiencia UNI
  - Robert Gamarra Pérez

- Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para una flota de montacargas
  - Informe de suficiencia UNI
  - Huberth Rupay Guere



## **ANEXO**

## REPORTE DIARIO DE ACTIVIDADES DE PARADA DE MAQUINA

**Equipo:** MEZCLADORA HELICOPIDAL

**Sección:** MEZCLADO

**Fecha:** 15/07/2 009

**Tiempo disponible:** 12 HORAS = 720 MINUTOS

CAUSA DE PARADA	TIEMPOS PERDIDOS POR:			
	PARADA PLANIFICADA	PREPARACIONES PRODUCTO	FALLA MAQUINA IMPREVISTAS	BAJA TASA DE PRODUCCIÓN
Limpieza y lubricación de chuma	7:00/7.20 am			
Ajuste de fajas				
Cambio de poleas				
Arranque de Bach		7:21/7:35 am		
Producción				1:00/2:00 pm
Ajuste de base del motor	6:30/6:45 pm			
Alineación del motor				
Cambio de chumaceras			3:00/4:00 pm	
TOTAL (min.)	35	15	60	60
170				

**Se anotaran intervalos de tiempo desde que se inicia hasta que termina la parada del quipo**

**Tabla 3.1**

## REPORTE DIARIO DE ACTIVIDADES DE PARADA DE MAQUINA

**Equipo:** MEZCLADORA HELICOIDAL

**Sección:** MEZCLADO

**Fecha:** 27/11/2010

**Tiempo disponible:** 12 HORAS = 720 MINUTOS

CAUSA DE PARADA	TIEMPOS PERDIDOS POR:			
	PARADA PLANIFICADA	PREPARACIONES PRODUCTO	FALLA MAQUINA IMPREVISTAS	BAJA TASA DE PRODUCCIÓN
Arranque de Bach		7:00/7:20 am		
Limpieza del motor	6.15/6:30 pm			
Cambio de fajas			9:00/9:45 am	
Producción				0
Alineación del motor	3:00/3:15 pm			
Engrase de chumaceras				
Ajuste de la base del motor				
TOTAL (min.)	30	20	45	0
95				

**Se anotaran intervalos de tiempo desde que se inicia hasta que termina la parada del equipo**

**Tabla 3.2**

**FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO SISTEMÁTICA**

<b>EQUIPO:</b>			
<b>ACTIVIDAD:</b>		<b>FRECUENCIA</b>	
<b>FECHA DE EJECUCIÓN:</b>			
<b>TAREA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>ZONA DE MAQUINA</b>	<b>N° DE VECES</b>	
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
<b>MANO DE OBRA</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>COSTO</b>
1.			
2.			
3.			
<b>REPUESTOS</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	
1.			
2.			

**Tabla 4.1**

**FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO**

ORDEN DE TRABAJO						O/T N°	
EQUIPO:						PROGRAMADA	
ZONA DE MAQUINA:						URGENTE	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD A REALIZAR							
						FECHA INICIO	
						HORA INICIO	
TIPO DE TRABAJO	MECÁNICO		SOLDADURA		PINTURA		OTROS
	LIMPIEZA		ELÉCTRICO		GASFITERÍA		
RESPONSABLE DEL TRABAJO:							
PERSONAL ASIGNADO	MECÁNICO	HH	AYUDANTE MECÁNICO	HH	PINTOR	HH	SOLDADO
							HH
REPUESTOS ASIGNADOS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN				CANTIDAD	
HERRAMIENTAS ASIGNADAS	DESCRIPCIÓN					CANTIDAD	

**Tabla 4.2**

**MODELO DE DESCRIPCIÓN DE TAREA DE MANTENIMIENTO**

EQUIPO:MEZCLADORA HELICOIDAL		
ZONA DE MAQUINA: Polea de la mezcladora		
TAREA: Ajuste de la polea		
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA DE TRABAJO		TIEMPO
1. Con la llave hexagonal sacar la chaveta		10
2. Con la llave hexagonal 20, aflojar el motor		10
3. Templar las fajas		15
4. Con la llave hexagonal ajustar los pernos del motor		5
5. Colocar la chaveta y engrasar		10
6. Prender el motor		5
MANO DE OBRA		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO
Mecánico	02	55 Min

**Tabla 5.1**

**MODELO DE FICHA TÉCNICA DE LA MEZCLADORA HELICOIDAL**

<b>MEZCLADORA</b>					
<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>					
CÓDIGO	A10 – 100	(E) EQUIPO (S) SUBCONJUNTOS		(A) ACTIVO (I) INACTIVO (R) RETIRADO	A
DESCRIPCIÓN	EQUIPO DE MEZCLADO				
ÁREA OPERAT	MEZCLADO			DISPONIBILIDAD	INMEDIATA
COLOR	PLATEADO			FABRICANTE	CORP. DOLORIER
FUNCIÓN	MEZCLAR LOS INSUMOS			PAIS	PERU
UBICACIÓN	COSTADO DE ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO			MARCA	
TIPO				MODELO	C
RESPONSABLE	JEFE DE MAQUINA			SERIE	304
SIST ASOCIADO				PROVEEDOR	DOLORIER
N° ACTIVO	101	CEN_COSTOS		CLASE	A10
PLACA		PRIORIDAD		UND_DIMENSIÓN	PULGADAS
ANCHO	20 pulg.	ALTO	41 pulg.	LARGO	48 pulg.
UND_CAPACIDAD	Kg.	CAP_ACTUAL	110	CAP_MÁXIMA	150
UND_PESO	Ton	PESO	1.5	N° PEDIDO	
FECHA PEDIDÓ	2 000	FECHA RECIB	2 001	F_INSTALACIÓN	2 001
FECHA GARANTI		FECHA RETIRO	--	F_ULT_ACTUALIZ	2 010
AÑO FABRICAC.	2 001	VALOR COMPR		VALOR ACTUAL	\$ 8 000,00

**Tabla 5.2**

**PLAN DE MANTENIMIENTO MECÁNICO****FRECUENCIA: DIARIA**

TAREA	ZONA DE MAQUINA	N° DE VECES
Limpieza de la tina de la mezcladora	CUERPO DE LA ME	1
Limpieza exterior del motor	ZCLADORA	1

**FRECUENCIA: INTERDIARIA**

TAREA	ZONA DE MAQUINA	N° DE VECES
Limpiar el motor	ENTRADA DE LA TO	1
Chequear las chumaceras	SALIDA DE LA MEZ	1
	CLADORA	

**FRECUENCIA: SEMANAL**

TAREA	ZONA DE MAQUINA	N° DE VECES
Echar grasa a todas las chumaceras	EXTERIOR MAQUI	1
Limpiar el sistema reductor de poleas	JUNTO AL MOTOR	1
Limpieza exterior de la tina de la mez		1
Revisar la base del motor	MOTOR	1

**FRECUENCIA: QUINCENAL**

TAREA	ZONA DE MAQUINA	N° DE VECES
Chequear base del motor		1
Ajustar las fajas		2



<b>FRECUENCIA: MENSUAL</b>		
TAREA	ZONA DE MAQUINA	N° DE VECES
Limpieza del motor		2
Limpieza exterior de la maquina		4
Engrase de las chumaceras		1

<b>FRECUENCIA: SEMESTRAL</b>		
TAREA	ZONA DE MAQUINA	N° DE VECES
Limpiar las bases y pintarlas		2
Limpiar las guardas y pintarlas		1
Revisar el sistema helicoidal		1
Revisar los rodamientos del motor		1
Revisar las chumaceras		1

<b>FRECUENCIA: ANUAL</b>		
TAREA	ZONA DE MAQUINA	N° DE VECES
TAREA	ZONA DE MAQUINA	N° DE VECES
Revisar o cambiar las fajas		1
Cambiar grasa de la chumacera		2
Revisar bobina del motor		2
Revisar eje inox de la mezcladora		2
Revisar la polea		1
Revisar i cambiar la chumacera		1
Revisar pernos de la base y del motor		1

Tabla 5.3

**MODELO DE SOLICITUD DE MANTENIMIENTO**

SOLICITUD SE TRABAJO DE MANTENIMIENTO			
SOLICITANTE:	FECHA	15/03/2 009	
Ingeniero EDUARDO RUIZ	HORA	10:00AM	
EQUIPO: MEZCLADORA HELICOIDAL			
ZONA DE MAQUINA: EXTERIOR DE LA TINA			
MOTIVO QUE ORIGINA LA SOLICITUD	PRIORIDAD		
	URGENTE X	MEDIO URGENTE	NORMAL
VIBRACION DE LA MEZCLADORA			
SOLICITA:			
AJUSTAR BASE DE LA MEZCLADORA			
FECHA Y HORA REQUERIDA: 15/03/2 009 – 10:00 AM			

**Tabla 5.4**

**MODELO DE PLANEACIÓN DE UNA ORDEN DE TRABAJO**

ORDEN DE TRABAJO						O/T N°	0045		
EQUIPO: MEZCLADORA HELICOIDAL						PROGRAMADA			
ZONA DE MAQUINA: EXTERIOR DE LA TINA						URGENTE		X	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD A REALIZAR									
REVISAR Y AJUSTAR LOS PERNOS DE LA BASE						FECHA INICIO		15/03/2 009	
						HORA INICIO		10:00 AM	
TIPO DE TRABAJO	MECÁNICO	X	SOLDADURA		PINTURA		OTROS		
	LIMPIEZA		ELÉCTRICO		GASFITERÍA				
RESPONSABLE DEL TRABAJO:									
MECANICO JUAN MAYTA									
PERSONAL ASIGNADO	MECÁNICO	HH	AYUDANTE MECÁNICO	HH	PINTOR	HH	SOLDADO	HH	
	1	1	1	1					
REPUESTOS ASIGNADOS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN					CANTIDAD		
HERRAMIENTAS ASIGNADAS	DESCRIPCIÓN					CANTIDAD			
	LLAVES DE CORONA 1", PALANCA					3			

**Tabla 5.5**

**MODELO DE CIERRE DE O/T PARA MEZCLADORA HELICOIDAL**

CIERRE DE ORDEN DE TRABAJO		O/T N°	0045		
EQUIPO:MEZCLADORA HELICOIDAL		PROGRAMADA	...		
ZONA DE MAQUINA:EXTERIOR DE LA TINA		URGENTE	X		
FECHA Y HORA SOLICITUD: 15/03/2 009 ;10:00AM					
FECHA Y HORA REQUERIDA: 15/03/2 009 ; 10:00 AM					
SOLICITANTE: ING. EDUARDO RUIZ					
PRIORIDAD: URGENTE / MEDIO URGENTE / NORMAL					
APROBADO POR:					
ING. AMADOR TAPIA					
DESCRIPCIÓN CORTA: ZONA DE MAQUINA / COMPONENTE / ACCIÓN TOMADA					
EXTERIOR TOLVA/CHEQUEAR Y AJUSTAR					
TRABAJOS REALIZADOS:					
AJUSTAR PERNOS DE LA BASE		Fecha y hora de inicio	15/03/2 009 -10:10 AM		
		Fecha y hora de termino	10:30 AM		
Tipo de paro	Falla de maquina	X	Falla de operación	Parada por producción	Otros
	Programado		No paro/en marcha	Día no laborable	
TIPO DE TRABAJO	MECÁNICO	X	SOLDADURA	PINTURA	Otros
	LIMPIEZA		ELÉCTRICO	GASFITERÍA	
RESPONSABLE DEL TRABAJO:					
MECANICO JUAN MAYTA					
PERSONAL					
FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS				HORAS
15/03/2 009	JUAN MAYTA				0.33
15/03/2 009	CARLOS PEREZ				0.33
REPUESTOS Y/O HERRAMIENTAS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN				CANTIDAD
105015	LLAVES DE CORONA 1"				02
105065	PALANCA				01
OBSERVACIONES					
SE PROBO LA MAQUINA Y SE OBSERVO QUE NO HAY VIBRACION					
ESTADO DE ORDEN DE TRABAJO: (TERMINADA / NO TERMINADA)					
ENCARGADO DE TURNO: MARIO SANCHEZ					

Tabla 5.6

**TIEMPOS DE PARADA DE MÁQUINA – 2009**

MES	TIEMPOS PERDIDOS (HORAS) – AÑO 2009				TOTAL
	PARADA PLANIFICADA	PREPARACIONES	FALLAS IMPREVISTAS	BAJA TASA DE PRODUCCIÓN	
ENERO	25,00	20,00	45,00	0	90,00
FEBRERO	27,50	22,50	100,00	12,50	162,50
MARZO	12,50	17,50	62,50	7,50	100,00
ABRIL	30,00	25,00	75,00	7,50	137,50
MAYO	23,75	28,75	95,00	15,00	162,50
JUNIO	32,50	22,50	67,50	20,00	142,50
JULIO	42,50	37,50	70,00	0	150,00
AGOSTO	60,00	62,50	105,00	0	227,50
SETIEMBRE	15,00	17,50	75,00	17,50	125,00
OCTUBRE	42,50	32,50	125,00	10,00	210,00
NOVIEMBRE	37,50	30,00	100,00	20,00	187,50
DICIEMBRE	25,00	25,00	37,50	22,50	110,00
<b>TOTAL</b>	<b>373,75</b>	<b>341,25</b>	<b>957,50</b>	<b>132,50</b>	<b>1 805,00</b>

Tabla 5.7

**TIEMPOS DE PARADA DE MÁQUINA – 2010**

<b>MES</b>	<b>TIEMPOS PERDIDOS (HORAS) – AÑO 2010</b>				<b>TOTAL</b>
	<b>PARADA PLANIFICADA</b>	<b>PREPARACIONES</b>	<b>FALLAS IMPREVISTAS</b>	<b>BAJA TASA DE PRODUCCIÓN</b>	
<b>ENERO</b>	<b>30,83</b>	<b>18,33</b>	<b>33,33</b>	<b>8,33</b>	<b>90,83</b>
<b>FEBRERO</b>	<b>48,33</b>	<b>15,00</b>	<b>83,33</b>	<b>11,67</b>	<b>158,33</b>
<b>MARZO</b>	<b>28,33</b>	<b>21,67</b>	<b>58,33</b>	<b>0,00</b>	<b>108,33</b>
<b>ABRIL</b>	<b>32,50</b>	<b>30,00</b>	<b>53,33</b>	<b>13,33</b>	<b>129,17</b>
<b>MAYO</b>	<b>41,67</b>	<b>31,67</b>	<b>80,00</b>	<b>15,00</b>	<b>168,33</b>
<b>JUNIO</b>	<b>18,33</b>	<b>26,67</b>	<b>48,33</b>	<b>12,50</b>	<b>105,83</b>
<b>JULIO</b>	<b>28,33</b>	<b>23,33</b>	<b>61,67</b>	<b>10,83</b>	<b>124,17</b>
<b>AGOSTO</b>	<b>23,33</b>	<b>20,00</b>	<b>103,33</b>	<b>15,000</b>	<b>161,67</b>
<b>SETIEMBRE</b>	<b>46,67</b>	<b>22,50</b>	<b>75,00</b>	<b>0,00</b>	<b>144,17</b>
<b>OCTUBRE</b>	<b>50,00</b>	<b>19,17</b>	<b>68,33</b>	<b>14,17</b>	<b>151,67</b>
<b>NOVIEMBRE</b>	<b>36,67</b>	<b>15,83</b>	<b>55,00</b>	<b>0,00</b>	<b>107,50</b>
<b>DICIEMBRE</b>	<b>31,67</b>	<b>17,50</b>	<b>68,33</b>	<b>15,83</b>	<b>133,33</b>
<b>TOTAL</b>	<b>416,67</b>	<b>261,67</b>	<b>788,33</b>	<b>116,67</b>	<b>1 633,33</b>

Tabla 5.8

**TIEMPOS DE PARADA DE MÁQUINA – 2011**

<b>MES</b>	<b>TIEMPOS PERDIDOS (HORAS) – AÑO 2011</b>				<b>TOTAL</b>
	<b>PARADA PLANIFICADA</b>	<b>PREPARACIONES</b>	<b>FALLAS IMPREVISTAS</b>	<b>BAJA TASA DE PRODUCCIÓN</b>	
<b>ENERO</b>	<b>50,00</b>	<b>15,00</b>	<b>53,33</b>	<b>13,33</b>	<b>131,67</b>
<b>FEBRERO</b>	<b>46,67</b>	<b>13,33</b>	<b>30,00</b>	<b>0,00</b>	<b>90,00</b>
<b>MARZO</b>	<b>41,67</b>	<b>10,00</b>	<b>25,00</b>	<b>14,17</b>	<b>90,83</b>
<b>ABRIL</b>	<b>38,33</b>	<b>12,50</b>	<b>46,67</b>	<b>12,50</b>	<b>110,00</b>
<b>MAYO</b>	<b>30,00</b>	<b>10,83</b>	<b>41,67</b>	<b>0,00</b>	<b>82,50</b>
<b>JUNIO</b>	<b>40,00</b>	<b>14,17</b>	<b>75,00</b>	<b>14,00</b>	<b>143,17</b>
<b>JULIO</b>	<b>30,00</b>	<b>13,33</b>	<b>81,67</b>	<b>11,50</b>	<b>136,50</b>
<b>AGOSTO</b>	<b>28,33</b>	<b>13,00</b>	<b>57,00</b>	<b>0,00</b>	<b>98,33</b>
<b>SETIEMBRE</b>	<b>25,00</b>	<b>12,50</b>	<b>70,00</b>	<b>15,00</b>	<b>122,50</b>
<b>OCTUBRE</b>	<b>58,33</b>	<b>11,67</b>	<b>65,00</b>	<b>14,50</b>	<b>149,50</b>
<b>NOVIEMBRE</b>	<b>33,33</b>	<b>12,50</b>	<b>63,33</b>	<b>0,00</b>	<b>109,17</b>
<b>DICIEMBRE</b>	<b>45,00</b>	<b>12,5</b>	<b>48,33</b>	<b>13,33</b>	<b>119,17</b>
<b>TOTAL</b>	<b>466,67</b>	<b>151,33</b>	<b>657,00</b>	<b>108,33</b>	<b>1 383,33</b>

Tabla 5.9

**TIEMPOS DE PARADA DE MÁQUINA – 2012**

<b>MES</b>	<b>TIEMPOS PERDIDOS (HORAS) – AÑO 2012</b>				<b>TOTAL</b>
	<b>PARADA PLANIFICADA</b>	<b>PREPARACIONES</b>	<b>FALLAS IMPREVISTAS</b>	<b>BAJA TASA DE PRODUCCIÓN</b>	
<b>ENERO</b>	<b>33,33</b>	<b>9,17</b>	<b>25,00</b>	<b>0,00</b>	<b>67,50</b>
<b>FEBRERO</b>	<b>41,67</b>	<b>11,67</b>	<b>35,00</b>	<b>13,33</b>	<b>101,67</b>
<b>MARZO</b>	<b>33,33</b>	<b>10,00</b>	<b>33,33</b>	<b>12,50</b>	<b>89,17</b>
<b>ABRIL</b>	<b>53,33</b>	<b>8,67</b>	<b>38,33</b>	<b>11,67</b>	<b>112,00</b>
<b>MAYO</b>	<b>45,00</b>	<b>10,83</b>	<b>46,67</b>	<b>0,00</b>	<b>102,50</b>
<b>JUNIO</b>	<b>43,33</b>	<b>8,33</b>	<b>58,33</b>	<b>14,17</b>	<b>124,17</b>
<b>JULIO</b>	<b>48,33</b>	<b>11,33</b>	<b>30,60</b>	<b>13,67</b>	<b>103,93</b>
<b>AGOSTO</b>	<b>46,67</b>	<b>9,67</b>	<b>31,67</b>	<b>0,00</b>	<b>88,00</b>
<b>SETIEMBRE</b>	<b>41,67</b>	<b>9,33</b>	<b>60,00</b>	<b>12,17</b>	<b>123,17</b>
<b>OCTUBRE</b>	<b>38,33</b>	<b>10,67</b>	<b>65,00</b>	<b>12,83</b>	<b>126,83</b>
<b>NOVIEMBRE</b>	<b>35,00</b>	<b>9,73</b>	<b>40,00</b>	<b>0,00</b>	<b>84,73</b>
<b>DICIEMBRE</b>	<b>40,00</b>	<b>10,00</b>	<b>61,67</b>	<b>13,00</b>	<b>124,67</b>
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>	<b>119,40</b>	<b>525,60</b>	<b>103,33</b>	<b>1 248,83</b>

Tabla 5.10



**MAQUINA: Mezcladora Helicoidal MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

PARTES	HP	HH	COSTO DE REPARACION			COSTO DE PRODUCCION		SUB TOTAL	N° VECES AL AÑO	TOTAL
			Costo de Mantenimiento	Costo M.O.	Sub-total	Factor	Gelatina			
Chumacera 1 ¼ "	4	12	150,00	290,00	440,00	1	19 360,00	19 800,00	2	39 600,00
Chumacera 1 ½ "	4	10	130,00	200,00	330,00	1	19 360,00	19 690,00	2	39 380,00
Faja	3	9	50,00	230,00	280,00	1	14 520,00	14 800,00	1	14 800,00
Poleas 24"	3	9	650,00	230,00	880,00	1	14 520,00	15 400,00	1	15 400,00
Poleas 5"	3	9	50,00	230,00	280,00	1	14 520,00	14 800,00	1	14 800,00
Motor 6 hp	8	1	500,00	10,00	510,00	1	38 720,00	39 230,00	1	39 230,00
Eje 1 ¼ "	6	1	100,00	10,00	110,00	1	29 040,00	29 150,00	1	29 150,00
Eje 1 ½ "	6	1	100,00	10,00	110,00	1	29 040,00	29 150,00	1	29 150,00
							179 080,00	<b>TOTAL GENERAL ANUAL</b>	S/.221 510,00	

**Tabla 5.11**

**MAQUINA: Mezcladora Helicoidal      MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

PARTES	ACTIVIDAD	FREC UNID	M. OBRA	HERRAMI	MATERIAL	REPUESTO	H. PROD	FACTOR	COSTO POR PERDIDA DE PRODUCCION	SUB.TOTAL	N° V AÑO	TOTAL
Chumacera 1 ¾ "	Operación	7 Día	20,00	20,00	-----	-----	----	1	-----	40,00	52	2 080,00
	Parada	6 Mes	50,00	30,00	20,00	-----	-----	1	-----	100,00	2	200,00
	Renovación	12 Mes	80,00	90,00	20,00	200,00	1	1	4 840,00	5 230,00	1	5 230,00
Chumacera 1 ½ "	Operación	7 Día	20,00	20,00	-----	-----	-----	1	-----	40,00	52	2 080,00
	Parada	6 Mes	50,00	30,00	20,00	-----	-----	1	-----	100,00	2	200,00
	Renovación	12 Mes	80,00	90,00	20,00	170,00	1	1	4 840,00	5 200,00	1	5 200,00
Faja	Operación	-- Día	-----	-----	-----	-----	-----	1	-----	0,00	---	0,00
	Parada	1 Mes	20,00	10,00	-----	-----	-----	1	-----	30,00	12	360,00
	Renovación	12 Mes	60,00	50,00	20,00	140,00	-----	1	-----	270,00	1	270,00
Poleas 24"	Operación	-- Día	-----	-----	-----	-----	-----	1	-----	0,00	---	0,00
	Parada	3 Mes	20,00	30,00	10,00	-----	-----	1	-----	60,00	4	240,00
	Renovación	12 Mes	70,00	30,00	20,00	1 000,00	-----	1	-----	1 120,00	1	1 120,00
Poleas 5"	Operación	-- Día	-----	-----	-----	-----	-----	1	-----	0,00	---	0,00
	Parada	6 Mes	20,00	30,00	10,00	-----	-----	1	-----	60,00	2	120,00
	Renovación	12 Mes	50,00	30,00	20,00	40,00	-----	1	-----	140,00	1	140,00
Motor 6 hp	Operación	1 Día	10,00	20,00	-----	-----	-----	1	-----	30,00	52	1 560,00
	Parada	6 Mes	50,00	50,00	20,00	-----	-----	1	-----	120,00	2	240,00
	Renovación	12 Mes	100,00	-----	400,00	-----	1	1	4 840,00	5 340,00	1	5 340,00
Eje 1 ¾ "	Operación	-- Día	-----	-----	-----	-----	-----	1	-----	0,00	---	0,00
	Parada	-- Mes	-----	-----	-----	-----	-----	1	-----	0,00	---	0,00
	Renovación	12 Mes	150,00	-----	100,00	-----	-----	1	-----	250,00	1	250,00
Eje 1 ½ "	Operación	-- Día	-----	-----	-----	-----	-----	1	-----	0,00	---	0,00
	Parada	-- Mes	-----	-----	-----	-----	-----	1	-----	0,00	---	0,00
	Renovación	12 Mes	50,00	-----	50,00	-----	-----	1	-----	100,00	1	100,00
									<b>TOTAL GENERAL ANUAL</b>		<b>SI.</b>	<b>24 730,00</b>

Tabla 5.12