



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL  
MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS**

**Juan Manuel Castillo Suruy**

Asesorado por el Ing. Edgar Antonio Búrbaro López

Guatemala, septiembre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL  
MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JUAN MANUEL CASTILLO SURUY**

ASESORADO POR EL ING. EDGAR ANTONIO BÚRBANO LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Ángel Roberto Sic García (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
EXAMINADOR	Ing. José Ismael Véliz Padilla
EXAMINADOR	Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
SECRETARIO	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 16 abril de 2015

**Juan Manuel Castillo Suruy**

Guatemala, 16 de Mayo de 2016

Ingeniero  
Roberto Guzmán Ortiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
USAC

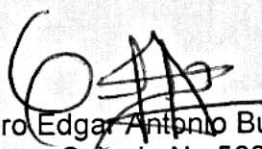
Respetable Ingeniero Guzmán:

Por este medio le informo que ha finalizado la etapa de asesoría del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LOS INDICADORES DE GESTION PARA EL MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS**, realizada por el estudiante **Juan Manuel Castillo Suruy**, con carné **200715206**, considerando que cumple con el contenido y objetivos propuestos en el protocolo aprobado por la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Por lo que me permito emitir la presente en mi calidad de Asesor de trabajo de graduación.

Sin otro particular me suscribo.

Cordialmente.

  
Ingeniero Edgar Antonio Burbano López  
Colegia No. 5609  
Asesor de Trabajo de Graduación

**ING. EDGAR BURBANO**  
Colegiado No. 5609





**USAC**

TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.171.2016

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS**, desarrollado por el estudiante **Juan Manuel Castillo Suruy, carné 2007-15206** recomienda su aprobación.

**"Id y Enseñad a Todos"**

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Coordinador Área Complementaria  
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, mayo 2016





**USAC**

TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala


Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.253.2016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS** del estudiante **Juan Manuel Castillo Suruy**, carné No. **200715206** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

**"Id y Enseñad a Todos"**

  
Ing. Roberto Guzmán Ortiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, septiembre de 2016

/aej

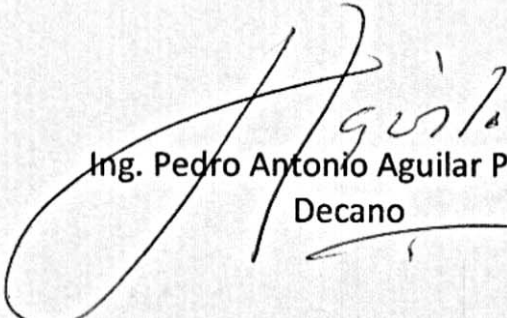




DTG. 401.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS**, presentado por el estudiante universitario: **Juan Manuel Castillo Suruy**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, septiembre de 2016

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser guía en mi vida: porque me ha dado la fuerza para salir adelante y ha sido la luz en mi camino hasta el día de hoy.
- Mis padres** María Antonieta Suruy López y Manuel de Jesús Castillo Citalán (q. e. p. d.), su amor será siempre mi inspiración; este triunfo es de ustedes.
- Mi esposa** Silvana Beatriz Ibáñez Juárez, por su apoyo, cariño y respeto.
- Mis hijos** Alexia Camila y Joselinne Fernanda Castillo, por ser dos ángeles en mi vida.
- Mis hermanos** Kelly Ana Catalina y Samuel Alejandro Castillo Suruy, por ser parte importante de mi vida brindándome su cariño, apoyo y alegría; por ser ejemplo para ellos.
- Mis tías y tíos** Rosalba, Guadalupe, Fernando y Héctor Suruy, por su cariño y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser influencia en mi carrera universitaria, al abrir las puertas y asimismo egresar de esta casa de estudios.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por permitirme egresar de esta honorable y respetable Facultad.
<b>Mi padre</b>	Manuel de Jesús Castillo Citalán, por su amor y apoyo incondicional, y la influencia para moverme en mis metas y sueños, por su esfuerzo para permitirme seguir adelante con cada sueño y meta propuesta, siendo un ejemplo digno de admirar.
<b>Mi madre</b>	María Antonieta Suruy, por su amor y apoyo incondicional, por su esfuerzo, por soñar junto a mí e influenciarme para lograr mis metas y sueños y por ser una mujer digna de admiración.
<b>Mi esposa</b>	Por ser la parte cumbre de mi éxito al final de esta meta; por su apoyo incondicional y su esfuerzo; por ser los dos uno solo.



**Mis hermanos**

Por ser parte importante de mi vida, pues son el motor de influencia para continuar triunfando en la carrera de la vida.

**Coprinsa**

Por la oportunidad que me ha brindado para lograr el desempeño de mi profesión.

**Ing. Edgar Antonio  
Búrbano**

Por su apoyo y conocimientos, por su tiempo y asesoría en este proceso de finalización.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. ANTECEDENTES .....	1
2. DEFINICIONES IMPORTANTES .....	3
2.1. Gestión en el mantenimiento mecánico.....	3
2.1.1. Requerimiento de trabajo .....	4
2.1.2. Planificación de los trabajos .....	4
2.1.3. Programación de trabajos.....	5
2.1.4. Ejecución del trabajo .....	6
2.2. Proceso .....	7
2.3. Parámetro.....	8
2.4. Indicador.....	8
2.5. Índice .....	9
2.6. Control de condiciones de mantenimiento.....	10
2.7. Reducir costos de producción .....	10
2.8. Garantizar la seguridad industrial .....	11



3.	TÉRMINOS ACTUALES DE LA GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO .....	13
3.1.	Importancia en el mantenimiento .....	13
3.2.	Funciones del mantenimiento .....	13
3.2.1.	Funciones primarias .....	13
3.2.2.	Funciones secundarias.....	14
3.3.	Excelencia en la gestión del mantenimiento .....	15
3.3.1.	Indicador costo de mantenimiento.....	15
3.3.2.	Indicadores de mano de Obra .....	17
3.4.	Variables en el mantenimiento .....	20
3.5.	Políticas y acciones de mantenimiento .....	21
3.5.1.	Intervención del mantenimiento correctivo .....	21
3.5.2.	Intervenciones del mantenimiento preventivo .....	22
3.5.3.	Intervenciones de mantenimiento predictivo .....	23
3.5.4.	Mantenimiento basado en la condición .....	27
4.	TIPOS DE MANTENIMIENTO INVOLUCRADOS EN LA EMPRESA COMPAÑÍA DE PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS, S. A.....	31
4.1.	Mantenimiento preventivo .....	31
4.1.1.	Sistema operativo MP2 .....	31
4.1.2.	Control de medidores, PO-GM-001-F1 versión 4 .....	36
4.1.3.	Programa de producción PO-GL-004-F2.....	36
4.2.	Mantenimiento correctivo .....	39
4.2.1.	Mantenimiento correctivo programado .....	39
4.2.2.	Condiciones normales.....	39
4.3.	Mantenimiento emergente.....	39
4.3.1.	Mantenimiento correctivo emergente .....	39

5.	INDICADORES NECESARIOS PARA LA EFICIENCIA EN EL MANTENIMIENTO DE UNA EMPRESA .....	41
5.1.	Informes de gestión del mantenimiento .....	41
5.2.	Índices de clase mundial .....	42
5.2.1.	Tiempo medio entre Fallas .....	42
5.2.2.	Tiempo medio para reparación .....	43
5.2.3.	Tiempo medio para la falla .....	43
5.2.4.	Disponibilidad de los equipos .....	45
5.2.5.	Costo mantenimiento por facturación .....	46
5.2.6.	Costo de mantenimiento por el valor de reposición .....	46
5.3.	Índices auxiliares en la gestión .....	47
5.3.1.	Tiempo medio entre mantenimiento preventivos ....	47
5.3.2.	Tiempo medio para intervenciones preventivas.....	48
5.3.3.	Tasa de falla observada .....	48
5.3.4.	Tasa de reparación .....	49
5.3.5.	No conformidad del mantenimiento .....	49
5.3.6.	Sobrecarga de servicios de mantenimiento .....	50
5.3.7.	Alivio servicio de mantenimiento.....	50
6.	DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA COMPAÑÍA DE PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS, S. A. ....	51
6.1.	Informe historial de los equipos .....	51
6.2.	Indicador disponibilidad de equipo .....	54
6.2.1.	Definición de horas maquina programada (HMP)...	58
6.2.2.	Definición de horas paro mecánico (Hpmecc) .....	58
6.3.	Valores del indicador disponibilidad sugeridos por Gerencia de Mantenimiento .....	59



6.4.	Calculo de indicador disponibilidad .....	59
6.4.1.	Acción tomada respecto al análisis .....	65
6.5.	Calculo indicador horas de paro por horas programadas.....	65
6.6.	Indicador tiempo mantenimiento preventivo.....	71
6.6.1.	Calculo de indicador tiempo mantenimiento.....	71
6.6.2.	Acciones a tomar respecto al indicador tiempo mantenimiento preventivo .....	75
6.7.	Indicador de eficiencia OT MP2 .....	75
6.7.1.	Calculo porcentaje de indicador eficiencia MP2 .....	76
CONCLUSIONES.....		79
RECOMENDACIONES .....		81
BIBLIOGRAFÍA.....		83

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Etapas de la gestión en el mantenimiento.....	3
2.	Funciones del mantenimiento.....	14
3.	Indicador costo de mantenimiento por facturación .....	15
4.	Indicador costo de mantenimiento por producción .....	16
5.	Indicador costo de mantenimiento preventivo por mantenimientos totales.....	16
6.	Indicador horas de paro por horas realizas .....	17
7.	Indicador trabajo en mantenimiento preventivo .....	17
8.	Indicador trabajo en mantenimiento correctivo .....	18
9.	Indicador oscilación del personal de mantenimiento .....	18
10.	Indicador exceso del servicio del personal de mantenimiento.....	19
11.	Ruta.....	25
12.	Inspección de campo.....	25
13.	Reporte de inspección .....	26
14.	Curva P- F .....	28
15.	Funciones MP2.....	34
16.	Aplicación MP2.....	35
17.	Formato para control de medidores.....	37
18.	Programa de producción PO-GL-004-F2.....	38
19.	Tiempo medio entre fallas .....	42
20.	Tiempo medio para reparación.....	43
21.	Tiempo medio para la falla .....	44
22.	Interpretación grafica de los índices TMPF, TMEF, TMRP .....	45

23.	Disponibilidad de los equipos.....	45
24.	Costo mantenimiento por facturación.....	46
25.	Costo mantenimiento por valor de reposición .....	47
26.	Tiempo medio entre mantenimiento preventivo .....	47
27.	Tiempo medio para intervenciones preventivas .....	48
28.	Tiempo falla observada .....	48
29.	Tasa de reparación .....	49
30.	No conformidad del mantenimiento.....	49
31.	Sobrecarga de servicio de mantenimiento .....	50
32.	Alivio servicio de mantenimiento .....	50
33.	Diagrama de causa y efecto.....	54
34.	Ecuación indicador de disponibilidad .....	54
35.	Control de producción .....	55
36.	Control de paro y arranque de maquina GD .....	56
37.	Control de paro y arranque de maquina GD .....	57
38.	Informe estadístico de disponibilidad equipo empacadora GD .....	60
39.	Informe calcul índice de disponibilidad empacadora Forgrove 1.....	61
40.	Análisis de fallas reparadas en equipos.....	62
41.	Indicador horas de paro por horas programados .....	65
42.	Kg, producidos los últimos años.....	67
43.	Control de la producción .....	68
44.	Analisis Pareto departamento de dulce.....	70
45.	Formula Indicador en mantenimiento preventivo .....	71
46.	Informe mano de obra mantenimiento preventivo .....	72
47.	Datos mantenimiento preventivo .....	73
48.	Formula Indicador OT MP2.....	75
49.	Informe OT .....	76

## TABLAS

I.	Mantenimiento basado en la falla .....	21
II.	Ingeniería del mantenimiento (mejoramiento en el diseño) .....	22
III.	Mantenimiento basado en la predictivo .....	23
IV.	Mantenimiento basado en la condición .....	27
V.	Selección de equipos .....	52
VI.	Historial del equipo .....	53
VII.	Meta de indicador disponibilidad .....	59
VIII.	Identificación de fallas .....	63
IX.	Meta indicador horas de paro por horas programadas .....	66
X.	Datos para cálculo de indicador eficiencia mantenimiento .....	69
XI.	Planificación mantenimiento preventivo MP2 .....	74
XII.	Datos porcentaje de indicador eficiencia .....	77





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>APT</b>	Almacén producto terminado
<b>AS 400</b>	Aplicación de sistemas 400
<b>EF %</b>	Eficiencia porcentaje
<b>HH</b>	Horas hombre
<b>HMP</b>	Horas máquina programada
<b>ICG</b>	Índice control de gestión
<b>KGP</b>	Kilogramos producidos
<b>MP</b>	Mantenimiento preventivo
<b>MP2</b>	Mantenimiento preventivo 2000
<b>OC</b>	Orden de compra
<b>OT</b>	Orden de trabajo
<b>P. Cambio</b>	Paro cambio formatos
<b>P MP</b>	Paro material de empaque
<b>P. Mec</b>	Paro mecánico
<b>P. Oper</b>	Paro operativo
<b>SACM</b>	Sistema aseguramiento confiabilidad y mantenimiento.
<b>S.A.</b>	Sociedad anónima



## GLOSARIO

<b>Alcance</b>	Distancia que alcanza la acción o influencia de una cosa.
<b>Compatibilización</b>	Acción de compatibilizar.
<b>Condiciones</b>	Circunstancia que afecta a un estado o un proceso.
<b>Confiabilidad</b>	Capacidad de desempeño eficiente y eficaz de algo en todos los procesos.
<b>Constatación</b>	Acción de constatar algo, que se cree o se supone que ha sido comprobado.
<b>Cúmulo</b>	Acumulación o reunión de cosas materiales.
<b>Despliegue</b>	Ejercitar o poner en práctica una actividad, concretar una demostración.
<b>Disponibilidad</b>	Es la proporción de tiempo durante el cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.
<b>Eficiencia</b>	Capacidad para cumplir o realizar adecuadamente una función.



<b>Enfoque</b>	Es la manera en que un grupo o empresa considera un determinado punto en cuestión.
<b>Estrategia</b>	Conjunto de acciones que alinean las metas y objetivos de una organización.
<b>Fiabilidad</b>	Es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos se desempeñen satisfactoriamente sin fallar durante un periodo determinado, bajo condiciones específicas.
<b>Gestión</b>	Acción o trámite que se lleva a cabo para conseguir o resolver una cosa.
<b>Mantenibilidad</b>	Es la probabilidad de que una máquina, equipo o sistema pueda ser reparado a una condición específica en un periodo de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad.
<b>Redituable</b>	Aquello que rinde una utilidad o beneficio de manera periódica.
<b>Seguridad</b>	Está referida a la integridad del personal, instalaciones, equipos, sistemas y máquinas, sin dejar a un lado el medio ambiente.

## RESUMEN

Las características de los entornos competitivos en los que se mueve la organización empresarial en la mayoría de sectores industriales han cambiado; la exigencia de los clientes, las desregulaciones, los avances tecnológicos, la necesidad de controlar, de medir y evaluar son algunas de las causas que obligan a la organización a desarrollar sus actividades en entornos más competitivos y dinámicos que el pasado.

El primer paso para ser operativos, la visión y objetivos estratégicos de la compañía es el establecimiento y el despliegue de indicadores, con los cuales se puede efectuar el seguimiento del grado de avance de la organización, y en su caso, introducir las oportunas modificaciones tanto en su estrategia como en su operativa.

En el Departamento de Mantenimiento, los indicadores dependen de la estrategia, circunstancia e interés de dicha organización, aportando una perspectiva mucho más completa sobre su rendimiento y capacidad de prepararse respecto de la producción planificada. Tener indicadores fiables sobre la capacidad competitiva es fundamental, gracias a sus indicadores la organización puede evaluar su capacidad de producción y a partir de este conocimiento se determina el ganar o perder, con la misma importancia que el proceso de producción.



# OBJETIVOS

## General

Mejorar el control de gestión en el mantenimiento preventivo, correctivo y emergente, para la empresa de Compañía de Productos Industrializados, S. A.

## Específicos

1. Identificar las variables del modelo a utilizar en el diseño de los indicadores de gestión.
2. Rediseñar los indicadores de gestión en el mantenimiento para la empresa productora de alimentos.
3. Diseñar un sistema de planeamiento y medición de la información de mantenimiento, logrando una gestión estratégica a largo plazo.
4. Actualizar los parámetros establecidos para el control de índices en el Departamento de Mantenimiento.
5. Optimizar los controles y evaluaciones de trabajos realizados por el Departamento de Mantenimiento.





## INTRODUCCIÓN

Los indicadores son parámetros numéricos que utilizados de una forma adecuada, ofrecen oportunidad de mejoras continuas en el desarrollo, aplicación de métodos y técnicas efectivas en el mantenimiento.

La magnitud de los indicadores es utilizada para comparar con un valor o nivel de referencia, con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas o predictivas.

La confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad son las medidas técnicas y científicas de cálculos matemáticos y estadísticos que el mantenimiento tiene para su análisis, las cuales al saber interpretarse hacen más efectivo el trabajo mecánico en el mantenimiento. El mantenimiento surge en la etapa inicial de todo proyecto y continúa cuando se formaliza la compra del equipo y su montaje correspondiente; el mantenimiento incide por lo tanto en la cantidad y calidad del equipo.

Los indicadores de gestión (planificación, ejecución, control y evaluación), son aquellos que normalmente interrelacionan dos valores y soportan una visión completa que evalúa diversos aspectos de la gestión del Departamento de Mantenimiento.



## 1. ANTECEDENTES

La efectividad del sistema productivo se basa en la disponibilidad de sus equipos y en la existencia de equipos de reserva; el mantenimiento está directamente relacionado con la disponibilidad de los equipos, manteniendo la confiabilidad de cada uno de ellos mejorando su mantenibilidad.

El costo en la actualidad representa entre el 20 y 40 % del costo total de producción; el 33 % (aproximadamente) de los costos de mantenimiento se pierden (se evaporan), monto que puede ser eliminado por un mantenimiento preventivo efectivo, generando una disminución sustancial de los costos de operación.

Los costos operativos provienen de producción y mantenimiento; a la fecha los esfuerzos por optimizar los costos de producción han alcanzado un alto nivel de sofisticación, reduciendo al mínimo los tiempos muertos de preparación de cambio de producto y con procesos altamente automatizados.

El uso del software MP200 para la administración del mantenimiento, metodologías de planificación y programación, le da la gestión necesaria para el mantenimiento basado en la confiabilidad y mantenibilidad, reduciendo sustancialmente los costos de operación y a su vez, maximizando el proceso productivo.



## 2. DEFINICIONES IMPORTANTES

### 2.1. Gestión en el mantenimiento mecánico

El mantenimiento se centra en la preservación de las funciones de los activos de la empresa, en cumplir con las tareas que sirven al propósito central de asegurar que el equipamiento sea capaz de hacer lo que se desee en el momento que se requiera.

Especifica qué es lo que hay que hacer en una situación particular de mantenimiento, en vista de obtener el nivel deseado de eficiencia de un equipo productivo.

Figura 1. Etapas de la gestión en el mantenimiento



Fuente: elaboración propia.

### **2.1.1. Requerimiento de trabajo**

Es la demanda por servicios de mantenimiento, lo cual se establece mediante:

- Frecuencia indicada por el fabricante de la máquina o repuesto.
- Experiencia de los operadores o gente con experiencia de mantenimiento en la planta.
- Quejas del operador.
- Rondas de inspección.
- Programas anteriores y análisis de desviaciones.
- Políticas de abastecimiento de la demanda.
- Actualización del equipo.

### **2.1.2. Planificación de los trabajos**

Es hacer la compatibilización entre los requerimientos de mantenimiento y disponibilidad de recurso, para lo cual se requiere:

- Listado de requerimientos.
- Planificaciones anteriores con la introducción de los resultados de la retroalimentación (hacer análisis crítico de los éxitos y fracasos de la planificación anterior).
- Recoger y analizar indicadores de eficiencia.



### **2.1.3. Programación de trabajos**

Un programa detallado de las actividades garantizando la disponibilidad y efectividad de los equipos, la prioridad es el intervalo de tiempo que debe transcurrir entre la constatación de la necesidad del mantenimiento y el inicio de esta actividad, para lo cual cumple con los siguientes criterios:

- **Prioridad 1 - Emergencia:** mantenimiento que debe ser realizado inmediatamente después de detectada su necesidad.  
Ejemplo: falla un equipo prioritario; acción predictiva en equipo prioritario, (clase A).
- **Prioridad 2 – Urgencia:** mantenimiento que debe ser realizado lo más rápido posible, preferiblemente sin superar las 24 horas tras haber detectado su necesidad.  
Ejemplo: Defecto en estado próximo a la falla de un equipo prioritario; falla en equipo secundario (clase B).
- **Prioridad 3 – Necesaria:** mantenimiento que puede ser postergado por algunos días pero su ejecución no debe superar una semana.  
Ejemplo: mantenimiento preventivo en equipos secundarios, de acuerdo con la programación preestablecida; reparación de defectos en equipos secundarios.
- **Prioridad 4 – Deseable:** Mantenimiento que pueda ser postergado por algunas semanas (recomendable 4 o 5) pero no debe ser omitido.  
Ejemplo: mantenimiento en equipos secundarios, de acuerdo con la programación preestablecida; falla en equipos que no intervienen en producción (clase C).
- **Prioridad 5 – Prorrogable:** mantenimiento que puede dejar de ser ejecutado.

Ejemplo: defecto de un equipo que no interfiere en el proceso productivo; mejora estética de la instalación.

#### **2.1.4. Ejecución del trabajo**

Es llevar a cabo las instrucciones escritas en las órdenes de trabajo, verificando el correcto uso de las herramientas y solucionando problemas imprevistos.

- Distribución del trabajo
  - Coordinar con producción al momento de intervenir
  - Seguimiento del avance de las intervenciones
  
- Realización de las intervenciones
  - Movilización de los recursos.
  - Consignación de las instalaciones.
  - Medidas de seguridad.
  - Intervención misma.
  - Transferencia del equipo a producción.
  - Rendición de cuentas; causa que originó la intervención, descripción de dificultades encontradas para cumplir los plazos previstos de intervención; la idea es resaltar los puntos que causan la pérdida de eficiencia de la función del mantenimiento.
  
- Gestión del personal
  - Datos para el salario (HH, bonificación, entre otros)

- Motivación del personal
- Finalización del trabajo: son las pruebas necesarias para asegurar la confiabilidad de las máquinas, etapa previa antes de entregar al operador:
  - Pruebas en vacío y con carga, medición de variables de control.
  - Análisis del comportamiento basado en el conocimiento del experto.
  - Diseñar experimentos para comprobar la eficiencia del equipo.
  - Fijar periodos de prueba, ajustes y observación.
- Control y evaluación: se compara lo real con lo presupuestado o valor patrón para cada trabajo.
  - Definición y manejo de indicadores
  - Gestión de desvíos
  - Definición e implementación de acciones correctoras

## **2.2. Proceso**

Un proceso da cuenta a una serie de acciones que se toman en el aspecto productivo para que la eficiencia sea mayor.

El mantenimiento se refiere a todas las actividades necesarias para el mantenimiento de equipos e instalaciones en condiciones adecuadas para la función que fueron creadas; además de mejorar la producción buscando la máxima disponibilidad y confiabilidad de los equipos e instalaciones.

### **2.3. Parámetro**

En el funcionamiento de instalaciones y equipos se requiere el uso de la estadística como soporte básico para la cuantificación de los parámetros; una cantidad que está sujeta o condicionada a determinados valores, que pueden ser, en caso especial, una serie histórica que describe las características o el comportamiento de un equipo.

El comportamiento histórico de los equipos se caracteriza con base en los tiempos de operación y los tiempos de falla que se han presentado desde el momento de la puesta en marcha del sistema: las condiciones que caracterizan los datos de tiempo de operación de un equipo son tan numerosas que es difícil decir con exactitud cuándo se producirá la próxima falla.

### **2.4. Indicador**

Para conocer el estado de una planta es necesario medir algunos procesos, eficiencia o desempeño en cualquier área; los indicadores son

Usados para destacar un punto débil y posteriormente analizarlo con mayor detalle para detectar el problema que hace que el indicador sea negativo.

Los indicadores en mantenimiento permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes.

De esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar sus actividades.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, siempre con la mirada puesta de lo que se desee alcanzar son:

- Pocos, pero suficientes para analizar la gestión
- Claros de entender y calcular
- Útiles para conocer cómo van las cosas y porqué

## **2.5. Índice**

Es importante no solo conocer el valor de un indicador o índice, sino también la mejora del mismo, comparando con los valores de periodos anteriores, para conocer si la situación empeora o mejora; también es importante fijar un objetivo para estos índices, de manera que la persona que lea el documento donde se exponen los valores alcanzados en el periodo que se analiza comprenda fácilmente si el resultado obtenido es bueno o malo.

Los índices deben:

- Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
- Dar los elementos necesarios que permitan realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
- Establecer un registro de datos que permita su cálculo periódico.
- Establecer unos valores de plan o consigna que determinen los objetivos a lograr.
- Controlar los objetivos propuestos, comparando los valores reales con los valores planificados o consigna.
- Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

## **2.6. Control de condiciones de mantenimiento**

Control es el proceso de verificar el desempeño de distintas áreas o funciones de una organización, es una comparación entre el rendimiento esperado y un rendimiento observado.

Las condiciones se refieren a la circunstancia que afecta a un estado o un proceso.

El mantenimiento se debe cumplir con dos objetivos fundamentales:

- Reducir costos de producción
- Garantizar la seguridad industrial

## **2.7. Reducir costos de producción**

- Optimizar la disponibilidad de equipos e instalaciones para la producción.
- Se busca reducir costo de las paradas de producción ocasionadas por deficiencia en el mantenimiento de los equipos mediante la aplicación de una determinada cantidad de mantenimiento en los momentos más apropiados.
- Incrementar la vida útil de los equipos.
- Conservación de la maquinaria; aplicación de los conocimientos humanos técnicos contribuyendo al aprovechamiento de los recursos existentes, obteniendo el producto final de buena calidad (según los requerimientos ofrecidos), en su parte física (preservación), manteniendo el servicio que proporciona el recurso dentro de la calidad esperada, evitando daños de la maquinaria, cuidado de la misma y el costo de su

ciclo de vida, realizando una acción correctiva si se ejecuta para repararlo o preventiva si se ejecuta para proteger los equipos.

## **2.8. Garantizar la seguridad industrial**

Desde el punto humano es garantizar con el mantenimiento la seguridad de operación de los equipos. Para cumplir con este objetivo es necesario llevar el control de lo siguiente:

- Administrar al personal de mantenimiento.  
Se requiere proporcionar al personal un equipo, herramienta y horarios acorde a sus funciones técnicas dentro de la planta.
- Programar los trabajos de mantenimiento.  
Se planifican las rutinas a ejecutar en base a los manuales del fabricante que corresponde a dichas maquinas o en su defecto la experiencia del personal con más conocimiento técnico del equipo, para poder describir el procedimiento correcto de la rutina de mantenimiento programada. Llevando un historial de las rutinas realizadas con anterioridad mejorando la planificación de la misma.





### **3. TÉRMINOS ACTUALES DE LA GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO**

#### **3.1. Importancia en el mantenimiento**

El objetivo del mantenimiento es conservar todos los bienes, que componen los activos de la empresa, en las mejores condiciones de funcionamiento, con muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible.

El mantenimiento no deberá aplicarse a las máquinas sino también a las instalaciones de: Iluminación, redes de computación, sistema de energía eléctrica, aire, agua, depósitos, entre otros. Además se deberá coordinar con Recursos Humanos un plan para la capacitación continua del personal.

#### **3.2. Funciones del mantenimiento**

Generalizando, las funciones deben ser:

##### **3.2.1. Funciones primarias**

- Mantener reparar y revisar los equipos e instalaciones
- Generar y distribuir los servicios eléctricos, vapor, aire, agua y gas
- Modificar, instalar y remover equipos e instalaciones
- Disponer de nuevas instalaciones de equipos y edificios
- Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y programado
- Seleccionar y entrenar al personal

### 3.2.2. Funciones secundarias

- Asesorar la compra de nuevos equipos
- Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros
- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministro
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección
- Llevar la contabilidad e inventario de los equipos
- Cualquier otro servicio delegado por la administración

Figura 2. **Funciones del mantenimiento**



Fuente: elaboración propia, usando el programa Visio.

### **3.3. Excelencia en la gestión del mantenimiento**

La excelencia es organizar, gestionar, y lograr los resultados planificados, en este caso mantener al departamento dentro de las metas establecidas por la organización, manejar indicadores de gestión permite evaluar las técnicas de mantenimiento y la confiabilidad utilizadas en el desarrollo del ejercicio industrial, optimizando el recurso físico y humano que forman parte del departamento de mantenimiento.

#### **3.3.1. Indicador costo de mantenimiento**

Indicador costo de mantenimiento por facturación; índice expresa la relación entre el costo de mantenimiento y la facturación de la empresa en un periodo considerado, el dato de facturación lo proporciona el departamento de contabilidad.

Figura 3. **Indicador costo de mantenimiento por facturación**

$$CMFT = \frac{CTMN}{FTEP}$$

Fuente: elaboración propia.

Este se emplea para saber en qué medida está reduciendo costos de mantenimiento una organización, si se mantiene los costos totales de mantenimiento con base a la facturación se puede saber si aumentaron o disminuyeron estos.

Indicador costo de mantenimiento por producción; este nos muestra la influencia que tiene el costo de mantenimiento en el costo final del producto normalmente se requiere el 5 % al 12 %.

Figura 4. **Indicador costo de mantenimiento por producción**

$$CMPP = \frac{\text{Costos de Mantenimiento Totales}}{\text{Costos de Producción}}$$

Fuente: elaboración propia.

Indicador costo de mantenimiento preventivo por mantenimientos totales: este indicador evidencia el grado de utilización de técnicas preventivas frente a las correctivas, este puede estar en el 20 %. Nos refleja que tanto mantenimiento preventivo se está haciendo con respecto al total, en las organizaciones se debe buscar que el costo de mantenimiento correctivo se ha mucho menor que el costo de mantenimiento preventivo.

Figura 5. **Indicador costo de mantenimiento preventivo por mantenimientos totales**

$$CPCT = \frac{\text{Costo del mto. Preventivo}}{\text{Costos Totales de Mantenimiento (preventivo + correctivo)}}$$

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. Indicadores de mano de Obra

Horas de paro por horas realizadas: este indicador evalúa la relación entre las horas empleadas para la producción y las de paro por equipo de averías. Tomando las horas de paro en lugar del número de averías introducimos en la relación de gravedad de las averías. Al tomar las horas de producción realizadas, también se considera la tasa de inutilización del equipo, la cual generalmente oscila entre el 1 % al 3 %.

Figura 6. **Indicador horas de paro por horas realizas**

$$HPHP = \frac{\text{Horas de Paro por Mantenimiento}}{\text{Horas de Producción Realizadas}}$$

Fuente: elaboración propia.

Trabajo en mantenimiento preventivo: señala la relación entre las horas hombre empleadas en trabajos programados en mantenimiento preventivo y las hora hombre disponibles, indicando que las horas hombre disponible, son aquellas que está presente en la instalación y físicamente posibilitados de desempeñar los trabajos requeridos.

Figura 7. **Indicador trabajo en mantenimiento preventivo**

$$TBMP = \frac{\text{totalidad (HHMP)}}{\text{Totalidad (HHDP)}}$$

Fuente: elaboración propia.

Trabajo en mantenimiento correctivo: es la relación entre horas hombre gastado en reparación de mantenimiento correctivo y las horas hombre disponible.

Figura 8. **Indicador trabajo en mantenimiento correctivo**

$$TBMC = \frac{\text{totalidad (HHMC)}}{\text{Totalidad (HHDP)}}$$

Fuente: elaboración propia.

Oscilación del personal de mantenimiento: demuestra la relación entre la diferencia de las horas hombre disponibles menos las horas hombre trabajadas sobre los hombres horas disponibles, indicando por lo tanto, cuanto del tiempo del personal no fue ocupado en ninguna actividad.

Figura 9. **Indicador oscilación del personal de mantenimiento**

$$OCPM = \frac{\text{totalidad (HHDP-HHTM)}}{\text{totalidad (HHDP)}}$$

Fuente: elaboración propia.

Exceso de servicio del personal de mantenimiento: indicador que nos da la relación entre la diferencia de las horas hombre trabajadas y disponibles, y las horas hombre , indicando por lo tanto, cuanto del tiempo dl personal fue ocupado por arriba de la carga normal de trabajo.



Figura 10. **Indicador exceso del servicio del personal de mantenimiento**

$$ESPM = \frac{\text{totalidad (HHTP-HHDP)}}{\text{totalidad (HHDP)}}$$

Fuente: elaboración propia.

Para alcanzar las metas, la organización debe primero comprender todos los elementos requeridos; en el mantenimiento es fundamental tener las bases fundadas en una estrategia coherente con las metas de la empresa y una política de gestión, para esto se enfoca en lo siguiente:

- Capacidad y habilidad de la fuerza de trabajo: el personal de mantenimiento es la parte principal del departamento está altamente capacitado y sus conocimientos son transmitidos para con cada tarea asignada.
- Competencia en la administración y la técnica: los administradores superiores son, en general ingenieros y los demás tienen grados técnicos.
- Evidencia por la calidad: el mantenimiento siempre debe buscar el alineamiento de sus servicios y procedimientos para sostener las necesidades de los equipamientos.

### **3.4. Variables en el mantenimiento**

Las distintas variables de significación que repercuten en el desempeño de los sistemas de la empresa son:

- **Fiabilidad:** es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos se desempeñen satisfactoriamente sin fallar durante un periodo determinado, bajo condiciones específicas.
- **Disponibilidad:** es la proporción de un tiempo durante el cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.
- **Mantenibilidad:** es la probabilidad de que una máquina, equipo o sistema pueda ser reparado a una condición específica en un periodo de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad.
- **Seguridad:** está referida a la integridad del personal, instalaciones, equipos, sistemas y máquinas, sin dejar a un lado el medio ambiente.
- **Tiempo de entrega y cumplimiento de los plazos previstos:** son variables que tiene su importancia para el mantenimiento; el tiempo es un factor preeminente.

### 3.5. Políticas y acciones de mantenimiento

Las políticas se agrupan generalmente en cuatro formas.

#### 3.5.1. Intervención del mantenimiento correctivo

Intervención después de que la falla ocurra. La falla ocurre y entonces se remedia la situación tan pronto como sea posible.

Tabla I. **Mantenimiento basado en la falla**

<b>Aspectos</b>	
<b>Positivos</b>	<b>Negativos</b>
<p>Bajo costo si es correctamente aplicado, si el mantenimiento no es aplicado no hay costo.</p> <p>Las fallas son generalmente inesperadas; no se requiere de una planificación avanzada, lo cual es una reducción de costos.</p> <p>Recolección de datos: se pueden usar los mismos datos de otros equipos no críticos.</p> <p>El mantenimiento preventivo trae al equipo al estado tan bueno como nuevo, lo cual a menudo no se desea.</p>	<p>Riesgo en la seguridad, a menudo no se tiene cuidado de la falla.</p> <p>Grandes pérdidas de producción pueden ocurrir debido al paro sin control.</p> <p>La falla de un componente puede provocar daños secundarios en otros.</p> <p>Ya que las fallas son inesperadas, se requiere alto <i>stock</i> de repuestos.</p> <p>Para mantener la tasa de producción, se requieren redundancias.</p> <p>Para ser capaz de reaccionar suficientemente rápido, se necesitan equipos de mantenimiento en disposición.</p>

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.2. Intervenciones del mantenimiento preventivo

Intervenciones que toman lugar antes que la falla ocurra. Se ejecutan acciones regulares de mantenimiento, para evitar que modos de falla den problemas.

Tabla II. **Ingeniería del mantenimiento (mejoramiento en el diseño)**

<b>Aspectos</b>	
<b>Positivos</b>	<b>Negativos</b>
<p>Un problema recurrente puede ser completamente solucionado.</p> <p>La aplicación de la ingeniería para el mejoramiento de un componente no significa necesariamente que el mantenimiento ya no es necesario.</p> <p>En algunos casos, ajustes de diseño menores pueden ser efectivos y baratos.</p>	<p>Pérdidas de producción. La ingeniería de mantenimiento puede tomar periodos considerables de tiempo.</p> <p>Grandes proyectos de mejoramiento pueden ser muy caros, y el resultado esperado puede no materializarse.</p> <p>Un mejoramiento que no está bien analizado puede no llegar a funcionar acorde a lo necesitado.</p> <p>Resolver el problema en un área puede sobrecargar y causar un problema en otra.</p> <p>Problemas inesperados, casi siempre en proyectos grandes suelen suceder.</p>

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3. Intervenciones de mantenimiento predictivo

Intervenciones que toman lugar si cierta condición es alcanzada; evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no, lo cual produce grandes ahorros, es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis para caracterizar los fallos potenciales, condición operativa de los equipos productivos.

Tabla III. **Mantenimiento basado en la predictivo**

<b>Aspectos</b>	
<b>Positivos</b>	<b>Negativos</b>
<p>Se evitan prácticamente todas las paradas no planificadas por averías.</p> <p>Se alargan los intervalos productivos entre paradas de mantenimiento y se minimizan los tiempos de reparación.</p> <p>Aumento de la disponibilidad de la planta.</p> <p>Se evitan las pérdidas de producto por paros en los procesos productivos.</p> <p>Se reducen los stocks de piezas de recambio, puesto que el aprovisionamiento de estas piezas también puede programarse.</p>	<p>Las inspecciones usando los sentidos humanos, requiere de experiencia. Se requieren un periodo de tiempo antes de que el operador sea capaz de detectar anomalías con sus sentidos.</p> <p>Complejidad: algunas personas pueden detectar irregularidades, las cuales no son detectadas por otras personas; esto suele traer problemas cuando se trabaja en equipos coordinados.</p>

Fuente: elaboración propia.

Estas intervenciones se caracterizan por no ser no invasivos y no destructivos, un ejemplo claro de esta inspección es: la detección de fugas en sistemas de aire comprimido de suma importancia ya que permite:

- Reducir consumo energía y costo.
- Ahorrar dinero en reparaciones de emergencia.
- Reducir riesgos y aumentar la seguridad del personal.
- Aumentar la productividad y rendimiento de los equipos y planta en general.
- Disminuir la huella de carbón en la planta.

Que se realiza en la inspección:

- Detección y localización, cuantificación de fugas.
- Inspección de líneas de aire y gas.
- Localización exacta del punto de pérdida.
- Reporte descripción e imagen de fuga encontrada.
- Cuantificación de pérdidas en cfm y quetzales.

Como se realiza:

- Se crea una ruta, se listan los sistemas a inspeccionar.

Figura 11. Ruta

✓ **NIASA**

- Área de Galleta.
- Área Dulce Duro.
- Área Tableta.
- Área Confitado.
- Área Bombón
- Área Embolsadora

Fuente: elaboración propia.

- Inspección de campo, se utiliza equipo y aditamentos adecuados para cada caso en particular, se documenta todo para el reporte, en caso de detección de fuga se identifican de color rojo.

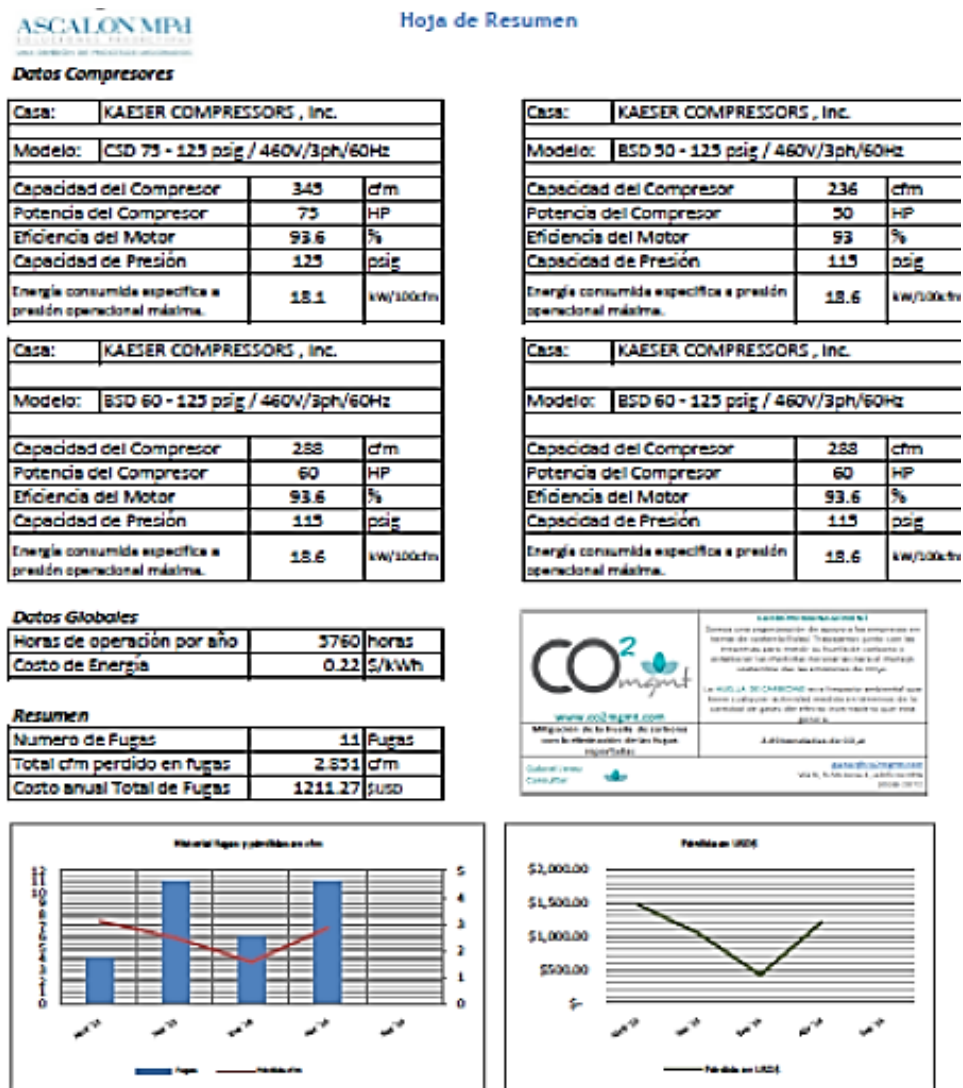
Figura 12. Inspección de campo



Fuente: elaboración propia.

- Reporte de inspección; se detalla la ruta seguida y se reportan los puntos que presentan alguna fuga, colocar una foto que permita identificar el punto exacto para facilitar el correctivo.

Figura 13. Reporte de inspección



Fuente: elaboración Coprinsa.



### 3.5.4. Mantenimiento basado en la condición

Es una estrategia del mantenimiento que tiene como objetivo extender la vida útil de las maquinas, aumentando la productividad y reducir costos de operación diarios.

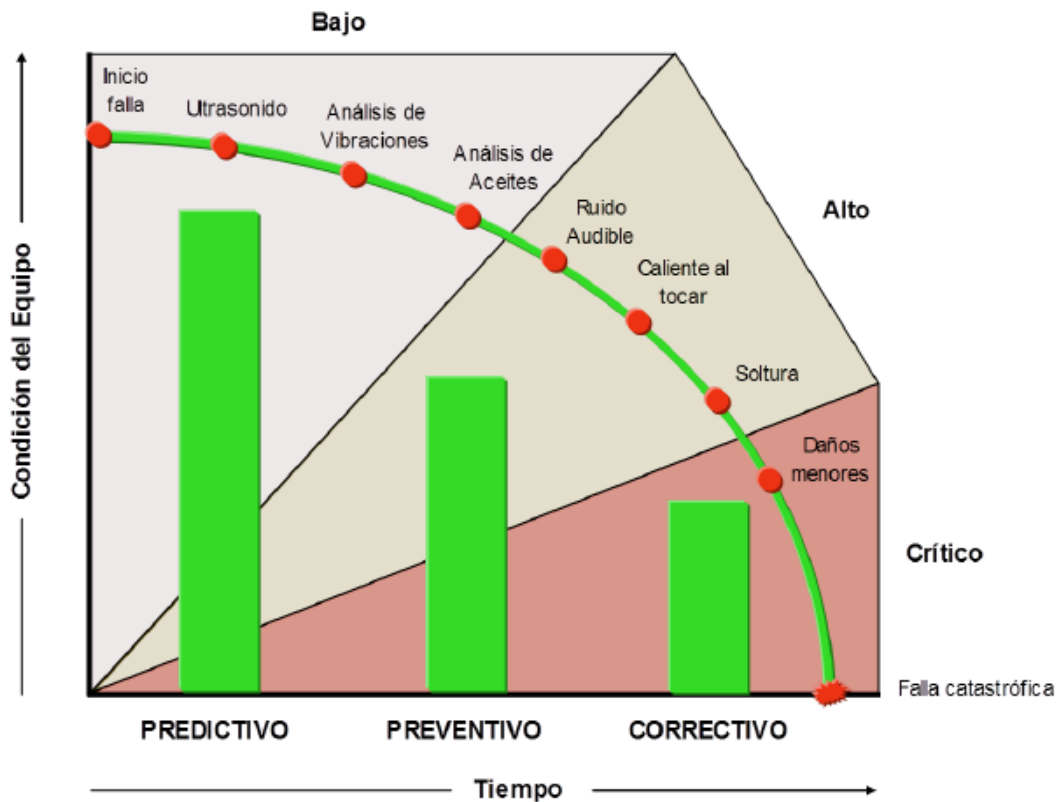
Tabla IV. **Mantenimiento basado en la condición**

<b>Aspectos</b>	
<b>Positivos</b>	<b>Negativos</b>
Control de mecanismos en deterioro.  Las causas de las fallas pueden ser analizadas, llevadas a un mejoramiento continuo, análisis de vibraciones, infrarrojo.  Reducción de fallas críticas y catastróficas.  Mayor seguridad en el personal, deducción de tiempos en el mantenimiento.	Se requiere del equipo especializado, para poder llevar a cabo un análisis estadístico del comportamiento del equipo.

Fuente: elaboración propia.

La forma gráfica de ilustrar la evolución de las fallas en un equipo en general es través de la curva P- F figura 5, así como los diferentes momentos donde aplica cada uno de los mantenimientos descritos anteriormente.

Figura 14. Curva P- F



Fuente: elaboración Coprinsa.

Al inicio de cualquier falla, se representan síntomas simples, imperceptibles por el humano, pero pueden ser fácilmente detectables a través de algunas técnicas predictivas, en este punto es una falla incipiente podemos hablar de un riesgo bajo, en la operación del equipo.

Al no tener implementado el mantenimiento predictivo, la falla del equipo evoluciona y se hace perceptible a los sentidos, los operadores comienzan a sentir ruidos no comunes en la operación, o se calienta el equipo más de la

cuenta, en este punto debido a que la falla ya es perceptible, se toma la decisión de intervenir, en algunos casos el daño ha sido tan rápido que al para el equipo ya se aproxima la falla catastrófica, (ultimo nivel de la curva) ya no es un mantenimiento preventivo si no es ya un mantenimiento correctivo.



## **4. TIPOS DE MANTENIMIENTO INVOLUCRADOS EN LA EMPRESA COMPAÑÍA DE PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS, S. A.**

### **4.1. Mantenimiento preventivo**

En la empresa Compañía de Productos Industrializados, S. A, se tiene definido el mantenimiento preventivo de la siguiente manera: mantenimiento preventivo, servicio de inspección, control conservación y restauración de un equipo o instalación, con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar fallas mecánicas por desgaste, envejecimiento o fatiga.

En la actualidad, la gestión que realiza el departamento de mantenimiento para con los equipos que representan el día a día la producción de la planta, es apoyada del software- MP2; este es una base de datos en el cual se registran los equipos involucrados en los diferentes procesos de producción, se crea un registro del equipo, se elaboran rutinas de mantenimiento apoyadas por los manuales de cada equipo, incluyendo los detalles necesarios tales como; prioridad del equipo; se enfoca en la importancia y orden ubicación de la maquina respecto a su función de trabajo en la producción, frecuencia de ejecución de la rutinas, lubricantes y repuestos requeridos en cada rutina de trabajo figura 6 .

#### **4.1.1. Sistema operativo MP2**

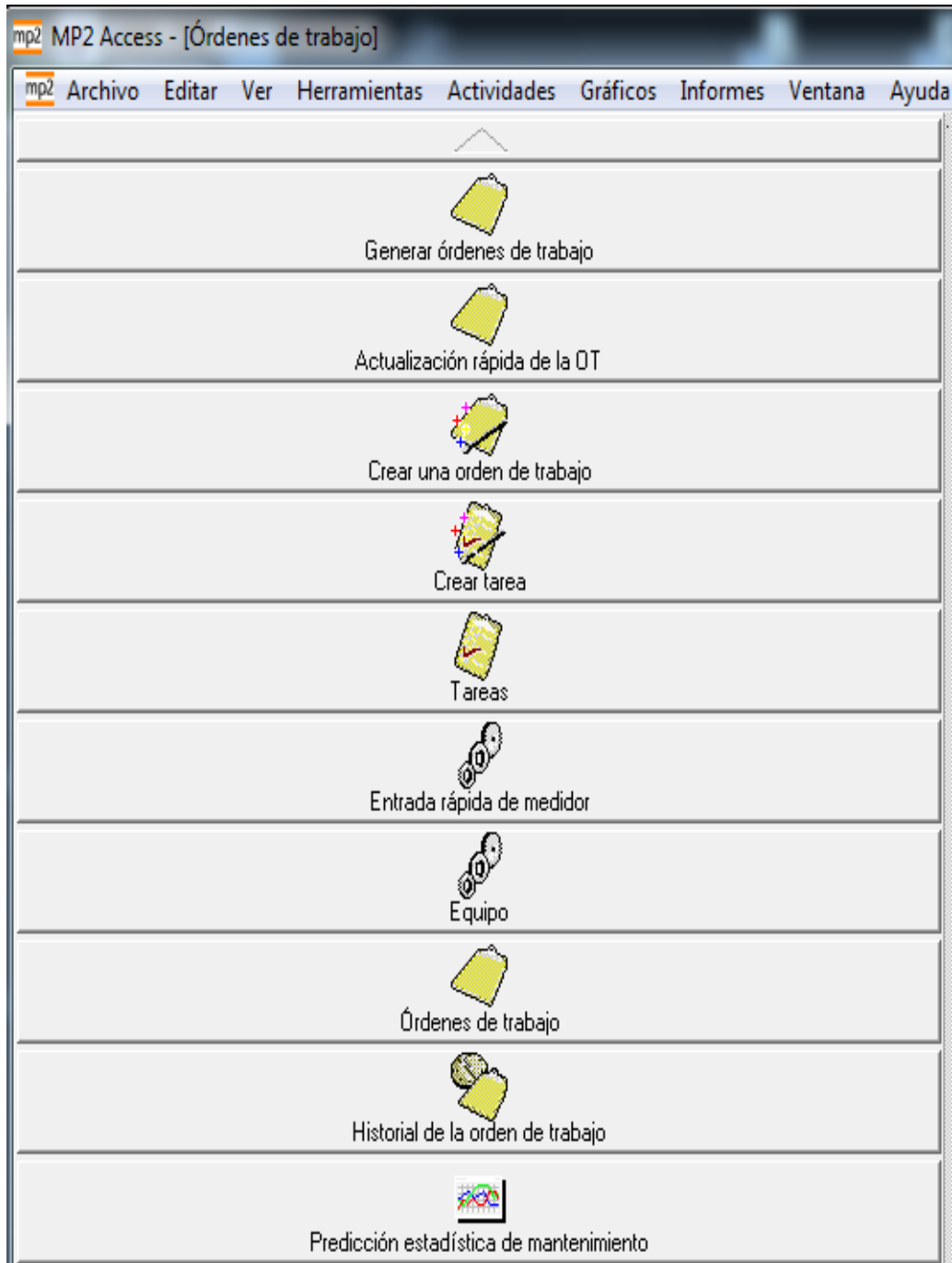
Sistema gestionado solo por el administrador de mantenimiento (gerente, supervisores). Aquí se observan las opciones con las cuales cuenta el

programa utilizado para diseñar y estructurar un mejor sistema preventivo a la maquinaria.

- Generar orden de trabajo: en esta función se realizan las órdenes de rutina semanal y mensual a todos los equipos para los cuales recomienda el fabricante, según manual.
- Actualización orden de trabajo: esta función permite que el administrador actualice los datos necesarios en la rutina planificada, como a quién se le asigna la rutina, la fecha en que se realiza, el tiempo que tarda en realizarla.
- Crear una orden de trabajo: esta función permite el ingreso de la rutina por primera vez. Se utiliza al momento de ingresar el equipo al sistema y luego programa las rutinas.
- Tareas: esta función permite visualizar todas las rutinas existentes en el sistema, indicando su prioridad de ejecución.
- Entrada rápida de medidor: esta función permite ingresar el dato de horas trabajadas al equipo según la planeación de producción, retroalimenta el sistema y lo actualiza.
- Equipo: esta función se utiliza para generar código e ingresar el equipo nuevo al sistema.
- Orden de trabajo: esta función se utiliza para visualizar las rutinas que están pendientes de ejecución y dar seguimiento a las proyecciones mensuales.

- Historial de la orden de trabajo: esta función permite generar un resumen de las rutinas realizadas en meses anteriores, dando proyección al seguimiento y visualizando tiempos de ejecución.
- Predicción de estadística de mantenimiento: función que proyecta la inversión de mano de obra, materiales e insumos utilizados durante un periodo determinado.

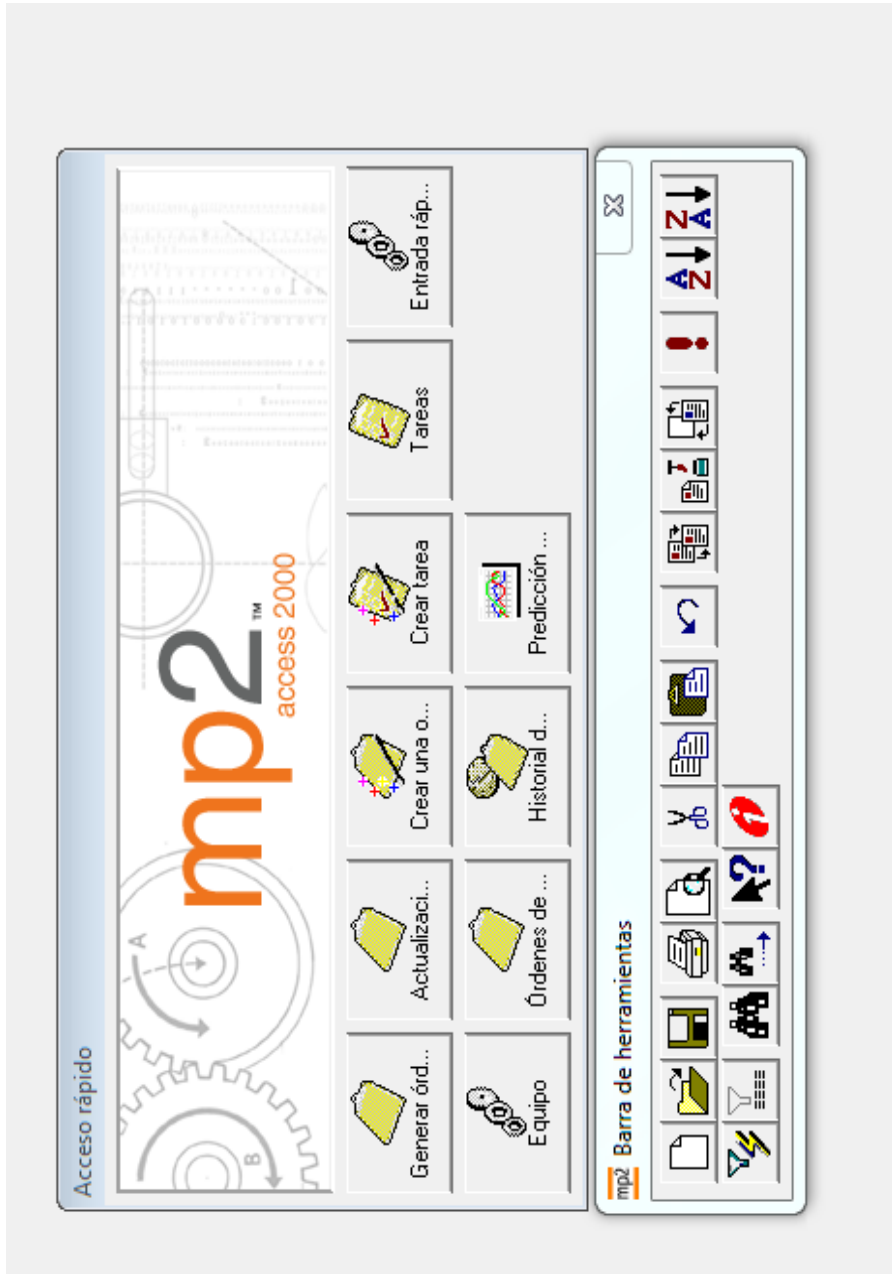
Figura 15. **Funciones MP2**



Fuente: elaborado por Coprinsa.



Figura 16. Aplicación MP2



Fuente: elaborado por Coprinsa.

#### **4.1.2. Control de medidores, PO-GM-001-F1 versión 4**

Este formato es utilizado para identificar al equipo con su nombre, código MP2, (se le asigna según el programa MP2), última lectura (horas trabajo), semana 1 (horas según programa de producción y formato PO-GL-004-F2, semanal); esta gestión la realiza el administrador de mantenimiento, luego este cálculo de horas se ingresa al MP2 en la función de entrada rápida de medidor.

Esta rutina se repite semanalmente para mantener el sistema MP2, actualizado, generando el informe correspondiente según la planeación que presente producción.

#### **4.1.3. Programa de producción PO-GL-004-F2**

Formato diseñado para planificar la producción de la planta en general, según su departamento (confitado, tableta, galleta, dulce, entre otros), se describe el producto y el equipo que se empleará como apoyo a dicho proceso, ubicando la cantidad de horas estimadas para esa producción durante la semana; sirve como apoyo semanal al sistema MP2.

Figura 17. Formato para control de medidores

Compañía de productos Industrializados S. A. Firma: _____ PO - GM - 001 - F1 Versión 4									
Departamento de Mantenimiento									
Formato para control de medidores Fecha: 15-01-2016									
Nombre del equipo	Código MP 2	Última lectura Hr.	HORAS PROGRAMADAS SEGÚN LÍNEA PODUCCIÓN						
			SEMANA 1	MP2	SEMANA 2	MP2	SEMANA 3		
P-53 TECMAQ 10	TEC 10	8138	117	8255	76	8331			
PACK-001 CAVANINA 1	PK1-HR	25872	108	25980	120	26100			
PACK-002 CAVANINA 2	PK2-HR	36959	106	37065	103	37168			
PACK-003 FORGROVE 1	PK3-HR	608	40	648	72	720			
PACK-004 FORGROVE 2	PK4-HR	2843	72	2915	120	3035			
PACK-010 LATINI	P10-HR	8677	213	8890	50	8940			
PACK-016 TECMAQ 3	P16-HR	29670	94	29764	96	29860			
PACK-024 CARUGIL	P24-HR	9694	216	9910	120	10030			
PACK-035 TECMAQ 4	P35-HR	9998	92	10090	96	10186			
PACK-037 TECMAQ 5	P37-HR	23483	59	23542	108	23650			
PACK-045 TECMAQ 9	P-45HR	17345	108	17453	120	17573			

Fuente: elaborado por Coprinsa.

Figura 18. Programa de producción PO-GL-004-F2

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN 15/ene/2016		PO-GL-004-F2		SEMANA 1							SEMANA 2							
				HORAS PROGRAMADAS POR LINEA							HORAS PROGRAMADAS POR LINEA							
				04/ene	05/ene	06/ene	05/ene	06/ene	07/ene	08/ene	07/ene	08/ene	09/ene	10/ene	11/ene	12/ene	13/ene	14/ene
No.	PRODUCTO	EQUIPO	Hr. TRABAJO															
			MES	545														
	<b>COFITADO</b>																	
1	Olabola Multi 3 x 15 mm 52*48	PACK-016 TECMAQ 3	190	12	24	10	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	96	
2	Olabola Surtido 17mm 36*100	PACK-035 TECMAQ 4	188	22	12	12	24	22	24	24	24	24	24	24	24	24	96	
3	Chibolón Bote 23 mm 6*200	PACK-037 TECMAQ 5	167	12	12	23	12	12	12	12	24	24	24	24	24	24	108	
	<b>TABLETA</b>		304															
4	Mundichicle 6 gr Bolsa 1.6 Kg (5.36%)	PACK-003 FORGROVE 1	112	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	72	
5	Bugy cubo surtido 4.5 gr. 28*100	PACK-004 FORGROVE 2	192	12	12	24	12	12	12	12	24	24	24	24	24	24	120	
	<b>GALLETA</b>		437															
6	Kilate 22 gr. 24x12	PACK-001 CAVANNA 1	228	20	20	20	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	120	
7	Bandido Display chocolavainilla	PACK-002 CAVANNA 2	209	12	24	22	24	24	24	24	24	24	24	23	24	22	103	
	<b>DULCE</b>		1020															
8	Lechita Tira 45*20	PACK-010 LATINI	263	22	56	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	50	
9	Bombón 13 gr / Lechita (30x24)	PACK-024 CARUGIL	336	21	56	43	72	24	24	24	24	24	24	24	24	24	120	
10	Dulce Manel Menta	PACK-045 TECMAQ 9	228	12	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	120	
11	Dulce Cristal Menta	P-53 TECMAQ 10	193	21	24	24	24	24	24	24	24	24	24	12	21	21	76	

Fuente: elaborado por Coprinsa.

## **4.2. Mantenimiento correctivo**

En la empresa Compañía de Productos Industrializados, S. A. se tiene definido el mantenimiento correctivo de la siguiente manera.

### **4.2.1. Mantenimiento correctivo programado**

Funcionamiento de la máquina o equipo fuera de las condiciones normales pero dentro de los parámetros de seguridad que permitan seguir con su funcionamiento, realizando la tarea correctiva en un tiempo de paro programado que no requiere atención inmediata.

### **4.2.2. Condiciones normales**

Son los parámetros establecidos que garantizan el correcto funcionamiento de la máquina en operación, velocidad de operación definida por el Departamento de Producción y Gerencia General, temperaturas y presiones de trabajo por el Departamento de Mantenimiento y Empaque, definido por los estándares del Departamento de Aseguramiento de Calidad.

## **4.3. Mantenimiento emergente**

En la empresa Compañía de Productos Industrializados, S. A. se tiene definido el mantenimiento emergente de la siguiente manera.

### **4.3.1. Mantenimiento correctivo emergente**

Se aplica cuando ocurre mal funcionamiento mecánico que ponga en riesgo la seguridad de operación, calidad del producto o que pueda provocar

daños al equipo, lo cual interrumpe la producción en línea, ocasionando pérdidas por estar el equipo fuera de producción.

## **5. INDICADORES NECESARIOS PARA LA EFICIENCIA EN EL MANTENIMIENTO DE UNA EMPRESA**

### **5.1. Informes de gestión del mantenimiento**

La evaluación de las actividades del mantenimiento, permitir tomar decisiones y establecer metas, deben ser creados informes específicos, formados por tablas, algunas de las cuales tienen que ser acompañadas por gráficas, proyectados para un fácil análisis y adecuado a cada nivel de gestión.

La primera etapa se desarrolla con la gestión de equipos, el acompañamiento de desempeño de cada uno y su participación en la actividad de objeto de la empresa, especialmente los de clase A y algunos de clase B.

Se basa en la implementación de estos informes ya que los mismos, dependen básicamente de los registros de inventario, datos de operación y de las ordenes de trabajo, excluidas las recolecciones de material y mano de obra, siendo de que para la mano de obra, debido a las naturalezas reacciones a los cambios, necesitan de más tiempo para su orientación, teniendo en vista la obtención de información confidencial.

Para la emisión de los primeros informes, los equipos estén identificados, tanto en los aspectos de adquisición, montaje y ubicación, como cambios, y que el historial para cada uno contenga los datos de tipo y duración de cada mantenimiento, si fue ejecutada como previsto o no, su reflejo en los servicios o productos ofrecidos por la empresa, indicar el registro de la ocurrencia y

servicio ejecutado, agrupados los datos de operación y ordenes de trabajo (para actividades programadas), correctivos programados o emergentes.

## 5.2. Índices de clase mundial

Índice, es el resultado de cada uno de los indicadores que son una medida cuantitativa que se puede utilizar como guía para controlar y valorar la calidad de las diferentes actividades.

Índices de clase mundial son llamados aquellos que son utilizados en todo los países, de los seis índices cuatro son referentes al análisis de la gestión de equipos y dos a la gestión de costos.

### 5.2.1. Tiempo medio entre Fallas

Relación entre el producto del número de equipos por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos equipos en el periodo observado.

Figura 19. **Tiempo medio entre fallas**

$$\text{TMEF} = \frac{\# \text{ equipos} \times \text{HMT}}{\# \text{ fallas detectadas en equipos}}$$

Fuente: elaboración propia.

Este se utiliza para equipos que son reparados después de la ocurrencia de una falla.



### 5.2.2. Tiempo medio para reparación

Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un número de equipos con falla y el número de fallas detectadas en esos equipos, en un tiempo indicado.

Figura 20. **Tiempo medio para reparación**

$$\text{TMRP} = \frac{\text{HTMCorectivo}}{\# \text{ fallas detectadas en equipos}}$$

Fuente: elaboración propia.

Este índice es utilizado para equipos en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

### 5.2.3. Tiempo medio para la falla

Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de equipos no reparables y el número total de fallas detectadas en esos equipos, en determinado tiempo observado.

Este índice es utilizado para equipos que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla.

Figura 21. **Tiempo medio para la falla**

$$\text{TMPF} = \frac{\text{HROEquipo no reparable}}{\# \text{ fallas detectadas en equipos}}$$

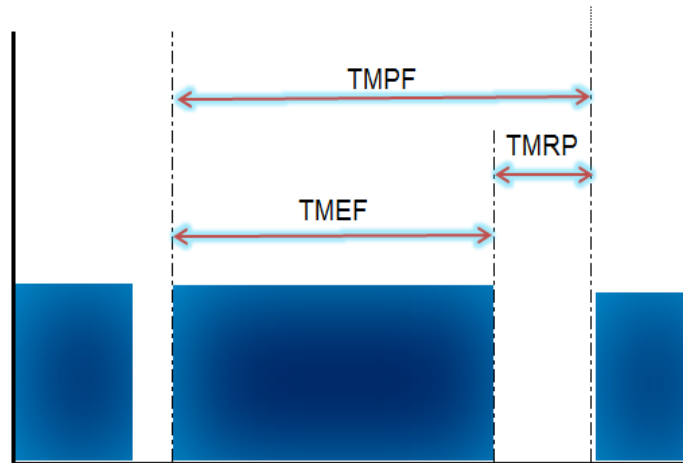
Fuente: elaboración propia.

Se identifica la diferencia que existe entre los índices, tiempo medio para la falla y tiempo medio entre falla. El primer índice (TMPF) es calculado para equipos que no son reparados tras la ocurrencia de una falla, cuando fallan son sustituidos por nuevos y en consecuencia su tiempo de reparación es cero.

El segundo índice (TMEF) es cálculo para los equipos que son separados tras la ocurrencia de la falla. Los índices son mutuamente exclusivos, o el cálculo de uno excluye al cálculo del otro, para equipos iguales.

El cálculo del tiempo medio entre fallas debe estar asociado al cálculo de tiempo medio en reparación, la interpretación grafica de estos índices, se representa en la figura 22.

Figura 22. Interpretación gráfica de los índices TMPF, TMEF, TMRP



Fuente: elaboración propia.

#### 5.2.4. Disponibilidad de los equipos

Relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada equipo observado y número total de horas de un periodo considerado.

Figura 23. Disponibilidad de los equipos

$$\text{DISP} = \frac{\text{HMP} - \text{HTManto}}{\text{HMP}} \times 100$$

Fuente: elaboración propia.

La responsabilidad de un equipo representa el porcentaje en que quedo a disponibilidad de la operación para desempeñar su actividad.

### 5.2.5. Costo mantenimiento por facturación

Relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el periodo considerado.

Figura 24. Costo mantenimiento por facturación

$$\text{CMFT} = \frac{\text{CTMN}}{\text{FTEP}} \times 100$$

Fuente: elaboración propia.

Los valores de este índice son procesados normalmente por el departamento de contabilidad de la empresa.

### 5.2.6. Costo de mantenimiento por el valor de reposición

Relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de la compra de ese mismo equipo nuevo.

Este índice se calcula para los equipos más importantes de la empresa, que afectan la facturación, la calidad del producto o servicio, la seguridad o medio ambiente.

Figura 25. **Costo mantenimiento por valor de reposición**

$$\text{CMRP} = \frac{\text{CTMN}}{\text{VLRP}} \times 100$$

Fuente: elaboración propia.

### 5.3. Índices auxiliares en la gestión

#### 5.3.1. Tiempo medio entre mantenimiento preventivos

Relación entre el producto del número de equipos por sus tiempos de operación, con relación al número total de intervenciones preventivas, en el periodo observado.

Figura 26. **Tiempo medio entre mantenimiento preventivo**

$$\text{TPEP} = \frac{\# \text{ Equipos} \times \text{Tiempo operación}}{\# \text{ Total intervenciones preventivas}}$$

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.2. Tiempo medio para intervenciones preventivas

Relación entre el tiempo total de intervención preventiva en un conjunto de equipos y número total de intervenciones preventivas en esos equipos en un periodo observado.

Figura 27. **Tiempo medio para intervenciones preventivas**

$$\text{TPMP} = \frac{\text{Horas reportadas mantenimiento preventivo}}{\# \text{ Total intervenciones preventivas}}$$

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.3. Tasa de falla observada

Relación entre el número total de equipos con falla, y el tiempo total acumulado durante el cual los equipos fueron observados.

Figura 28. **Tiempo falla observada**

$$\text{TPMP} = \frac{\text{Horas reportadas mantenimiento preventivo}}{\# \text{ Total intervenciones preventivas}}$$

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.4. Tasa de reparación

Relación entre el número total de equipos con falla y el tiempo total de intervenciones correctivas con esos equipos, en un equipo observado.

Figura 29. Tasa de reparación

$$\text{TXRP} = \frac{\# \text{ Equipos} \times \text{Tiempo operación}}{\# \text{ Total intervenciones correctivas}}$$

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.5. No conformidad del mantenimiento

Relación entre el total de mantenimientos previstos menos el total de mantenimientos ejecutados en un periodo considerado y el total de mantenimiento previsto en ese periodo.

Figura 30. No conformidad del mantenimiento

$$\text{NCFM} = \frac{\# \text{ Total mantenimiento previsto} - \# \text{ Total mantenimiento ejecutado}}{\# \text{ Total mantenimiento previsto}} \times 100$$

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.6. Sobrecarga de servicios de mantenimiento

Relación entre la diferencia de las horas de servicio ejecutados y previstos, para un determinado periodo (día, mes, año) y las horas de servicio previstas para ese periodo.

Figura 31. Sobrecarga de servicio de mantenimiento

$$\text{SCSM} = \frac{\text{Horas realizadas} - \text{Horas planificadas}}{\text{Horas planificadas}} \times 100$$

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.7. Alivio servicio de mantenimiento

Relación entre la diferencia de las horas de servicio previsto y ejecutados, para un determinado periodo (día, mes, año) y las horas de servicio previsto para ese periodo.

Figura 32. Alivio servicio de mantenimiento

$$\text{ALSM} = \frac{\text{Horas planificadas} - \text{Horas realizadas}}{\text{Horas planificadas}} \times 100$$

Fuente: elaboración propia.



## **6. DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA COMPAÑÍA DE PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS, S. A.**

### **6.1. Informe historial de los equipos**

El sistema de gestión se posibilita las consultas eventuales del historial de equipos (maquinas), cuyas necesidades se detectan a través del: análisis de informe de disponibilidad, para el montaje de este tipo de informe, se elaboran tablas y campos que serán utilizados en los filtros, como tipo de actividad, solicitante, plazo de ejecución, horas hombre aplicadas, fecha de ejecución, costo total, evaluación servicio, material o repuestos requeridos.

Tabla V. Selección de equipos

PRESELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL HISTORIAL			
TABLAS SELECCIONADAS:	EQUIPO	PACK	PACK-001 CAVANNA 1
	CLASE	A	
	COMPONENTE	MEL	MOTOR ELECTRICO
	ACTIVIDAD	MAN	MANTENIMIENTO RODAMIENTOS
	ACCIÓN	RP	REEMPLAZO DE COJINETES
Periodo selección para análisis del historial		01-05-2015 a 01-08-2015	
CONSULTA	NOMBRE OPERACIONAL DEL EQUIPO		
GALLETA	PACK-002 CAVANNA 2		
TABLETA	PACK-003 FORGROVE 1		
	PACK-004 FORGROVE 2		
DULCE	PACK-005 LATINI		
	PACK-029 NAGEMA 1		
	PACK-031 NAGEMA 3		
	PACK-033 LATINI 2		
CONFITADO	PACK-035 TECMAQ 4		
	PACK-037 TECMAQ 5		
	PACK-042 TECMAQ 6		
	PACK-043 TECMAQ 7		
	Entre otros ....		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Historial del equipo**

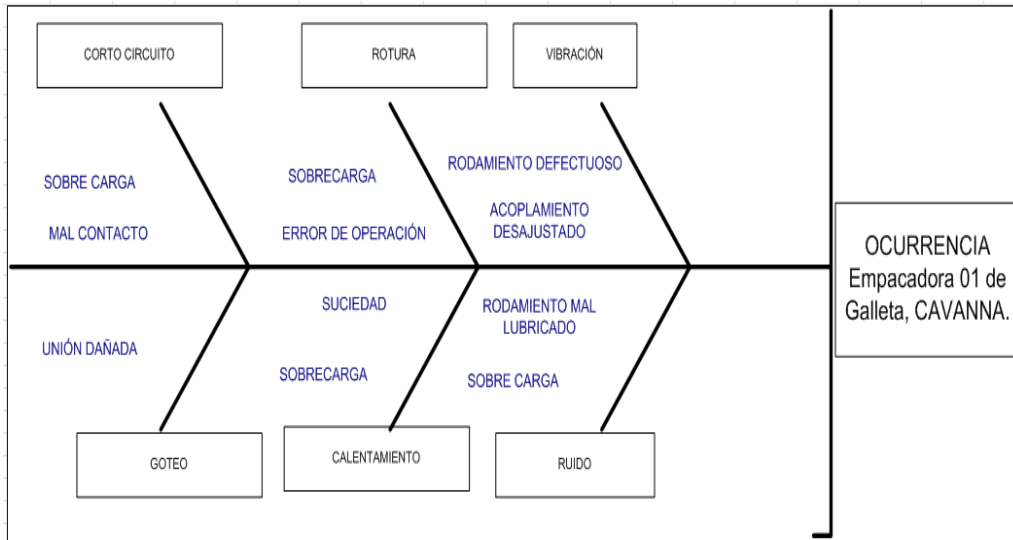
HISTORIAL DE EQUIPOS			
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	IDENTIFICACIÓN	No. OT	FECHA EMISIÓN
EMPACADORA 01 DE GALLETAS, CAVANNA	PK1-HR	1	02/05/2015
EMPACADORA 01 DE GALLETAS, CAVANNA	PK2-HR	54	02/06/2015
EMPACADORA 01 DE GALLETAS, CAVANNA	PK3-HR	35	22/07/2015
EMPACADORA DE CHICLE 02, FORGROVE	PK4-HR	62	12/07/2015
EMPACADORA DE CHICLE 02, FORGROVE	P10-HR	74	02/05/2015
EMPACADORA DE CHICLE 02, FORGROVE	P29-HR	25	12/05/2015
EMPACADORA DE CHICLE 02, FORGROVE	P31-HR	14	02/05/2015
EMPACADORA (PALETEADORA) LATINI 02	P33-HR	18	02/05/2015
EMPACADORA (PALETEADORA) LATINI 02	P35-HR	9	02/05/2015
OCURRENCIAS			
EFECTO	SOBRECALENTAMIENTO	TIPO OT	REPARACIÓN DEFECTO
CAUSA	SOBRE ESFUERZO	ASIGNADO POR	AMANTO
ACCIÓN	REEMPLAZO / CAMBIO	ASIGNADO A	TALLER ELECTRICO
COMPLEMENTO	MOTOR	DURACIÓN ESTIMADA (hr)	2.5
UBICACIÓN	GALLETA	FECHA SOLICITUD	05/05/2015

Fuente: elaboración propia.

La utilización del código ocurrencia ofrece adicionalmente, la posibilidad de emisión de informes seleccionados para cada uno de sus partes, el usuario puede solicitar la emisión de todas las ocurrencias, con determinadas causas y/o efecto en un periodo determinado.

Esto es útil para el análisis de la frecuencia de un determinado evento y como él se distribuye en los equipos instalados, o en causas que llevan a un efecto. Realizando un diagrama de Ishikawa, o diagrama de causa efecto, como a continuación se realiza para el equipo Empacadora 01 de Galleta, CAVANNA.

Figura 33. Diagrama de causa y efecto



Fuente: elaboración propia.

## 6.2. Indicador disponibilidad de equipo

La disponibilidad también es el desempeño de un equipo, se obtiene de la diferencia horas trabajo programadas (HMP), con el número de horas intervención (HTM) en ese equipo, dividido, dentro de las horas de trabajo programadas.

Figura 34. Ecuación indicador de disponibilidad

$$DISP = \frac{HMP - HTM}{HMP} \times 100$$

Fuente: elaboración propia.



Los datos para este indicador se obtienen, de los informes proporcionados por el departamento de producción, (control de producción) figura 35, de parte del control diario de llenado del operador de cada equipo según formato adjunto (control de paro y arranque de máquina) figura 38.

Figura 35. Control de producción

FECHA: 10/08/16


**COMPANÍA DE PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS, S.A.**  
 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO  
 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN


NO.	PRODUCTO	HORAS PRODUCCIÓN			HORAS PARO			DESCRIPCIÓN	FABRIL PRODUCTOS	RECICLAJE (%)
		HHR	HMP	HMR	Hmorte	Hmora	Hmora			
1	CLUSTO Mtb. 2.8 g.	180	261	261	/	/	/	DESC. con conj. 6018, 6021.	653	40
2	EXPLICITAS TESA Pac. 11	102	214	214	7	/	/	DESC. con conj. 6018, 6021.	82	35
3	BOHOPAC BLUBB. 19 g.	30	54	54	/	/	/	DESC. con conj. 6018, 6021.	78	/
4	D. FRUITY SOL. 17 Dls.	82.5	7	7	/	/	/	DESC. con conj. 6018, 6021.	123	/
5	D. TWIST LECT. 4g. 20g.	14.5	/	/	/	/	/	REPOSICION.	/	/
6	D. CHOCOLATES. 4g. 20g. 100	2.4	21	20.7	0.83	/	/	DESC. con conj. 6018, 6021.	108	40
7								Con. Pese.		
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										

COORDINADOR/ENCARGADO:  FIRMA: 

Fuente: elaboración Coprinsa.

Del informe de Control de producción, para el departamento de mantenimiento lo importante respecto a los datos a gestionar es: la columna identificada (HMP), detalla las horas maquina programadas, y la columna identificada con (Hpmec), horas paro mecánico.

Figura 36. Control de paro y arranque de maquina GD


**COMPAÑIA DE PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS, S.A.**  
 DEPARTAMENTO DE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO  
 CONTROL DE PARO Y ARRANQUE DE MAQUINAS

MÁQUINA: 50 TURNO: 1 2 3


VELOCIDAD MÁQ. SITR: 22.600rpm PRODUCCION REALIZADA: 10 fardos RECEPTO GENERADOR: Victor mendoza  
 VELOCIDAD MÁQ. REAL: 22.600rpm PRODUCTO: carbolita/condensador OPERADOR: Victor mendoza

FECHA: 10/08/15 HORA DE TURNO: 18:00 Versión 3  
 INICIO DE TURNO: 18:00  
 FIN DE TURNO: 00:00

HORA PARO	TARDA ARRANQUE	CON PARO	TURNO PARO	CAUSA DE PARO	TITULO REALIZADO	MATERIA PRIMA	CAMBIOS	OTROS
	18:00							
19:15	19:15	4 0'		Cambio de Colores				
21:00	21:15	2 15'		Reajuste				
21:25	21:25	4 0'		Cambio de Sulfato				
22:20	22:25	4 5'		Cambio de Colores				
00:30	01:00	2 30"		Arranque				
01:30	01:50	4 5'		Cambio de Colores				
04:20	05:10	3 40'		Paro para cambio de materia prima				
05:15	05:25	3 40'		Limpieza maquina				
				Finaliza				

Fuente: elaboración Coprinsa.

Figura 37. Control de paro y arranque de maquina GD


**COMPANIA DE PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS, S.A.**  
 DEPARTAMENTO DE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO  
 CONTROL DE PARO Y ARRANQUE DE MAQUINAS

T. GP-008-F1 Version 3  
 HORARIO DE TURNO 06:00  
 INICIO DE TURNO 18:00  
 FIN DE TURNO 06:00

MAQUINA: G. D. TURNO:  1  2  3  
 Velocidad maq. STD: 22 Normas Producción real/mo: 72 Normas  
 Velocidad maq. Real: 72 Normas

PRODUCTO: 2017066 OPERADOR: Alfonso Gallegos  
42 Fardos Necesidad general: 12 bato

MORA PARO	MORA ARRANQUE	1 LIMPIEZA		2 COMIDAS		3 PARO MECANICO		4 PARO OPERATIVO		5 MATERIA PRIMA		6 CAMBIOS		7 OTROS		PENAL WCT/OP
		COLO	TURNO	CASA DE PARO	TITULO REALIZADO	COLO	TURNO	COLO	TURNO	COLO	TURNO	COLO	TURNO	COLO	TURNO	
	06:00															
	06:15	4	3m	Cambio cigarras												
	07:15	2	15m	Reparación												
	08:15	3	10m	Reparación												
	10:15	4	3m	Cambio cigarras												
	11:15	4	3m	Cambio bobina												
	12:30	2	30m	Almuerzo												
	14:15	4	3m	Cambio cigarras												
	15:15	4	3m	Cambio bobina												
	16:15	4	3m	Cambio bobina												
	17:15	4	3m	Cambio bobina												
	18:15	4	3m	Cambio bobina												
	19:15	4	3m	Cambio bobina												
	20:15	4	3m	Cambio bobina												
	21:15	4	3m	Cambio bobina												
	22:15	4	3m	Cambio bobina												

Fuente: elaboración Coprinsa.

Del informe de control de paro y arranque de máquina, en la parte superior se coloca el nombre del equipo (máquina), línea de producción, operador, velocidades estándar y real que opera la máquina, cantidad de fardos producidos, luego en las columnas se detalla los códigos y tiempos de paro que el equipo ha tenido en el periodo observado.

#### **6.2.1. Definición de horas maquina programada (HMP)**

Este término es utilizado en la planta para indicar la cantidad de horas programadas para satisfacer la demanda requerida por el departamento de ventas, según la planificación elaborada mensualmente, control llevado por parte del departamento de producción.

#### **6.2.2. Definición de horas paro mecánico (Hpmecc)**

Este término se utiliza en la planta, definiendo el tiempo que un equipo es intervenido por el personal de mantenimiento, realizando ajustes o reparaciones necesarios, que no permitan que el producto lleve los estándares de calidad y seguridad del operador, indicados previamente para cada producto y equipo.

La calidad requerida es un control previamente diseñado por el departamento de Control de Calidad, estos datos son manejados por dicho personal.



### 6.3. Valores del indicador disponibilidad sugeridos por Gerencia de Mantenimiento

Estos valores se propusieron llevando un control por seis meses consecutivos en equipos y áreas específicas, a los cuales se les determino una meta de disponibilidad de equipo para cada área, evaluando; capacidad de equipos, cantidad, lo impactante reflejado en fardos de producción tiene respecto a la planta de producción.

Tabla VII. **Meta de indicador disponibilidad**

Meta indicador:	Disponibilidad de equipo	
Departamento:	Galleta	97.50%
	Confitado	98.50%
	Tableta	97.50%
	Dulce	96.00%

Fuente: elaboración propia.

### 6.4. Calculo de indicador disponibilidad

Para el cálculo de este indicador tanto (HMP como Hpmecc), los informes son tomados diariamente, lo que ayudara al departamento a tener un mejor control de la disponibilidad que ofrece de cada equipo, al departamento de producción.

Se realizan informe de tabulación datos figura 38, correspondientes al equipo empacadora de dulce GD, se detalla la disponibilidad que el equipo tiene diariamente y mensualmente concluye con un 99 %, para los equipos que

presenten resultados inferiores al 96 %, correspondiente al departamento de Dulce, establecido por los controles gerenciales de mantenimiento.

Figura 38. Informe estadístico de disponibilidad equipo empacadora GD

Disponibilidad de los equipos																																				
Departamento: Dulce																																				
Periodo selección para análisis del historial: 01/08/2016-31/08/2016																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL	% PROMEDIO				
100	89	98	11	100	100	100	95	2	95	4	100	95	11	100	100	100	100	100	100	98	8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2172	99%			
20	21	21	7	20	8	10	8	20	21	21	7	22	18	8	9	7	16	10	5	9	16	19	3	20	8	21	5	21	22	5	22	403	7	18%		
0	2	3	0	42	0	0	0	1	1	1	0	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	588	0%				
FARDOS PRODUCIDOS																																				
Producto: ZORRITONE CUADRETA																																				
ZORRITONE MIEL LIMON S/11*18*16 PIZ24																																				
									77	6						76	84	16	36													285				
ZORRITONE TRADICIONAL S/12*12 PIZ16																																				
								9													71												116			
ZORRITONE TRADICIONAL S/12*12 PIZ18																																				
																																		105		
ZORRITONE TRADICIONAL S/12*12 PIZ19																																				
																																		88	264	
ZORRITONE CEREZA S/12*12 PIZ25																																				
																																		16		
ZORRITONE CEREZA MEXICO 12*12 PIZ25																																				
																																			420	
ZORRITONE TRADICIONAL S/11*16 PIZ20																																				
																																			153	
ZORRITONE CEREZA S/11*16 PIZ28																																				
																																			44	
ZORRITONE CEREZA PANAMA 11*16 PIZ28																																				
																																			179	

Fuente: elaboración propia.



Este informe, se visualiza que el equipo no tiene o no cumple con la disponibilidad que necesita producción para satisfacer la demanda de producto, claro está que se requiere observar detalladamente las ocurrencias de falla por equipo, en este caso serán divididas las cantidades de fallas, en cada presentación, por total de fallas, en todo el periodo gestionado, realizando el grafico figura 40.

Figura 40. **Análisis de fallas reparadas en equipos**

Departamento:	Tabla		Período selección para análisis del historial							ago-16		
	Rotura de mecanismo	Afflado cuchilla de corte-papel	Falla formado	Falla electrica	Variación temperatura	Ajuste registro fotocelda	Falla en sello	Tiempo empleado en reparar falla				
EMPACADORA DE CHICLE O FOMERONE												
Mach. Herra metalizado 25"100						1						3,64
Bugigoto sulfido 4,5 gr. 28"100	1	1				1						1,55
Ostio Barato			1									1,24
Ostio Herra verde								1				2,29
<b>Total ocurrencia por falla</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8,72</b>

Fuente: elaboración propia.

Las fallas reportadas se identifican según la tabla VI, la cual describe el significado dado en el departamento de mantenimiento, después de un seguimiento estadístico a los problemas más frecuentes en reparaciones, que mantenimiento brinda como apoyo a los equipos de producción.

La información se adquiere diariamente según la hoja de control de paro y arranque de equipo figura 35.

Tabla VIII. **Identificación de fallas**

<b>Código de falla</b>	<b>Identificación falla</b>	<b>Observaciones</b>
<b>1</b>	Falla que requiera la aplicación de soldadura	Trabajo el cual se vea afectado por una aplicación de soldadura, falta de electrodo, soldadura autógena y eléctrica.
<b>2</b>	Falta de vapor	Falla en caldera cuando interrumpa la alimentación de vapor.
<b>3</b>	Falla en A/C	Falla de equipos A/C que no cumpla con las condiciones requeridas para brindar un buen servicio
<b>4</b>	Falta de aire Comprimido	Falla ocasionada por compresor de aire
<b>5</b>	Falla Cuchillas	Ajuste de corte, sellado y cambio en cuchillas. Problema con mordazas.
<b>6</b>	Falla Formato	Trabajo efectuado a formatos o porta bobinas.
<b>7</b>	Rotura de Mecanismo	Cualquier pieza quebrada que requiera cambio o modificación en reparación, cambio de faja/ cojinetes

Continuación de la tabla VIII.

<b>8</b>	Sincronización de tiempos	Ajuste de tiempos en corte, cadena de empujadores, entrega de plato, elevadores de dulce e inyección de batido.
<b>9</b>	Limpieza y Lubricación	Limpieza del equipo por exceso de producto que ocasione falla en funcionamiento, lubricaciones programadas con producción.
<b>10</b>	Variación temperatura	Limpieza de anillos, carbones o ajuste eléctrico requerido por variación de temperatura, falla en resistencias
<b>11</b>	Falla en vibrador	Falla ocasionada por mal funcionamiento de vibrador
<b>12</b>	Ajuste registro y fotocelda	Falla de fotoceldas o registros
<b>13</b>	Falla eléctrica	Equipo para por corto circuito, falla de contactores, relay, variadores de frecuencia, guarda motor, fusibles, motor eléctrico dañado y electroválvulas, falla en la cual se dispare el equipo.
<b>14</b>	Falla en sello	Ajuste de presión en mordaza, discos selladores, ajuste de estrella o pinzas, ajuste de robots, ajuste de gomas, ajustes por mal empaque
<b>15</b>	Falla por cambio de gomas	Falla en la cual se proceda a realizar o cambiar gomas a pinzas, elevador, pisadores.
<b>16</b>	Falla por falta de repuestos	Falla en la cual falte el repuesto a utilizar y el paro se recargue a logística.
<b>17</b>	Reparación de mecanismo	Trabajo realizado a maquinas con el fin de corregir cierta falla ya detectada

Fuente: elaboración propia.

#### 6.4.1. Acción tomada respecto al análisis

En este caso la acción tomada respecto al análisis, fue el cambio de sistema de registro, que está compuesto por una fotocelda marca banner, fibra óptica, se procedió al cambio respectivo, se le da seguimiento para verificar si efectivamente la acción tomada garantiza en este caso que el equipo para el mes próximo se mantenga dentro de la disponibilidad de la planta.

#### 6.5. Calculo indicador horas de paro por horas programadas

Este indicador evalúa la eficiencia de la planta respecto al departamento de mantenimiento, lo cual la Gerencia General, según análisis de informes anteriores pone las metas siguientes para cada departamento de producción.

Figura 41. Indicador horas de paro por horas programados

$$\text{HPHM} = \frac{\text{HTM}}{\text{HMP}}$$

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Meta indicador horas de paro por horas programadas**

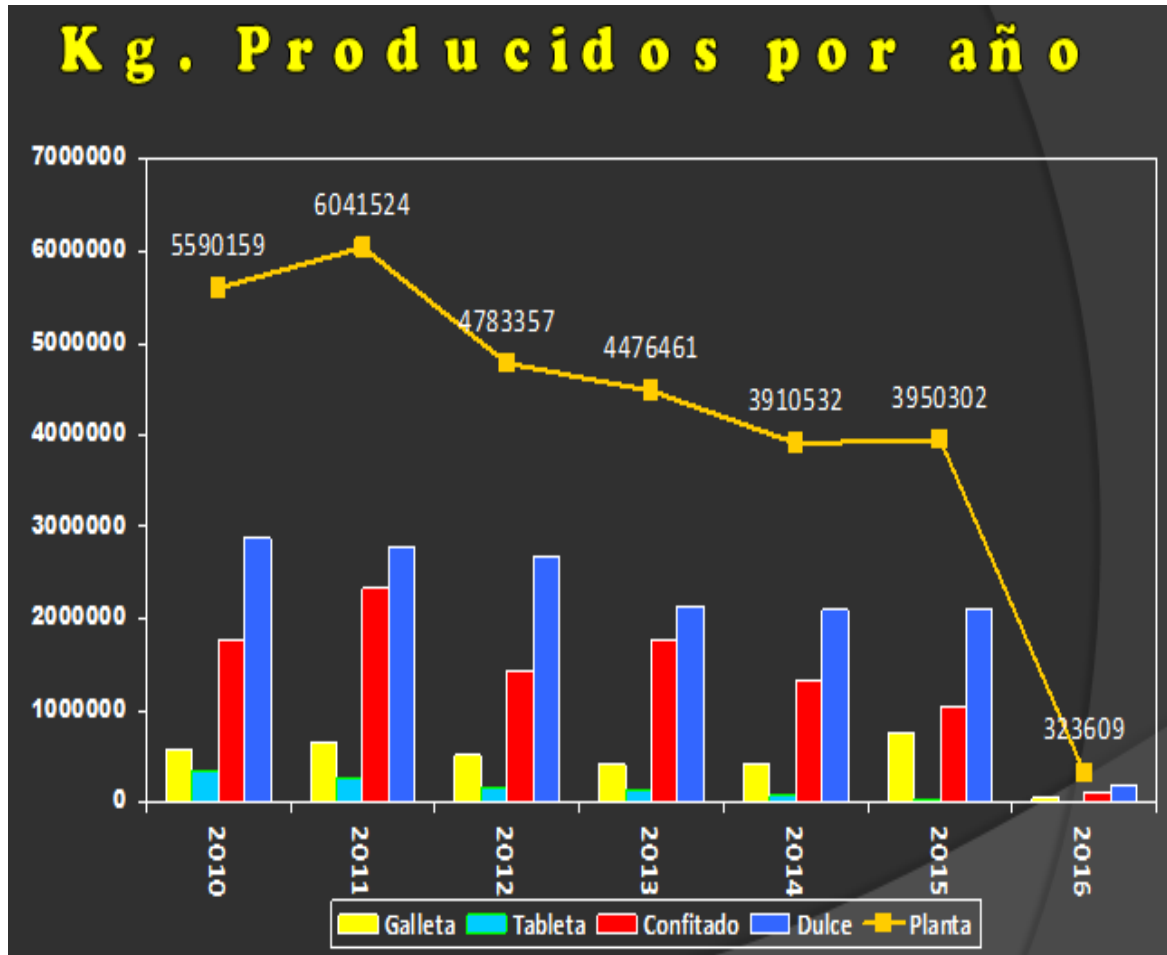
<b>Meta</b>	
Galleta	2.00%
Dulce	4.00%
Tableta	2.50%
Confitado	1.10%

Fuente: elaboración Coprinsa.

Los porcentajes metas indicados son propuestos como partida inicial según los comportamientos que ha mostrado producción debido a la capacidad de productos de cada departamento, y lo complejo que es el proceso de elaboración, Cantidad de Kg, producidos anualmente figura 42.



Figura 42. Kg, producidos los últimos años



Fuente: elaboración Coprinsa.

Los datos para emplear esta fórmula y obtener el indicador, se basan en el informe de control de la producción figura 43.

Figura 43. Control de la producción

COMPANIA DE PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS, S.A.  
 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO  
 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

FECHA: 09/08/16

NO.	PRODUCTO	HORAS PRODUCCIÓN				HORAS PARA			DESCRIPCIÓN	FABRICO PRODUCCION	RECOLABLE (kg)
		HHR	H/P	HMR	HMP	Hesper	Hesper	Hesper			
1	ZEPERITONE I, PAS 150/102	21	18.45	7	1.25	/	/	/	250. 3/1000. FLOTO/COMP.	71	75
2									1000. 3/1000. 3/1000.	/	/
3	MARTEL AHO 27G.	28	9.55	0.53	/	/	/	/	250. 3/1000. 3/1000. 3/1000.	231	15
4	CRISTAL AHO 27G.	52	15.5	/	/	/	/	/	250. 3/1000. 3/1000. 3/1000.	384	30
5	D. FUSCH. AHO 27G.	8.33	7	/	/	/	/	/	250. 3/1000. 3/1000. 3/1000.	33	10
6	D. PLATE 7G. SOL.	12	8.55	/	0.17	/	/	/	250. 3/1000. 3/1000. 3/1000.	35	10
7	D. FRUITY SOL. 50 BIS.	8.55	7	/	/	/	/	/	250. 3/1000. 3/1000. 3/1000.	123	/
8	BOLIPAP OX. 17G.	2.6	5.55	0.15	/	/	/	/	250. 3/1000. 3/1000. 3/1000.	90	20
9									1000. 3/1000.	/	/
10	D. CHOCOLATE 4g. TO 350/200								250. 3/1000.	14	10
11											
12											
13											
14											

COORDINADOR/ENCARGADO: *Quiro Rox.* FIRMA: *Quiro Rox.*

Fuente: elaboración propia.

Se obtiene de la columna de productos, el número de equipo usado durante el día, en la operación, cada producto se identifica con un equipo respectivo según la tabla X.

Tabla X. **Datos para cálculo de indicador eficiencia mantenimiento**

Departamento: Dulce

Meta: 4%

Día: 09/08/16

**2.03%**

Cantidad	Identificación	Maquina	Producto	HMP	Hpmec
1	PACK-011	EMPACADORA DE DULCE G.D. 01	Zorritone tradicional 18x16	21	1
1	PACK-044	EMPACADORA TECMAQ 8	Marvel Menta 2,8 g	9.75	0
1	PACK-045	EMPACADORA TECMAQ 9	Cristal Menta 2,8 gr.	15.5	0.33
1	PACK-029	EMPACADORA NAGEMA 01 DE DULCE TWIST	D. Mach menta 3.7 gr 30x100	7	0
1	PACK-010	EMPACADORA (PALETEADORA) LATINI 01	Paleta lechita tira 7 gr 45x20	9.5	0
1	PACK-024	EMPACADORA CARUGIL DE BOMBON	Bombón Frupey 20 grs Mango a granel	7	0
1	PACK-049	EMPACADORA TECMAQ FLOWPACK	Bolipop blueberry 17 gr. tira 24*12	5.5	0.25
1	PACK-031	EMPACADORA NAGEMA 03 DE DULCE TWIST	Chocomenta 4G 20*100	2.66	0

**8**

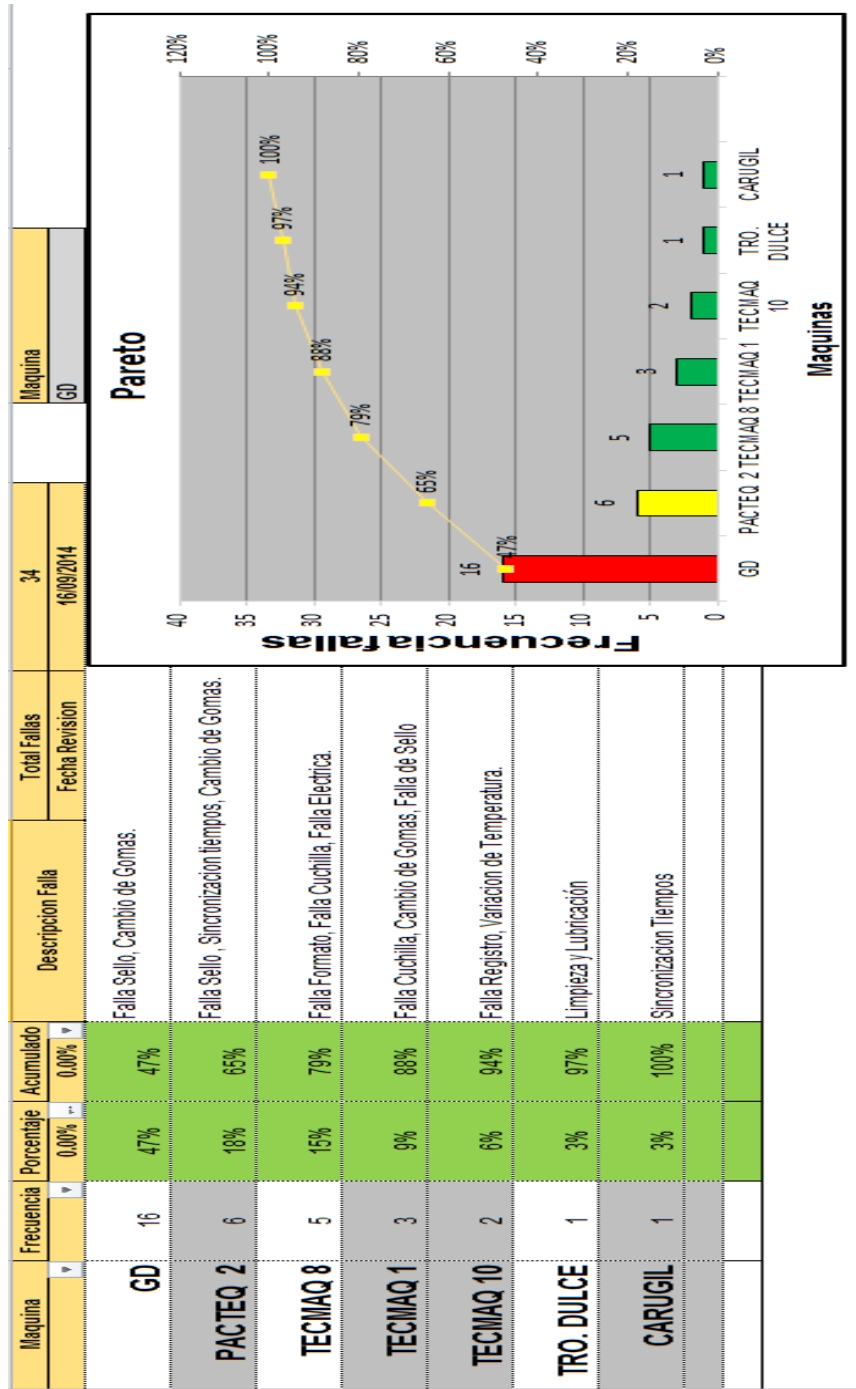
**77.91 1.58**

Indicador eficiencia **2.03%**

Fuente: elaboración propia.

Como se observa el indicador está en 2.03 %, lo cual indica que está dentro de la meta, si se llegara a estar por encima a la meta se tendría que realizar un análisis de Pareto en el cual se coloca el equipo con más tiempo intervenido por mantenimiento y detallar que causa fue la más impactante para realizar las correcciones pertinentes, programadas según lo necesitado.

Figura 44. Analisis Pareto departamento de dulce



Fuente: elaboración Coprinsa.

## 6.6. Indicador tiempo mantenimiento preventivo

La relación entre las horas hombre empleadas en trabajos programados en mantenimiento preventivo y horas hombre disponibles, indicando que las horas hombre disponible, son aquellas que están presentes en la instalación y físicamente posibilitados de desempeñar los trabajos requeridos, se utiliza para verificar la efectividad del mantenimiento y costo mano de obra empleado.

Figura 45. **Formula Indicador en mantenimiento preventivo**

$$\% \text{ Efectividad MP2} = \frac{\text{Horas reportadas MP2}}{\text{Horas planificadas para MP2}}$$

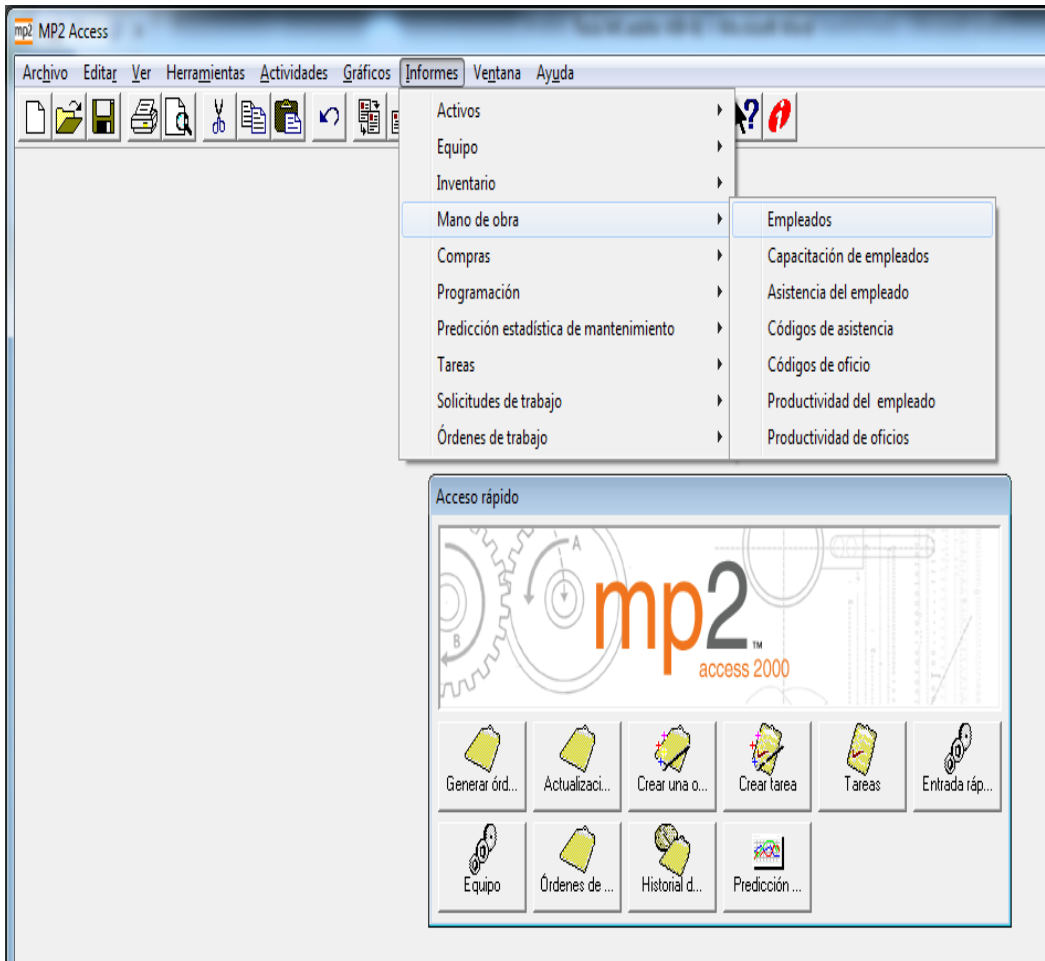
Fuente: elaboración propia.

### 6.6.1. Cálculo de indicador tiempo mantenimiento preventivo

Los datos requeridos para este cálculo se toman de los informes:

- Horas reportadas; se obtiene del informe que se detalla en el sistema MP2 de la siguiente forma figura 46.

Figura 46. Informe mano de obra mantenimiento preventivo



Fuente: elaboración Coprinsa.

Nos muestra la información siguiente respecto a la fecha febrero 1 de 2016.

Figura 47. Datos mantenimiento preventivo

Departamento: Dulce		Tipo mantenimiento: Preventivo						
Periodo selección para análisis del historial		feb-16						
Nº de OT	Nº de tarea	Descripción	Asignado a	Horas	Nº de equipo	Fecha de solicitud	Departamento	Tipo de OT
0094323	1035.2	CAMBIO DE LUBRICANTE MOTOREDUCTOR	DPER	2.5	CALDERA CLEAVER	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0094401	1035.1	SERVICIO DE MOTOR A LA ENIPACADORA DE DULCE G.D. 01	DPER	1.6	A/C-003, CONFITADO	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0094418	2194	LIMPIEZA RECAMARA DE AGUA DE BOMBA	DPER	0.6	BOMBA-001	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0094409	1106	INSPECCION Y APRIETE DE TORNILLOS DE AMASADORA	EATZ	1.6	AMASADORA-03	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0094425	5008	LUBRICACION DE MOLINOS SEMANAL	EATZ	1.6	MOLINO-01	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0094434	8175.1	SERVICIO MECANISMO DE RODOS LATINI	EATZ	1.2	BOLEADORA-05	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0094435	8175.1	MANTENIMIENTO ELECTRICO A COCEDORA	EATZ	2	BOLEADORA-06	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0093123	1099	LIMPIEZA DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL TUNEL CARUGIL	LHER	0.9	T-ENFR-011 CARUGIL	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0093763	1211	CAMBIO DE EMPAQUES INTERNOS COCEDORA CONTINUA BOMBON	LHER	1.7	COCEDORA-004	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0093982	1030.1	SERVICIO A MECANISMO DE ENGRANAJES AMASADORA 3	LHER	2.5	AMASADORA-03	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0094172	3052.10	MANTENIMIENTO A MOTORES DE CONDENSADORES TUNEL CARUGIL	LHER	1.5	TROQUEL-02 CARUGIL	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0094404	1059	INSPECCION FUNCIONAMIENTO SISTEMA DE ALARMIAS	INGOM	2.5	COMPRESOR-03	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV
0094406	1080.1	SERVICIO A PANEL ELECTRICO DE ENIPACADORAS TECMAQ	INGOM	3.9	PACK-035 TECMAQ 4	01/02/2016	DULCE	PREVENTIV

24.1

Horas de informe según reporte MPZ

Fuente: elaboración Coprinsa.

- Horas planificadas; son datos que el gerente de mantenimiento maneja de acuerdo a, día que se planifica el mantenimiento preventivo, cantidad de horas planificadas para su ejecución, cantidad de personal que intervendrá en cada tarea.

En este caso se toma la siguiente información,

Tabla XI. **Planificación mantenimiento preventivo MP2**

Control asistencia personal		Tipo mantenimiento:		Preventivo		
Periodo selección para análisis del historial		feb-16:				
Codigo Mecánico	Nombre mecánico	Tipo de OT	Horas Planificadas	Dias	Fecha	Departamento
DPER	Daniel Perez	PREVENTIV	7.5	1	01/02/2016	DULCE
EATZ	Estuardo Atz	PREVENTIV	7.5	1	01/02/2016	DULCE
LHER	Luis Herrera	PREVENTIV	7.5	1	01/02/2016	DULCE
MGOM	Martin Gomez	PREVENTIV	7.5	1	01/02/2016	DULCE

Tiempo planificado total **30**

Fuente: elaboración Coprinsa.

El número que nos da 80 %, nos indica la eficiencia que tiene la programación, tomando acciones necesarias para estar siempre al 100 %. Quedando un porcentaje de ocio, lo cual nos lleva a tomar acciones para evitarlo.



### 6.6.2. Acciones a tomar respecto al indicador tiempo mantenimiento preventivo

Cuando no se cumple a cabalidad el 100 %, esto nos muestra que nuestro mantenimiento preventivo no es eficiente respecto al costo que la mano de obra nos pueda brindar, para ello es necesario recurrir a una nueva planificación, el cual como primer cambio es necesario reducir el número de personas proyectadas para la rutinas de mantenimiento, delegando este personal a otro tipo de actividad del mantenimiento, y el restante de personal capacitarlo para que cumpla con lo requerido en un mínimo de tiempo, esto con la ayuda de retroalimentar el sistema de software- MP2, adicionando más información que facilite la operación de ejecución.

### 6.7. Indicador de eficiencia OT MP2

Este indicador nos da el % de efectividad que tiene la realización de Ordenes de trabajo, ejecutadas con las planificadas mensualmente,

Figura 48. **Formula Indicador OT MP2**

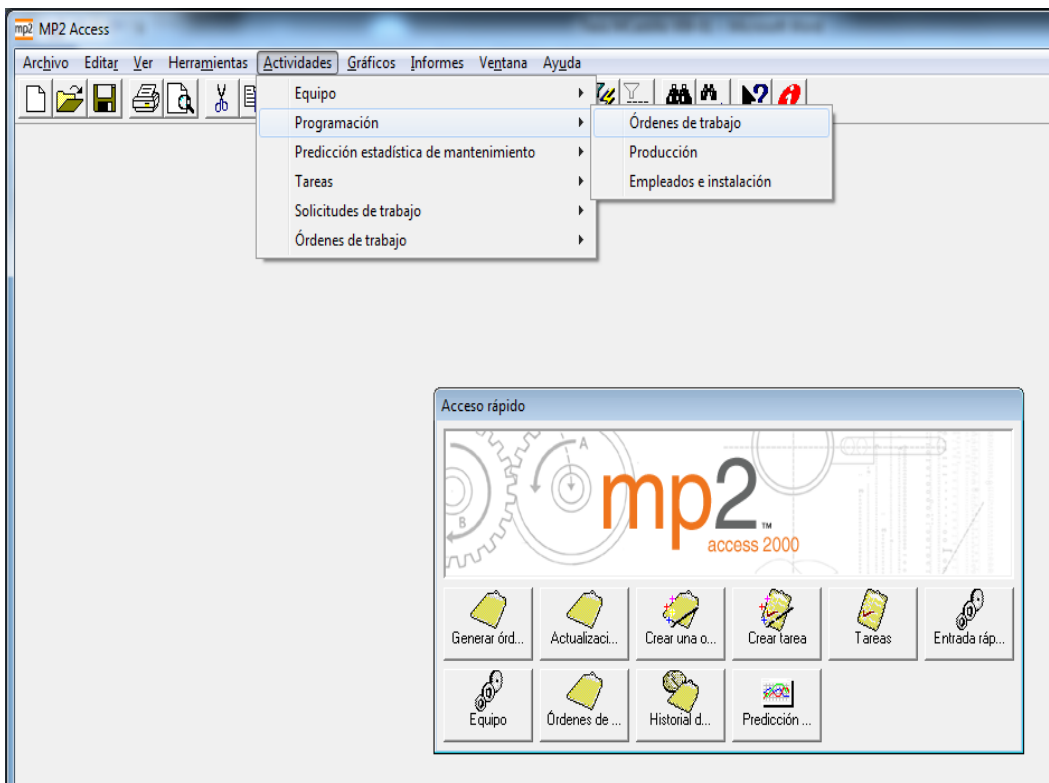
$$\% \text{ OT MP2} = \frac{\text{Ordenes trabajo cerradas MP2}}{\text{Ordenes de trabajo planificadas MP2}}$$

Fuente: elaboración propia.

### 6.7.1. Cálculo porcentaje de indicador eficiencia OT MP2

El informe que se utiliza para este indicador, se obtiene del software MP2, el cual proporciona el dato de las Órdenes de trabajo planificadas y cerradas en cierto periodo, este se establece con un porcentaje de efectividad mayor que 85 %. Lo que me indica que lo planificado se cumple, respecto al mantenimiento preventivo.

Figura 49. Informe OT



Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Datos porcentaje de indicador eficiencia OT

Resumen OT MP2								
ene-16			Meta		85%	91.7%		
#	Nº de OT	Nº de tarea	Descripción	Fecha de solicitud	Tipo de OT	Estado	# OTA	# OTC
1	0094323	1035.2	CAMBIO DE LUBRICANTE MOTOREDUCTOR	21/01/2016	PREVENTIV	Abierta		1
1	0093918	1024.1	SERVICIO A PANELES ELÉCTRICOS DE BOMBOS	21/01/2016	PREVENTIV	Cerrada		1
1	0093991	1136	SERVICIO MOTOR Y REDUCTOR TRANSPORTADO	21/01/2016	PREVENTIV	Cerrada		1
1	0093993	1169	SERVICIO ELÉCTRICO A EMPACADORAS	21/01/2016	PREVENTIV	Cerrada		1
1	0094325	1040.1	CHEQUEO DIARIO DEL COMPRESOR	21/01/2016	PREVENTIV	Cerrada		1
1	0094341	2184	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO A COCEDORA	21/01/2016	PREVENTIV	Cerrada		1
1	0094402	1057	INSPECCION DE FUNCIONAMIENTO SISTEMA DE A	21/01/2016	PREVENTIV	Abierta		1
1	0094404	1059	INSPECCION FUNCIONAMIENTO SISTEMA DE ALA	21/01/2016	PREVENTIV	Abierta	1	
1	0094406	1080.1	SERVICIO A PANEL ELÉCTRICO DE EMPACADORA	21/01/2016	PREVENTIV	Cerrada		1
1	0094407	1082	INSPECCION SISTEMA ELÉCTRICO MANEJADORA	21/01/2016	PREVENTIV	Cerrada		1
1	0094422	3080	SERVICIO ELÉCTRICO SEMANAL A EMPACADORA	21/01/2016	PREVENTIV	Cerrada		1
1	0094423	3080.1	SERVICIO ELÉCTRICO SEMANAL A EMPACADORA	21/01/2016	PREVENTIV	Abierta		1

12	Indicador de Efectividad Ordenes de trabajo	91.7%	Total	1	11
----	---	-------	-------	---	----

Fuente: elaboración Coprinsa.

El porcentaje de efectividad de OT es utilizado para mantener en control el mantenimiento preventivo de la planta.



## CONCLUSIONES

1. Con los datos históricos del comportamiento y tendencia a los puntos críticos que existen en el departamento, se definieron las variables (ordenes de trabajo, capacidad en líneas de producción, tiempos de ejecución para las tareas de mantenimiento, control de horas extras) que más se ajustan al proceso y que proporcionarán mejoras al diseño evaluado.
2. Con la implementación de tareas para mantenimiento, abarcando la mayor parte de tareas preventivas proyectadas a los equipos de producción, la gestión se enfoca en mantener la eficiencia y el desarrollo de indicadores provechosos para el Departamento de Mantenimiento de la empresa procesadora de alimentos.
3. Enfocarse en la producción por medio de planeamientos administrativos (control de procesos de producción, según su capacidad para producir), apoyados de documentación necesaria y efectiva, ayuda a regular y sobre todo a gestionar por completo la operación necesaria para cada punto definido.
4. Se logran optimizar los controles y evaluación (tareas planificadas en base a rutinas ya propuestas por experiencia de cada técnico, se implementa la rutina proyectada a un tiempo específico de trabajo, apoyada por un control electrónico horometro, para facilitar la planificación en cada gestión que conlleve el Departamento de Mantenimiento.



## RECOMENDACIONES

1. Recomendación al gerente de Mantenimiento analizar la tendencia de comportamientos mensuales en cada indicador generado, para poder definir las causas de un posible paro improductivo en las líneas de producción.
2. Actualizar la base de datos que utiliza el MP2, para mantener la línea de tareas, y sobre todo incluir el equipo que aporte el proceso de cada producto que se manufactura en la empresa.
3. Diseñar procedimientos para la operación y gestión del Departamento de Mantenimiento, implementarlos a las Normas ISO en las que se rige todo el funcionamiento de la planta.
4. Llevar estadística e historial del tiempo empleado en cada OT, estableciendo a sí un presupuesto, donde se refleje las horas de MO, insumos y repuestos empleados en la ejecución, manteniendo lo presupuestado por la Gerencia General.
5. Retroalimentar al personal involucrado en la gestión de mantenimiento periódicamente, sobre el presupuesto mensual destinado al departamento, para que este vele por los intereses, y haga conciencia de lo utilizado por el departamento, tomando acciones correctivas, si lo requiere, cuando se vea fuera de meta él mismo.





## BIBLIOGRAFÍA

1. BARRERA, Ángel. *Creación de indicadores de gestión destinado a la industria alimentaria Barranquilla y Cartagena*. [en línea]. <[http://www.laccei.org/LACCEI2005/Cartagena/Papers/IT078\\_EstupinanPaipa.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2005/Cartagena/Papers/IT078_EstupinanPaipa.pdf)> [Consulta: 29 de agosto de 2015].
2. BELTRÁN, J. *Indicadores de gestión herramienta para lograr la competitividad*. Bogotá: 3R Editores, 1999. 73 p.
3. PACHECO, Juan. *Indicadores integrales de gestión*. Bogotá: Mc-Graw Hill, 2002. 138 p.
4. PRANDO, Raúl R. *Manual de gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa, 1996, 75 p.
5. WILLIAMS, S., Richard. *Rendimiento de personal (diseño, implantación y gestión)*. España: Thomson, 2003. 254 p.

