

**DISEÑO Y PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA  
GESTIÓN DEL ACTIVO MÁQUINA EMBOLSADORA RAZIM**

**MAURICIO HERNÁNDEZ BARÓN  
EDWIN CAMILO PINTO CANTOR**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES  
FACULTAD DE POSGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BOGOTÁ, 2015**

**DISEÑO Y PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA LA GESTIÓN DEL ACTIVO MÁQUINA EMBOLSADORA RAZIM**

**MAURICIO HERNÁNDEZ BARÓN  
EDWIN CAMILO PINTO CANTOR**

**MONOGRAFÍA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
ESPECIALISTAS EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**DIRECTOR:  
Ing. NELSON DARÍO ROJAS GONZÁLEZ  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES  
FACULTAD DE POSGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BOGOTÁ, 2015**

## **CONTENIDO**

<b>1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>13</b>
<b>2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>14</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
<b>2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
<b>2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
<b>3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>15</b>
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>15</b>
<b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>15</b>
<b>4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>16</b>
<b>4.1 JUSTIFICACIÓN</b>	<b>16</b>
<b>4.2 DELIMITACIÓN</b>	<b>16</b>
<b>5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>18</b>
<b>5.1 MARCO TEÓRICO</b>	<b>18</b>
<b>5.1.1 EL MANTENIMIENTO EN PROYECTO</b>	<b>19</b>
<b>5.1.2 FASES DE UN PROYECTO</b>	<b>20</b>
<b>5.1.2.1 ESTUDIO DE VIABILIDAD</b>	<b>20</b>
<b>5.1.2.2 PROYECTO TÉCNICO</b>	<b>20</b>
<b>5.1.2.3 EJECUCIÓN</b>	<b>20</b>
<b>5.1.2.4 DESACTIVACIÓN</b>	<b>20</b>
<b>5.1.2.5 GARANTÍA</b>	<b>20</b>
<b>5.1.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMÁTICO</b>	<b>22</b>
<b>5.1.4 LUBRICACIÓN</b>	<b>23</b>
<b>5.1.5 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9000 EN MANTENIMIENTO</b>	<b>24</b>
<b>5.1.6 CAUTELAS PREVIAS ANTE LA EXTERNALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO</b>	<b>25</b>
<b>5.1.6.1 POSIBLE EMPEORAMIENTO DE LA IMAGEN DE LA EMPRESA</b>	<b>25</b>
<b>5.1.6.2 PÉRDIDA DE CONTROL</b>	<b>26</b>
<b>5.1.6.3 SEGUIMIENTO DE COSTOS</b>	<b>26</b>
<b>5.1.7 REINGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO</b>	<b>27</b>
<b>5.1.8 LA PLANIFICACIÓN Y PREVISIÓN DE MATERIALES</b>	<b>29</b>

<b>5.2 PRODUCCIÓN INDUSTRIAL</b>	<b>31</b>
<b>5.2.1 CONCEPTOS BÁSICOS</b>	<b>32</b>
<b>5.2.1.1 EL TERMINO PRODUCCIÓN</b>	<b>32</b>
<b>5.2.2 LAS FUNCIONES PRINCIPALES DE LA EMPRESA</b>	<b>33</b>
<b>5.2.2.1 EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN</b>	<b>33</b>
<b>5.2.3 ORGANIZACIÓN DE LA FUNCIÓN DE GESTIÓN DE PRODUCCIÓN</b>	<b>35</b>
<b>5.2.4 LA PROGRAMACIÓN DEL MAESTRO</b>	<b>36</b>
<b>5.3 ESTADO DEL ARTE</b>	<b>37</b>
<b>5.3.1 ESTADO DEL ARTE LOCAL</b>	<b>37</b>
<b>5.3.2 ESTADO DEL ARTE NACIONAL</b>	<b>39</b>
<b>5.3.3 ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL</b>	<b>41</b>
<b>6 TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>43</b>
<b>7 DESARROLLO METODOLÓGICO</b>	<b>44</b>
<b>7.1 RECOPILOCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	<b>45</b>
<b>7.2 ANÁLISIS DE DATOS</b>	<b>45</b>
<b>7.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	<b>47</b>
<b>8.0 FUENTES DE OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>62</b>
<b>8.1 FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIAS</b>	<b>62</b>
<b>8.2 FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIAS</b>	<b>62</b>
<b>9. COSTOS</b>	<b>63</b>
<b>9.1 COSTOS DEL MANTENIMIENTO</b>	<b>63</b>
<b>9.1.1 COSTOS DEL MANTENIMIENTO EQUIPO Y MATERIAL</b>	<b>63</b>
<b>9.1.2 COSTOS DE CAPACITACIÓN</b>	<b>64</b>
<b>9.1.3 COSTOS DE MANO DE OBRA</b>	<b>64</b>
<b>9.2 COSTOS DE REPUESTOS PARA EL MANTENIMIENTO</b>	<b>65</b>
<b>9.3 CALCULO ROI</b>	<b>66</b>
<b>10 TALENTO HUMANO</b>	<b>67</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>68</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>70</b>
<b>CIBERGRAFÍA</b>	<b>71</b>

**JURADOS**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Bogotá, Mayo de 2015.**

## **DEDICATORIAS**

Toda disciplina, sabiduría y perseverancia dedicada al desarrollo de este proyecto, es dedicado a mi esposa Mayerly Mojica Estupiñan a mis hijas Julieth Camila Hernández Daza y María Fernanda Hernández Mojica por apoyarme y motivarme en todo este proceso de aprendizaje.

A mi familia y en especial a mi padre Reinaldo Hernández García por apoyarme y estar a mi lado durante todos mis años de vida compartiendo mis mejores éxitos.

A Dios por darme la salud, entendimiento, comprensión y sabiduría para poder terminar cada uno mis objetivos trazados en mi vida personal.

¡Gracias!

## **MAURICIO HERNÁNDEZ BARÓN**

Esta monografía está dedicada a Dios, por ser quien sustenta mi vida para conseguir todos estos logros, a mi esposa Yolanda Martínez mis hijas Daniela y Valentina pinto.

A mis padres Álvaro y Mercedes Pinto, por ser un gran apoyo y motivación para ser realidad este logro de ser un profesional lleno de éxitos.

Gracias....

## **EDWIN CAMILO PINTO CANTOR**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Escuela Colombiana de Carreras Industriales por darnos la oportunidad de formarnos académicamente permitiendo ir adquiriendo nuevos conocimiento tanto en nuestra vida personal como profesional.

Al Ing. Nelson Darío Rojas González por brindarnos su conocimiento y experiencia en el desarrollo de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

¡Muchas gracias!

**MAURICIO HERNÁNDEZ BARÓN**

Le agradezco a Dios, y a cada compañero de aula con los que compartí y viví momentos inolvidables.

Le agradezco a la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, a cada profesor que con sus conocimientos y experiencia, enriquecieron mis conocimientos y me ayudaron a formar como profesional.

Gracias...

**EDWIN CAMILO PINTO CANTOR**

## RESUMEN

Este proyecto está enfocado directamente en gestionar la máquina embolsadora Razin, desarrollando un programa de mantenimiento preventivo para mejorar el rendimiento de esta máquina y extender su vida útil.

Se plantea una serie de actividades de mantenimiento con las cuales se pretende ejecutar el programa de mantenimiento en su totalidad, se plantearon programaciones de estas actividades, se analizaron procesos de mantenimiento y se seleccionaron los más idóneos para lograr su implementación, se realizó un minucioso estudio a esta máquina para conocer su funcionamiento y componentes, logrando con esto identificar e implementar tareas de mantenimiento necesarias para garantizar con esto que la máquina funcione de una manera correcta y segura.

De acuerdo a la información recopilada y la realización de un análisis de la realidad del mantenimiento realizado en la máquina embolsadora Razim; Se realizan recomendaciones para una adecuada gestión del mantenimiento de equipos e infraestructura con los que cuenta la compañía,

El resultado de una correcta y adecuada implementación de un sistema de mantenimiento preventivo, basado en términos de calidad, seguridad, conservación del medio ambiente, está reflejada en la disminución del costo del mantenimiento.

## **ABSTRACT**

This project is focused directly on the machine managing bagger Razin, developing a preventive maintenance program to improve the performance of this machine and extend its life.

A number of maintenance activities with which it is intended to implement the maintenance program in its entirety is proposed, schedules of these activities were raised, maintenance processes were analyzed and selected the most suitable to achieve its implementation, a detailed study was conducted this machine to understand its functioning and components, thus achieving identify and implement maintenance tasks necessary to ensure that the machine to operate correctly and safely.

According to the information collected and an analysis of the reality of the maintenance performed on the machine emboladora Razim; Recommendations are made for appropriate management of equipment maintenance and infrastructure are there in the company,

The result of proper and adequate implementation of a preventive maintenance system, based on terms of quality, safety, environmental conservation is reflected in the lower cost of maintenance.

## INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la vida humana las herramientas fabricadas por el hombre se han perfeccionado día a día, debido a que éstas le permiten conseguir sus satisfactorios físicos y psíquicos. Durante la Primera Revolución Industrial, se consideró que para fabricar un producto cualquiera, era necesario emplear 90% de mano de obra y el resto lo proporcionaban las máquinas. Conforme el tiempo pasó y a través de los esfuerzos por mejorar su función haciendo las máquinas más rápidas y precisas, en la actualidad se consigue obtener un producto o servicio con máquinas que se encargan de elaborar más de 90% de éste, lo cual ha sido posible por la dedicación que la humanidad le ha puesto al desarrollo de las labores de cuidado a sus recursos físicos, materia a la que desde sus inicios se llamó mantenimiento.

La necesidad de mejorar los procesos de mantenimiento que se desarrollan actualmente para la máquina embolsadora Razin, conllevan a una serie acciones que se desarrollan en cadena logrando gestionar de una manera idónea el activo. Se llevan a cabo el desarrollo de puntos importantes que llevan a conocer qué y cómo debemos proceder para lograr el objetivo, se analiza información como que es el mantenimiento preventivo sus funciones, se tienen en cuenta comentarios y escritos de personajes que han sido sobresalientes en estos temas de mantenimiento.

También se lleva a cabo el análisis de diferentes componentes de la maquina RAZIM, y de acuerdo con estos análisis determinar la importancia en el proceso y funcionamiento, logrando desarrollar y determinar diferentes tareas de mantenimiento.

## GLOSARIO

1. **Externalización:** El outsourcing o externalización del mantenimiento una de las estrategias de las empresas para reducir costos, es la contratación de empresas externas del área de mantenimiento. Existen diversas formas de llevar a cabo esta contratación:
  - Contratos por administración: la empresa contratista cede mano de obra por un importe mensual, por hora/hombre, etc
  - Contratos por precios unitarios: cada tarea tiene un precio preestablecido
  - Contratos de Mantenimiento Integral. Por un precio cerrado, la empresa contratista realiza todas las tareas de mantenimiento de toda la planta o de una parte de ella.
2. **Plan de mantenimiento:** Corresponden a un conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos.
3. **Reingeniería del mantenimiento.** Es un análisis y rediseño radical y la re concepción fundamental de los procesos de negocios para lograr mejoras dramáticas en medidas como en costos, calidad, servicio y rapidez.
4. **Visitas preventivas:** Acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.
5. **Mantenimiento sistemático.** Es aquel predefinido con base en un plan que establezca intervenciones periódicas y sistemáticas, según el tiempo, según las horas de vuelo, según las horas de trabajo, según el kilometraje etc.

Mantenimiento sistemático disponible en

[http://books.google.com.co/books?id=OzwXOAKv\\_QAC&pg=PA123&lpg=PA123&dq=mantenimiento+sistemático](http://books.google.com.co/books?id=OzwXOAKv_QAC&pg=PA123&lpg=PA123&dq=mantenimiento+sistemático)

[ico+industrial&source=bl&ots=8Wm7LyL2fq&sig=9HinI4q1GCQg2JCH5nWvvcx6Vs0&hl=es&sa=X&ei=I8xiVKi0lo\\_dsASq94KoBg&ved=0CCUQ6AEwAQ#v=onepage&q=mantenimiento%20sistemico%20industrial&f=false](http://www.google.com/search?q=mantenimiento+sistemico+industrial&source=bl&ots=8Wm7LyL2fq&sig=9HinI4q1GCQg2JCH5nWvvcx6Vs0&hl=es&sa=X&ei=I8xiVKi0lo_dsASq94KoBg&ved=0CCUQ6AEwAQ#v=onepage&q=mantenimiento%20sistemico%20industrial&f=false)

Que es una visita preventiva (en línea)[http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_preventivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_preventivo) reingeniería de procesos industriales [http://es.wikipedia.org/wiki/Reingenier%C3%ADa\\_de\\_procesos](http://es.wikipedia.org/wiki/Reingenier%C3%ADa_de_procesos) externalización disponible en <https://www.xing.com/.../externalizacion-del-mantenimiento-100488795..>

## **1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**

DISEÑO Y PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA LA GESTIÓN DEL ACTIVO MÁQUINA EMBOLSADORA RAZIM

## **2. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En la actualidad la máquina embolsadora Razim presenta problemas muy recurrentes y relevantes en cuanto a tiempos de parada por fallas tales como:

Fallas mecánicas, eléctricas, banda transportadora plástica, alimentadora de polietileno, sistema de corte y sellado, sistema colocador de bolsa, falla de programación de software, falla foto celdas, sensores y boquilla de agarre de bolsa, motivos por el cual se están generando paradas de producción no programadas, incumplimiento en la producción, altos costos de mantenimiento, la disponibilidad y confiabilidad del activo no cumple con los indicadores propuestos en la línea de producción. Las fallas recurrentes mencionadas anteriormente reflejan la falta de un plan de mantenimiento adecuado y de una programación eficiente para todo el sistema eléctrico de la máquina.

### **2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Teniendo en cuenta el problema descrito anteriormente se formula la siguiente pregunta ¿Qué se requiere para mejorar la disponibilidad de la máquina embolsadora Razim?

### **2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

1. ¿Qué actividades de mantenimiento realizar sobre los diferentes sistemas del activo?
2. ¿Qué estrategias de mantenimiento permitirán el desarrollo del proyecto?
3. ¿Qué costo tiene la aplicación de actividades de mantenimiento diferentes a las convencionales?

### **3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Generar una herramienta para la optimización y buen manejo de los recursos (gestión, logístico, herramienta, materiales), que intervienen directamente en la gestión de mantenimiento para la máquina Razim.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Generar rutinas de mantenimiento que se puedan ejecutar con facilidad y agilidad.
- Diseñar procesos que ayuden a la gestión de la máquina Razim, que ayuden a la toma de decisiones para diferentes procesos.
- Diseñar los indicadores de mantenimiento asegurando un óptimo proceso que genere seguridad y confianza para la compañía.

## **4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1 JUSTIFICACIÓN**

El mercado de la industria de margarina ha venido incrementando su demanda de manera proporcional con el aumento del crecimiento de la población en Colombia. Esto conlleva que los activos usados para la producción de margarina trabajen una cantidad determinada de horas por día superior a las que se venían trabajando años atrás. Este crecimiento acelerado ha dejado en evidencia grandes falencias y ha demandado otros requerimientos en el área de mantenimiento del sector de alimentos en general. Existen fallas en la elección de planes de mantenimiento adecuados, y frente a eso existe una gran necesidad de contar con activos confiables y disponibles.

En la producción de insumos alimenticios se utilizan varios activos, pero el objeto de investigación para este caso será la máquina embolsadora Razim, cuyas tareas principales son: Embasar la cantidad exacta de margarina en una caja de cartón que en su interior está cubierta por una bolsa la cual recibe la margarina, y posteriormente es sellada y embalada correctamente. La razón por la cual se escogió este activo es porque definitivamente es un componente crítico en este sector de la industria de alimentos. Esto se debe a que la máquina embolsadora Razim que, según los niveles de producción, trabajan un promedio de 16 horas por día parando un domingo cada 15 días. Además, la parada de este activo puede significar una para obligada en la producción de la planta conllevando costos significativos, teniendo en cuenta que se retrasarían las entregas de materia prima a cada cliente y se producirán tiempos muertos de producción tanto en la planta como en la flota de transportadores encargados de realizar la entrega del producto.

### **4.2 DELIMITACIÓN**

Este proyecto se ejecutará en los sistemas mecánicos, neumáticos y eléctricos de la máquina embolsadora Razim. Con información de antecedentes de anteriores mantenimientos en esta máquina y manuales de fabricantes.

### **4.3 LIMITACIONES**

- ❖ Espacio: El trabajo se desarrolla para una máquina embolsadora en una línea de producción de margarinas industriales.
- ❖ Tiempo: Para el desarrollo de esta monografía se cuenta con tres meses calendario (abril-junio 2015) para la recopilación de la información y planteamiento de actividades de mantenimiento.
- ❖ Presupuesto: Para el desarrollo de este proyecto el presupuesto requerido para el diseño del plan de mantenimiento estará a cargo de los autores.

## 5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1 MARCO TEÓRICO

Según el escritor Francisco Javier González Fernández, el mantenimiento preventivo es utilizado en un elevado número de instalaciones y departamentos para llevar a cabo la preparación de las acciones preventivas, Mediante estas rondas o inspecciones periódicas se logra evidenciar un cierto número de fallos precoces que pueden ser prevenidos mediante posteriores acciones.

En otras organizaciones, las intervenciones condicionales se denominan **visitas preventivas programadas**, de forma que se simultaneen con operaciones simples, como limpiezas, reemplazamientos de lámparas, reglajes, etc., para incorporar controles visuales sobre puntos y funcionalidades claves que muy a menudo, solo pueden ser detectados en operación o en producción.

Para los departamentos que tienen contrato el **mantenimiento** con una empresa externa, reservarse para si estas visitas (así como el mantenimiento predictivo) aporta un conocimiento técnico del estado de la planta o sistema y previene de la posibilidad de perder el (Know-How), por haberse externalizado su mantenimiento.

El hecho de que este **mantenimiento** según estado se encomiende a personas experimentadas y concretas, en la confianza de que dicha experiencia y conocimiento dará luces sobre futuras intervenciones necesarias, no quiere decir que se deje a la subjetividad de los mismos, precisándose elaborar fichas de visitas, para que estas intervenciones rutinarias aporten realmente conocimiento del material y las instalaciones, y nos ayuden a establecer un programa de intervenciones sistemáticas asociadas. Es muy útil la compatibilización de estas visitas de inspección junto con el plan de mantenimiento sistemático o **preventivo**, de forma que en las paralizaciones o intervenciones programadas se incorpore una carga de trabajo complementaria asociada a la inspección llevada a cabo.

Diversos autores denominan a esta forma de trabajo **mantenimiento preventivo**, flexible, muy usualmente puesto en práctica cuando es imposible respetar una periodicidad constante o cuando la misma vemos que no es eficiente pero no tenemos posibilidad de rehacer el plan de mantenimiento por falta de datos, falta de experiencia, faltas de personal, etc. Asimismo este método operativo es muy útil para el establecimiento del programa de mantenimiento sistemático, pues partiendo en principio de los consejos y manuales del constructor, y en cuanto tenemos experiencia para ver cómo se comporta la máquina o instalación concreta. En nuestro contexto, se puede llevar a cabo inspecciones como la que nos ocupa que ayudan a definir las intervenciones, su frecuencia y la guía de trabajo y consistencias precisas.

### **5.1.1 EL MANTENIMIENTO EN PROYECTO**

Una faceta a tener muy en cuenta- no por los responsables de mantenimiento que siempre serán proclives a ello, sino por los responsables de proyectos. Ingeniería y compras es la necesidad de involucrar y corresponsabilizar a los técnicos y responsables de mantenimiento en los nuevos proyectos y adquisiciones.

Es conocido que los ingenieros diseñadores de los equipos, sistemas e instalaciones no siempre están familiarizados con el mantenimiento, y mucho menos con los contextos concretos donde van a prestar servicio sus diseños, como es el caso de su fábrica o instalación. Dichos ingenieros realizan proyectos o diseños de propósito general, de forma que los fabricados sean lo más estándares posibles y sirvan para un gran número de potenciales clientes. El mantenimiento en proyecto se fundamenta en intervenir en esta fase de ingeniería aportando propuestas, ideas y cambios, a fin de que el diseño se ajuste lo más posible al lugar y entorno donde realmente vaya a operar, y que su mantenibilidad posterior por nuestra parte sea lo más fácil posible.

-----

A continuación se expone una propuesta de cómo implicar en un nuevo proyecto a los responsables de mantenimiento y operación.

## **5.1.2 FASES DE UN PROYECTO.**

**5.1.2.1 Estudio viabilidad.** Llega ser parte de esta fase el estudio del entorno, mercadeo, necesidades, viabilidad técnica, viabilidad económica, riesgos, definición estratégica, anteproyecto o diseño. En la parte funcional se estudian alcances, plazos, costos, equipo. Y por último la aprobación final.

**5.1.2.2 Proyecto Técnico.** En esta fase se tiene en cuenta la definición del equipo de proyecto, del proyecto “memoria”, programación temporal de actividades y recursos, manual de proyectos, sistema de información, plan de garantía de calidad, estudio y definición de implementación.

**5.1.2.3 Ejecución.** En esta fase se activan los sistemas de control de plazo costo y calidad periódica, compra de bienes y de servicios se definen los paquetes interacciones y responsabilidades, así mismo se definen sistemas de información.

**5.1.2.4 Desactivación.** Se desactivan las pruebas y actas de recepción supervisión de la apuesta en marcha, formación y documentación final, revisión final, se finaliza proyecto, se retira las instalaciones temporales.

**5.1.2.5 Garantía.** Se ejecuta el control de ratios de fiabilidad y disponibilidad, liberación de avales y recepción definitiva.

Estas fases extraídas de un libro del autor dedicado a la dirección y gestión eficaz de proyectos y obras, se ha basado en las múltiples experiencias negativas del mismo, al haber fracasado determinados proyectos o al haber sido extremadamente complejo llevarlos adelante justamente por no haber tenido en cuenta en los mismos a los responsables de mantenimiento y operación. El hecho de que facetas fácilmente resolubles desde un origen o desde una fabricación se realice siguiendo los consejos de mantenimiento, por ejemplo implicaran que ellos habrán visto reflejados sus inquietudes y resueltos (aunque sea solo en parte).

Los problemas que día a día están sufriendo y que sus operarios y colaboradores les recriminan. Al ser tenidas en cuenta, ellas además de hacer suya la nueva instalación, podrán exponer y “vender” la misma mejor a sus trabajadores, indicando que por fin se ha tenido en cuenta la sugerencia, el cambio o lo que haga falta. Sabemos que la fase de cualquier proceso de nueva inversión o de ciclo de vida de un sistema en donde es más fácil incorporar o implementar un cambio o una mejora es durante la etapa de ingeniería básica. Es también cierto que durante la fase de construcción y montaje, y más aún durante la fase de uso, las influencias de las mejoras tienen mayores resultados; pero la facilidad para incorporar dichas mejoras es mínima. El sistema, equipado o instalación se encuentra en servicio desde hace meses, incluso años, y ya es difícil justificar una nueva reforma una modificación y una gran parada asociada. En general, y aludiendo en este ejemplo al ciclo de vida de cualquier nueva adquisición, hay que conseguir que las propuestas de mantenimiento se incorporen en las fases de la ingeniería básica y de la ingeniería de detalle; lo que se corresponde con los niveles de participación propuestos anteriormente, cuando hablábamos de las fases de cualquier proyecto y de la participación de operación y mantenimiento desde los primeros estudios de viabilidad y proyecto técnico

Los históricos de averías de que dispone nuestro departamento de mantenimiento y la experiencia en equipos o instalaciones homologadas pueden y deben aportar valiosas propuestas de mejoras en las máquinas que son relativamente fáciles de implementar en la fase de diseño, muy difíciles y costosas de incorporar cuando ya se encuentran en servicio. Se podría considerar este mantenimiento en parte como un mantenimiento modificativo con la peculiaridad de que lo que estamos modificando es el proyecto antes de ser fabricado, en aras de evitar fallos y averías ya detectadas y tipificadas en nuestra planta y añadir la posibilidad de actuaciones rápidas, económicas y eficaces por mantenimiento.

-----

### **5.1.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMÁTICO**

A lo largo de este texto vera el lector reflejado en muchas ocasiones la idea de que una de las líneas claras de mejora en cualquier departamento de mantenimiento debe basarse en la sustitución de los mantenimientos preventivos sistemáticos por mantenimiento basados en el estado real del elemento o subconjunto a mantener. Ello no obstante, no revela totalmente al responsable de mantenimiento plantear nuevas filosofías según el estado del mantenimiento sistemático. Según la norma AFNOR (X60-010), El mantenimiento sistemático es aquel mantenimiento preventivo efectuado de acuerdo con un plan establecido, según el tiempo o el número de unidades fabricadas, podríamos utilizar cualquier otra definición, pero el resultado será el mismo: el mantenimiento sistemático es aquel predefinido con base en un plan que establezca intervenciones periódicas y sistemáticas según el tiempo, según las horas de vuelo, según las horas de trabajo, según el kilometraje, etc. A la postre se usa una variable independiente a las intrínsecas a la propia máquina para realizar la programación de intervenciones. El mantenimiento sistemático tiene a su vez diversas fuentes de origen y según estas, su revisión y modificación podrá o no ser posible; en unos casos, porque se haya corroborado la eficacia de la frecuencia definida, como puede ser en las sustituciones periódicas de aceites y lubricantes, porque dichas periodicidades sean de obligado cumplimiento por legislaciones o reglamentos o quizá porque la definición científica del momento de una revisión periódica sistemática, debería hacerse basándose en la función de distribución de averías, de forma que, definiendo de antemano un correctivo residual imposible de eliminar, por ejemplo entre 5 y 10%, cuando el numero o probabilidad de fallos superase estadísticamente dicho valor es cuando debería hacerse la intervención .

-----

Quizás llegara a impedir la eficiencia de la puesta en práctica de un mantenimiento sistemático, debiéndose considerar la posibilidad de llevar a cabo mantenimientos condicionales alternativos a los planificados de forma rígida, en áreas de una búsqueda de eficacia de nuestras intervenciones.

Con ello queremos transmitir la necesidad de que el responsable de mantenimiento sea absolutamente riguroso a la hora de definir las frecuencias de los mantenimientos preventivos de los periódicos sistemáticos y para ello, sin lugar a dudas deberá tener en cuenta las recomendaciones del constructor (sobre todo para la primera etapa), su propia experiencia adquirida durante el funcionamiento del sistema y durante la reparación de averías y la explotación fabulística realizada a través del estudio del histórico del sistema, del análisis previsional de la fiabilidad y de la optimización de los niveles preventivo- correctivo, para encontrarnos en una zona de admisibilidad de resultados – costes que nos ayuden a definir un plan de mantenimiento eficiente. Si no lo hacemos apoyado en hipótesis de MTBF o tasas de fallo constantes para un equipo que quizás a medida que envejece modifica la sistemática de sus fallos y la evolución y desviación de sus MTBF.

#### **5.1.4 LUBRICACIÓN**

Como es sabido, dos superficies solidas pueden deslizar fácilmente una sobre otra cuando hay una pequeña capa de fluido que las separe. Este fluido es capaz de generar las fuerzas o presiones internas que consigan separar las superficies solidas cuando estas tiendan a juntarse y a rozar metal-metal. La lubricación es el fenómeno por el que se evita el rozamiento entre dos sólidos que tienen movimientos relativos entre sí, gracias a la fricción solido-líquido que es mucho menor que la fricción solido-solido.

Cuando existen sobre cargas, en procesos de arenque o por deterioro del líquido que separa las dos superficies solidas se puede llegar a la lubricación limita.

-----

La fuerza o presión que ejerce el fluido lubricante para separar las dos superficies solidas a fin de que no hagan contacto entre sí, se basa en el efecto denominado (cuña). El lubricante en las máquinas tendrá que sustituirse cuando su (envejecimiento) haga que no mantenga sus variables, sobre todo la viscosidad y tendrá que reponerse periódicamente si hay perdida o consumos, para mantener la capacidad del conjunto de evacuar el calor por perdidas generado internamente por el rendimiento lógico menor de 1 siempre, y para que su nivel garantice permanentemente el flujo de lubricación preciso por el diseño: barboteo, presión inducida por bomba de engrase, etc.

#### **5.1.5 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9000 EN MANTENIMIENTO**

Cada día mayor demanda de calidad en los productos y servicios origino la definición y puesta en práctica en los años ochenta de una serie de normas internacionales, que tuvieron su mayor exponente en la serie de Normas ISO 9000 publicadas en 1987. Por fortuna, tras muy diversas iniciativas que /cuando menos en occidente) pasaron de forma transitoria, estas normas ha actualización, la traducción a muchos idiomas e implantación en muy diversos países y el ámbito de aplicación universal alcanzado diversos autores indican que la calidad moderna, tal como la concebimos actualmente, tiene sus orígenes en 1924 en la compañía estadounidense en Bell Telephone Laboratories, fruto de la creciente generalización del teléfono inventado en 1876 y de los múltiples problemas que estaba sufriendo la compañía por deficiencias en las instalaciones y quejas de los clientes.El responsable de aportar las primeras soluciones,R.L Jones, junto con su equipo, creo el departamento denominado de aseguramiento de la calidad (Quality Assurance Departament). Posteriormente, y hasta la segunda guerra mundial, son varias las iniciativas y trabajos que profundizan en este campo, como Finding causes of quality variation, Economic control or quality for manufactured products, etc.

-----

En Europa las técnicas de control de calidad hacen su aparición con posterioridad. Así, en 1956 se crea la European Organization for Quality Control (EOQC) y en 1956 se funda en Francia la Association Française pour le contrôle Industriel Qualite (AFCIQ). En 1961 se crea en España la Asociación Española para el control de la Calidad (AECC), que manteniendo sus siglas, ahora se denomina Asociación Española para la Calidad.

#### **5.1.6 CAUTELAS PREVIAS ANTE LA EXTERNALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.**

Vamos a aumentar a continuación una serie de observaciones o cautelas a tener en cuenta ante cualquier proceso de contratación externa, pues, como si de un análisis de riesgos se trata, es muy conveniente que se reflexione sobre ellas y se adopten medidas preventivas antes de abordar o formalizar el proceso.

##### **5.1.6.1 POSIBLE EMPEORAMIENTO DE LA IMAGEN DE LA EMPRESA**

Si hemos hecho una contratación sobre todo basad en una mejora de costos, debemos tener cuidado ante el hipotético hecho de que la empresa contratista adolezca en sus actividades de una falta de calidad, tanto en el fondo de las consistencias de sus operaciones como en la forma y en los procesos asociados a ellos .Es obligatorio recordar la conveniencia de exigir que las empresas contratistas se encuentren certificadas según ISO 9001 (hasta hace unos años ISO 9002), pero de todos es conocido que el hecho de disponer del certificado ISO citado no puede considerarse, de por sí, Como una garantía plena de calidad. Es preciso que el contratante realice actividades complementarias a la exigencia de dicha ISO, como puede ser la realización de auditorías previas al potencial contratista y complementarlos con adecuados procesos de selección que incluyan visitas a las factorías.

-----

### **5.1.6.2 PÉRDIDA DE CONTROL**

A la mayoría de los departamentos de mantenimiento, y a los responsables técnicos de los mismos, les preocupa enormemente la potencial pérdida del control de actividades y de sus propias instalaciones ante un proceso de internalización. Sin lugar a dudas, hay razones para ello, pero también si llevamos adecuadamente el proceso hay posibilidades para adoptar medidas preventivas y que dicha pérdida de control o no se produzca.

Es fundamental la exigencia al potencial contratista de programas detallados de trabajo y de planificación que de forma transparente para ambas partes, contratista y contratante, permitan realizar una trazabilidad de los procesos y de las ordenes de trabajo, rutas de actividades, que se lleven a cabo. También lo es la elaboración de cláusulas dinámicas de control, como veremos, que impliquen riesgo empresarial ante el cumplimiento de ello, para garantizar su observancia.

### **5.1.6.3 SEGUIMIENTO DE COSTES**

Si importante es el hecho de que no perdamos el control técnico de lo que se está haciendo por terceros en nuestras instalaciones o medios, también es importante que no perdamos el control de los costes en los que se está incurriendo para ello. No debemos dejar de pensar en que el contratista está realizando las actividades que le hemos encomendado de mantenimiento a fin de conseguir un lícito beneficio industrial y el control y el control de costos que nos ocupan. No debe perseguir el reducir inexcusablemente los márgenes de beneficios del contratista sino saber con exactitud que niveles de insumos se están ejecutando, que grado de subcontratación está llevando a cabo además, el contratista, con quien etc.

Ello nos permitirá, caso de que el proceso termine de manera inadecuada y tengamos que rescindir el contrato, tener una información fidedigna de lo que se está llevando a cabo en nuestra instalación, para corregir posibles errores y abordar con mayores posibilidades de éxito un segundo proceso de externalización.

La utilización de entidades de control para realizar seguimiento y auditorias periódicas de costes, el establecimiento de franquicias contractuales para dichos seguimientos y controles y la contabilidad analítica “en línea” con base de datos comunes para contratista y contratante, son posibles medidas preventivas convenientes de incorporar en el proceso de externalización, pero siempre como es obvio antes de formalizar el control final, ya que, si queremos implementarlo después, sin lugar a dudas nos encontraremos con una posición reactiva por parte del contratista.

#### **5.1.7 REINGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO**

El trinomio costes-disponibilidad-fiabilidad. Su evaluación y estancamiento. Tomando como parte fundamental fiabilidad, disponibilidad y costes, y con independencia de que su empresa con total seguridad de adiciones otras como las relativas a quejas, percepción del cliente, pretendemos reflexionar sobre la dificultad de mejorar uno, dos o los tres parámetros básicos citados, una vez alcanzando un determinado nivel de optimización relativa en su organización o departamento. Es posible que usted, como responsable del departamento de mantenimiento sea una energía y luchadora, y haya puesto en marcha a lo largo de los últimos años in gran número de iniciativas, algunas de las cuales seguramente habrá visto reflejadas, como mayor o menor acierto, en este libro. A pesar de ello, y aunque haya logrado la mejora año tras año de sus ratios identificativas, la dirección le exige cada vez más.

.

Los objetos estratégicos de la empresa contemplan un número del 2% de la disponibilidad de las instalaciones”, etc. ¿Cuántas veces nos han solicitado mejoras como las que se acaban de citar y que son difíciles de asumir por nuestro equipo técnico, que piensa que el esfuerzo de los últimos años ha sido incomprendido por la dirección, pues piden cada vez más y más y los recursos técnicos y humanos son los mismos o quizá incluso menos?

Nuevamente, como otros muchos aspectos tratados en este libro (mejora de ratios, contratación externa, productividad, etc.), lo básico es haber analizado de manera rigurosa las ratios de partida de nuestro departamento. El siguiente paso es realizar una prospección entre las mejores empresas de nuestro sector; prospección que puede hacerse a través de internet, etc. O con empresas externas especializadas, como hemos dicho. Tras ello hay que analizar detalladamente cómo se miden dichas ratios en esas empresas elegidas como “ejemplo a seguir”. En algún sector concreto existen organizaciones que han normalizado las mismas, en cuyo caso se tendrán una gran parte del camino realizado. En aquellas en que esto no sea si es imprescindible la armonización de las mismas antes de realizar la comparación. Tras estudiar las limitaciones para alcanzar en nuestra empresa y en nuestro contexto las mejoras que han logrado estas otras empresas y realizar un auténtico análisis DAFO (de debilidades, aptitudes, fortalezas y oportunidades) hay que elaborar un plan estratégico de nuestro propio departamento para ser nosotros los que propongamos dichas mejoras y las acciones colaterales en cuando a recursos y medios que necesitamos para conseguirlas. Uno de los aspectos que hemos tratado en apartados anteriores es el relativo a la necesidad de disponer de una desagregada contabilidad analítica en la gestión de mantenimiento. Es básico para evaluar el coste de explotación (operación, mantenimiento correctivo y preventivo) a lo largo de la vida de cualquier activo de nuestra empresa. Este coste se ha de tener en cuenta a la hora de evaluar una inversión.

-----

El análisis de los costes de ciclo de vida (LCC, life cycle cost) es una iniciativa relativamente reciente, pues solo desde hace unas décadas, (seguramente fruto del relativo desprecio y falta de control sobre los mantenimientos) se consideran a la hora de evaluar una determinada inversión con cualquiera de las formulas contablemente conocidas. El valor, o coste empresarial real, de un bien no es ni mucho menos estrictamente el que aparece en la oferta del fabricante potencialmente adjudicatario. Hay que sumarle lo que cuesta explorarle. El coste de mantenimiento de cualquier sistema es cada vez más significativo, aunque se lucha obviamente por su reducción. Es normal un coste anual de mantenimiento del 3 al 5% respecto al valor de primera inversión y teniendo una vida útil entre 10 y 20 años, puede hacerse una fácil relación entre el peso relativo que tiene el mantenimiento de dicho activo frente a su costo de primera adquisición o inversión.

#### **5.1.8 LA PLANIFICACIÓN Y PREVISIÓN DE MATERIALES**

Desde el punto de vista del autor, el enfoque ideal que debe darse a la gestión de materiales en los entornos industriales que no ocupan debe ser tal que se separe de forma clara e inequívoca la gestión de adquisición de materiales para el proceso propiamente fabril de nuestra empresa, del de mantenimiento. Las piezas de repuesto, los componentes, los lubricantes, los medios materiales de mantenimiento, tienen una importancia crucial y gran trascendencia sobre el presupuesto de mantenimiento. La tendencia es intentar minimizar los inmovilizados y repuestos optimizando su gestión. Sin embargo, en muchos departamentos o servicios de mantenimiento los stocks de inmovilizado o inventario y costes de materiales fungibles tienden a ser una ratio cada vez más creciente en nuestro presupuesto, en lugar de decrecer. La gestión histórica de materiales con su tratamiento sobradamente conocido por “lanzamientos por puntos de pedido”.

-----

En los que la orden o el pedido de compra se materializan con base en la observación de la reducción de stocks y en el plazo de aprovisionamiento, es una técnica anticuada que, unida al conservadurismo a menudo habitual del equipo técnico, hace que los inventarios sea cada vez más amplios e impliquen un cierto despilfarro de nuestro presupuestos.

A esta situación estratégica sobre la forma de comprar repuestos, se une la estrategia también acostumbrada a la búsqueda implacable del mejor precio por parte de nuestro departamento de compras, que suelen estar muy disociados de los intereses y planteamiento del departamento de mantenimiento. Ambos enfoques deben cambiar en búsqueda de la eficiencia de recursos y disminución de costes como ratio fundamental y uno de los más identificativos de nuestro proceso de mejora. Los enfoques de mantenimiento deben seguir a los que se han materializado con éxito en industrias altamente competitivas, como las del automóvil. Se deberán buscar contratos de asociación para integrar a los proveedores en nuestra cadena de mantenimiento fabril, de forma que se seleccionen proveedores cualificados que sean los que dispongan en sus propios almacenes de los stocks inventariados en nuestra instalación lo más bajo posible. A su vez, los lanzamientos de compras por puntos de pedido, anteriormente expuestos, deben ir migrando hacia lanzamientos en función de la carga de trabajo probablemente prevista.

-----

## 5.2 PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

Montserrat González Riesco, según su escrito la función de producción o de operaciones en la empresa tiene por objeto la producción de materiales, bien sean de consumo, como un coche o de inversión como una máquina, y/o de servicios.

Los productos finales se generan porque aumentan la satisfacción del consumidor y por tanto, tienen más utilidad en sí mismos que el conjunto de recursos separados y sin transformar, por lo que cantidad que el consumidor paga por los productos finales es mayor que la que pagaría por los recursos.

En consecuencia, el sistema productivo es un generador de riqueza, en tanto que el consumidor paga más por lo transformado que lo que pagaría por los recursos con los que genera más cantidad de productos finales.

La producción requiere, a su vez, sacrificar recursos para conseguir los productos finales. Una medida monetaria de la cantidad de recursos empleados se conoce como coste incorporado. La diferencia entre ambas magnitudes económicas es lo que el rendimiento económico de la producción.

Es decir, en todo proceso de producción se utilizan unos recursos, que suponen siempre un coste, para obtener unos resultados, que son los productos/ servicios, y esto intenta conseguir de manera que se obtenga la máxima calidad al mínimo precio. Es decir, la gestión de la producción se orienta siempre a la mayor eficacia y eficiencia del sistema. La medida de eficacia solo mide la salida del sistema, sus realizaciones, pero no su coste. Las medidas de eficiencia son medidas de rendimientos, es decir, de resultados comparados con costes. Por consiguiente la producción es el estudio de las técnicas de gestión empleadas para conseguir la mayor diferencia entre el valor añadido y el coste incorporado consecuencia de la transformación de recursos en productos finales.

Así, en el proceso de planificación y control estableceremos distintos niveles en función de los objetos y el horizonte temporal que se tome de referencia. La planificación estratégica establecerá los objetivos, estrategias, políticas globales y el plan de empresa a largo plazo. A él se refiere el plan de producción (PCP).

A medio plazo, tenemos los objetivos y planes de la planificación táctica a la que se referirá el plan de producción o plan regalo. Por último, la planificación operativa, determina los objetivos y planes a corto plazo para áreas y sub áreas funcionales. Su reflejo en el PCP estará en los planes de producción operativos y, más que un fin, se puede considerar como el conjunto de métodos y técnicas para alcanzar los objetivos definidos en las etapas anteriores. En este enfoque jerárquico hay que tener en cuenta que todo nivel o etapa depende de la anterior y restringe a la siguiente. Por ejemplo, la planificación táctica depende de lo determinado en la planificación estratégica y, a su vez, restringe la planificación operativa. Todas estas etapas de planificación, constituyen la planificación gestión y control de la capacidad.

## **5.2.1 CONCEPTOS BÁSICOS**

### **5.2.1.1 EL TERMINO PRODUCCIÓN**

El termino producción puede ser empleado con diferentes significados. Si se refiere a la producción de productos de bienes materiales demandando por la sociedad, es decir, bienes de consumo (como alimentos, automóviles, etc.) O de inversión (como maquinas, herramientas, etc.), estamos excluyendo la producción de servicios (como la educación, el comercio, etc.), que también es objeto d producción. Así el termino producción en su sentido más amplio engloba una serie de funciones necesarias para que una empresa u organización realice una actividad económica/social, independientemente de que estemos hablando de una empresa de producción o de servicios, transformando materiales y/o recursos en productos/servicios.

## **5.2.2 LAS FUNCIONES PRINCIPALES DE LA EMPRESA**

De entre las funciones de una empresa la función de producción es una de las principales, entre las que también se encuentran la función económico-financiera y la función comercial. La función comercial se orienta a conseguir el mercado (clientes) para los productos/servicios producidos por la empresa. A veces esta función puede no existir, cuando la institución es no mercantil (como puede ser en organismos públicos como ayuntamientos). Por su parte, la función económica-financiera se encarga de prever los recursos económicos o necesidades financieras para llevar a cabo el proceso productivo (mano de obra directa, materia prima y costes indirectos). Si además proporciona el soporte operativo, se denomina función administrativo-financiera.

### **5.2.2.1 EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN**

Cuando en una empresa no existe planificación o no se dispone el plan con las bases sobre los que asentar las acciones que la empresa ha de tomar en un futuro, la empresa carece de referencias que le permitan comparar lo conseguido con lo que le hubiera deseado conseguir en un momento.

Si una empresa decide realizar una planificación, debe plasmar todas estas funciones descritas anteriormente en un documento que refleje los objetivos y las previsiones de su materialización; esto es lo que se denomina plan de negocio.

El plan de negocio está constituido por distintos planes, en función de las distintas funciones que engloben cada uno: plan económico-financiero, plan comercial, y el plan de producción. A su vez, todos ellos pueden subdividirse en otros planes, como plan de operaciones, de organización y recursos humanos.

En ellos se hacen referencia a los medios necesarios para alcanzar los objetivos, fundamentalmente los medios económicos, por lo que conviene que los diversos departamentos de la empresa estén involucrados en ello.

Todo plan debe constar de los siguientes elementos:

- ✓ Los objetos que la empresa se propone alcanzar en su futuro.
- ✓ Los medios con los que la empresa va a contar para alcanzar objetivos.
- ✓ El horizonte temporal de la planificación, es decir, el tiempo durante el cual la empresa va a disponer de dichos medios.

Como los objetivos y, por consiguiente los medios, varían según los horizontes temporales de la planeación, se puede dividir el tiempo de planificación en intervalos con cierta permanencia de objetos y consiguientemente de medios.

En la empresa se suele establecer tres tipos de intervalos:

- Largo plazo
- Medio plazo
- Corto plazo

El largo y medio plazo dan lugar a la planificación estratégica y a la planificación táctica respectivamente. Por su parte, el corto plazo da lugar a lo que en el entorno empresarial se le denomina programación.

Como los niveles de planificación van a utilizar distintos tipos de unidades, estas se pueden ordenar en sentido creciente de agregación en:

- Componentes: cada una de las partes que integran el producto final.
- Productos: bienes o servicios resultado del proceso de producción.
- Familias: grupo de productos o servicios que tienen similares requerimientos de demanda, así como necesidades de procesamiento, trabajo y materiales comunes.

### 5.2.3 ORGANIZACIÓN DE LA FUNCIÓN DE GESTIÓN DE PRODUCCIÓN

La gestión de la producción en la práctica cambia según:

- El tipo de producto/servicio.
- El servicio que se desee dar al mercado.
- El modelo de proceso elegido para producir ese producto/servicio.

En cuanto al tipo de producto hay dos procesos básicos:

- Las fabricaciones en las que se producen bienes tangibles.
- Los servicios en los que se producen intangibles, que además son muy individualizados y con un ciclo de vida sumamente breve.

Los procesos de bienes tangibles pueden contar, con inventarios, pues en servicios no existe dicha disponibilidad. La estrategia de igualar producción con demanda por medio de los stocks, es un método empleado tradicionalmente en las fábricas.

Pero los inventarios tienen un coste consecuencia del dinero atado al producto. Es el coste de oportunidad, en caso de disponer de recursos propios o coste de interés por recurrir a recursos ajenos. En épocas inflacionistas, cuando el dinero sube de precio aumentando los intereses, los costes de inventarios impiden mantener una estrategia de este tipo, aunque pudiera ser posible.

Un sistema de fabricación basado en una gestión sin stocks o con los mínimos posibles, para ahorrar esos intereses, es la base de los llamados sistemas justo a tiempo o *just in time*. La finalidad de todo proceso de producción consiste en suministrar las cantidades de productos finales que se demandan en cada momento. Una posibilidad es emplear los inventarios para mantener una capacidad de producción estable cuando la demanda cae por debajo de la capacidad que se produce para almacenar y la otra posibilidad es cuando la demanda de productos finales supera la capacidad, la parte no producida se toma del almacén.

-----

#### 5.2.4 LA PROGRAMACIÓN DEL MAESTRO

Confeccionado el plan de maestro de producción que contiene el conjunto de acciones para tomar a medio plazo se debe pasar a corto plazo. En él, se programarán a corto plazo las órdenes de producción. El documento empleado para planificar la producción es el programa maestro.

El programa maestro, pues, determina la producción que hay que realizar el corto plazo y deriva del plan maestro.

Su alcance temporal es relativo y dependen del tipo de proceso y su duración, en la práctica se suele tomar dos o tres meses. El mínimo es el determinado por el tiempo de procesado del producto, es decir, no se puede hacer un programa de producción que considere una semana si el tiempo de procesado es de dos.

El horizonte temporal se divide en periodos normalmente de semanas, aunque también es algo dependiente del proceso, ya que hay procesos como el justo in time en que pueden ser uno o dos días.

La gestión de la producción en el corto plazo, va encaminada a minimizar los costes originados por los stock y la mano de obra, mediante las correspondientes planificaciones, y así, siguiendo distintas políticas, podemos diferenciar entre:

- **Producción constante:** calculada en función de la demanda media y las capacidades disponibles, nivelando en su caso mediante inventarios. Esto nos llevara a la denominada gestión de stocks, que se basará en la planificación de los materiales, y la ejecución de unas órdenes de compra derivadas.
- **Producir una producción variable en función de la demanda de cada periodo:** siguiendo una política de producción nivelada con capacidad y en lo que se hace fundamental, además, el estudio de la capacidad.

## **5.2 ESTADO DEL ARTE**

### **5.2.1 ESTADO DEL ARTE LOCAL**

En el año 2010 en la Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales los ingenieros Marving Leonel Carreño Daza y John Alexander Gómez Díaz autores de la monografía “identificación y análisis del costo de mantenimiento preventivo en concentradores de oxígeno de la empresa Cryogas S.A.” Realizaron la propuesta de un diseño metodológico descriptivo para la identificación de los costos de mantenimiento preventivo de los equipos concentradores de oxígeno de la empresa, este estudio lo realizaron para cien activos disponibles por la compañía con seguimiento a cada uno de ellos por medio de la hoja de vida de cada equipo en estudio y las ordenes de trabajo generadas por el software de mantenimiento de la empresa obteniendo así toda la información necesaria para determinar el costo del mantenimiento preventivo de los equipos con los que dispone la compañía.

En el año 2011 en la Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales la ingeniera Laura Andrea Gómez Ojeda, autora de la monografía “Diseño de un plan de mantenimiento adecuado utilizando el modelo TPM para la empresa control de sólidos Ltda.” Realizo la propuesta para el diseño de un plan de mantenimiento con base al modelo de mantenimiento productivo total TPM, donde se basa en el análisis de los riesgos más relevantes de los equipos de la compañía, en las técnicas aplicadas para el análisis de fiabilidad de las instalaciones, los resultados fueron reducción en paradas de equipos no programadas, bajo costos de insumos, mantenimientos y revisiones técnicas mejorando considerablemente la fiabilidad de los equipos, reducción en costos de mantenimiento y aumento de la eficiencia de las máquinas.

En el año 2009 en la Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales el ingeniero Juan Carlos Mosquera Luengas , elaboró el plan de mantenimiento preventivo para la línea de envases industriales de la empresa Asenvases Ltda,

donde el ingeniero presenta una propuesta de mantenimiento preventivo con el objetivo de minimizar el mantenimiento correctivo en los equipos más críticos en la línea de envases industriales, de esta manera garantizar la disponibilidad, confiabilidad de los equipos, reducir los tiempos de parada y reducir los costos generados por mantenimiento logrando a mediano tiempo una línea de producción más eficiente.

En el año 2010 en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales los ingenieros Blak Tuner y Oscar López, autores de la monografía propuesta de aplicativos para la gestión de mantenimiento de la flota de tracto camiones de la empresa entre flores Ltda. propusieron el diseño de una aplicación de software y otros recursos para mejorar la gestión del mantenimiento en función de la información cálculo y disponibilidad de la flota, generando estrategias para el mejoramiento de la adquisición de datos y búsqueda para análisis de la información desarrollando así el sigmat 2010 sistema de información para la gestión del mantenimiento de tracto camiones utilizando recursos de en bases de datos para acelerar la búsqueda de consultas, operaciones, registros y disponibilidad.

En el año 2010 en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales los ingenieros Leída Milena López Flórez y Fidel Alexander Ballesteros Benítez, autores de la monografía plan de mantenimiento preventivo para la flota de vehículos de la empresa Tracto carga propusieron un plan de mantenimiento preventivo para la flota de vehículos de carga utilizando la teoría general de la administración del mantenimiento, propusieron una estructura organizacional enfocada, establecieron cargos con sus funciones asociadas, tipos de mantenimiento dentro del modelo de gestión del vehículo y realizaron mejoras a los presupuestos destinados al mantenimiento.

## 5.2.2 ESTADO DEL ARTE NACIONAL

En el año 2011 en la Universidad Industrial de Santander los ingenieros Carlos Oswaldo Pineda Arteaga y Juan Manuel Villalba Romero, con la monografía "programa de mantenimiento preventivo para un sistema multiradar", como conclusión el buen uso de las diferentes herramientas y estrategias de mantenimiento se logró evaluar y analizar el programa de mantenimiento de los radares en el Aeropuerto El Dorado en la actualidad, gracias a estas herramientas se identificaron los fallas recurrentes y relevantes en los equipos, con los resultados de este estudio se diseñó un modelo de plan de mantenimiento más apropiado para obtener una mejora continua con una solución a corto y mediano plazo, con el cual se trabajara en mejorar tiempos de operación, reducción de costos y minimizar el nivel de inventarios de repuestos de mantenimiento.

En el año 2010 en la Universidad Industrial de Santander, los ingenieros Carlos Enrique Pérez Vega y Hernán Darío Rincón Granados, con la monografía "Aplicación de la metodología de mejora enfocada en el sistema de información (CMMS) de las unidades de generación de energía en el campo caño limón-Arauca de occidental Colombia", propusieron:

El trabajo está enfocado en el concepto de mejora continua como herramienta para la identificación, análisis y solución de pérdidas dentro de los procesos productivos y de gestión de la industria del petróleo, tomando de manera directa las necesidades de la empresa en su software de mantenimiento. Comenzando por la descripción del estado actual del sistema, la información relevante del programa y la descripción de las actividades de mantenimiento, las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo, donde se plantearon las posibles acciones resultantes en la aplicación de la mejora continua.

En el año 2009 en la Universidad Nacional de Colombia (Medellín) el ingeniero Daniel Gallego con la monografía "Diseño de un plan de mantenimiento para la lubricación de los equipos de la empresa COLANTA S.A. en Armenia. Se realizó con el objetivo de diseñar sistemas de lubricación eficiente y confiable para los

activos críticos de la compañía, en donde se evaluaron los diferentes tipos de lubricantes para los diferentes sistemas de los activos estandarizando los procesos de lubricación, lo cual generó disminución de las fallas no programadas, la mantenibilidad de los equipos y la contribución con el impacto ambiental. Se diseñó un plan de trabajo para la lubricación de equipos, lugares de almacenamiento, fichas de seguridad y cálculos pertinentes para las actividades de mantenimiento en lubricación.

En el año 2002, en la Universidad de la Sabana, el ingeniero Marco Antonio Molina Soles, con la monografía “Definición y planteamiento de indicadores de desempeño para facilitar y mejorar la gestión de mantenimiento como una actividad integral dentro de la organización Pride Colombia Servises”, propuso:

Una empresa se convierte en ser competitiva cuando analiza, observa y controla todas las variables resultantes de sus procesos optimizando sus recursos a través del mejoramiento continuo, donde se identifican las falencias que se presentan en las diferentes áreas donde se necesitara la mejora continua, el área de mantenimiento hoy en día para todas las organizaciones no es la excepción como la perciben algunos empresarios. La productividad y la disponibilidad de los activos están relacionados con el buen funcionamiento del área de mantenimiento y una planeación de las actividades acertadas para dar cumplimiento a los indicadores de mantenimiento. En el año 2007, en la Universidad Tecnológica de Pereira los ingenieros Silvia Martínez y Carlos Eduardo Peñuela, con la monografía “Diseño de un sistema de mantenimiento para equipos móviles de transporte de carga terrestre”, propusieron el diseño de procesos y procedimientos para el fortalecimiento del clima dentro del concepto de mantenimiento, la aplicación y la administración de procesos básicos como la reparación, inspección, lubricación, monitoreo de equipos y componentes. Todo esto enfocado a incrementar la mantenibilidad y confiabilidad de los equipos, por medio de los sistemas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo los cuales juegan el rol principal en la mayoría de empresas y plantas que planean y ejecutan el mantenimiento.

### **5.3.3 ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL**

En el año 2009, en la Universidad de Talca (Chile), los ingenieros Cigcia Alejandra Rojas Beltrán, Fernando Espinosa Fuentes, con la monografía “Diseño de un sistema de apoyo para la planificación del mantenimiento preventivo, basado en el impacto económico de la falla, para las máquinas de Central Pehuenche, Endesa S.A.”, propusieron:

Un diseño de un plan para gestionar las fallas críticas en el área de mantenimiento creando y desarrollando un programa Microsoft Access. Donde este programa busca analizar la criticidad de las Fallas que presentan los equipos más importantes en la compañía. El programa nace de la necesidad que tiene el departamento de mantenimiento de mejorar los historiales de fallas y costos de los equipos, los cuales no son entregados eficientemente por el sistema que tiene la empresa. Para desarrollar este programa se utilizó el método del Análisis de modos de fallos y efectos críticos, el cual presta gran ayuda para llevar historiales de equipos y así desarrollar estrategias que impidan la ocurrencia de dicha fallas.

En el año 2010, en la Universidad Católica de Cuenca (Ecuador) la Ingeniera Ana Carolina De La Cruz Ajoy, con la monografía “Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para el área de envasado de polvo detergente”, propuso:

Normalizar y flexibilizar los procedimientos de mantenimiento a cualquier producto o servicio, basando los estudios en la planeación de la estrategia de mantenimiento a desarrollar en cualquier compañía. En donde la prioridad se ha el correcto funcionamiento de los activos del área de envasado de polvo detergente, garantizando la disponibilidad, confiabilidad, aumento de la producción y cumplimiento de indicadores de los activos.

En el año 2014, en la Universidad Católica de Cuenca (Ecuador), el ingeniero Moisés Eduardo Tamariz Vélez, con la monografía “Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de Mirasol S.A.”, propuso:

El mantenimiento industrial se ha modificado según han pasado los años, de un proceso de inspección hasta lo que hoy conocemos como mantenimiento. El mantenimiento en una empresa es un proceso obligatorio que se debe seguir con la responsabilidad y con disciplina. Esto nos permite evitar el paro imprevisto de los equipos y del proceso de producción y un ahorro de costos, el mantenimiento realizado correctamente permite a la empresa una optimización de medios, mejorar el dominio de los costos, tener procedimientos estandarizados, seguimiento de máquinas y averías, eficiencia del talento humano, delegación de responsabilidad a los jefes de áreas, mejora de las relaciones con producción, más eficacia y rapidez en la ejecución de trabajos, mejor comunicación e integración de equipos.

En el año 2003, en la Universidad Mariano Gálvez (Guatemala), el ingeniero Walter Reynaldo Grijalva, con la monografía “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble”, dio a conocer un programa de las principales áreas de una planta de café soluble como: área de limpieza, tostados, molinos, extracción. El trabajo propone las diferentes actividades a realizar en las áreas, frecuencias de mantenimiento, talento humano, funciones del departamento de mantenimiento. A demás se diseñaron las fichas técnicas de los equipos, inspecciones de control, formato de repuestos etc, y se menciona el seguimiento al programa de mantenimiento y actualización de formatos.

En el año 2006, en la Universidad San Carlos de Guatemala, el Ingeniero Luis Roberto Pérez, con la monografía “Importancia de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para camiones livianos de doce toneladas” este documento expresa las razones por las cuales es importante efectuar el mantenimiento preventivo con base en los lineamientos del fabricante de esta manera se reducirán los costos de operación por kilometraje, talento humano calificado, uso de repuestos originales, capacitación del personal y una gestión eficiente en el desarrollo del mantenimiento preventivo y correctivo de camiones livianos de doce toneladas.

## 6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

**TABLA 1** Tipos de investigación comúnmente desarrolladas en el ámbito académico

Tipos de Investigación	Características
• Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
• Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio. Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
• Descriptiva	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
• Correlacionar	Da razones del porqué de los fenómenos.
• Explicativa	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
• Estudios de caso	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
• Seccional	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
• Longitudinal	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes
• Experimental	

NOTA: Estudio de caso analizando el proceso de mantenimiento preventivo en la máquina razim.

## **7. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **7.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

La información que se recopiló para el desarrollo de este proyecto se obtuvo de los registros de producción y las diferentes fallas que están ya definidas en la máquina por el departamento de mantenimiento, las fallas son:

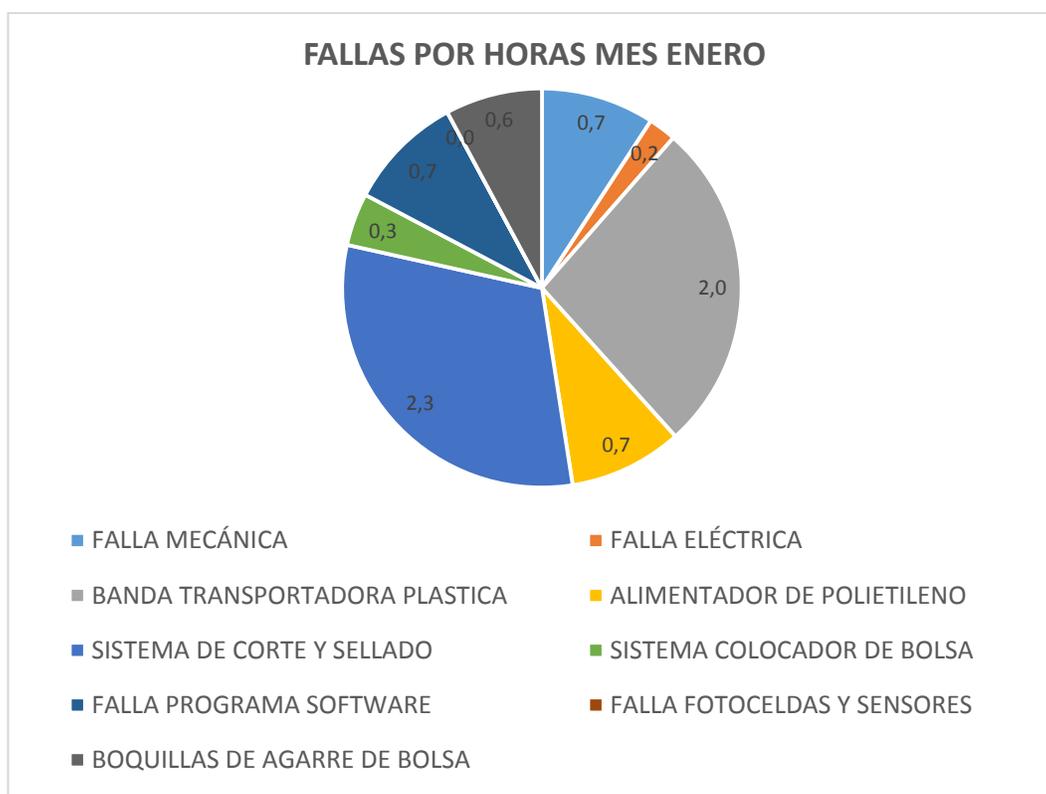
Fallas mecánicas, eléctricas, banda transportadora plástica, alimentadora de polietileno, sistema de corte y sellado, sistema colocador de bolsa, falla de programación de software, falla fotoceldas, sensores y boquilla de agarre de bolsa, donde diariamente en cada turno de trabajo de ocho horas si se presentan pérdidas de tiempo por alguna de las fallas antes mencionadas se registran en un formato donde se describe la falla que presenta el equipo, la hora de parada, la actividad de mantenimiento que se realiza y las novedades adicionales que se presentaron, se registra el tiempo de entrega del activo al departamento de producción y por último se firma el formato por parte del técnico de mantenimiento que atendió la falla de la máquina.

El ingeniero planeador es el responsable de registrar estos tiempos en la base de datos del software de mantenimiento y es el encargado de socializar esta información para poder realizar un plan de desarrollo para reducir los tiempos de parada que se están generando por las diferentes fallas, en ocasiones se presenta que el departamento de mantenimiento no tiene disponibilidad del activo por producción y se retrasan las actividades que se tenían programadas para la máquina, adicional faltan implementar tareas que no se tienen en el sistema y subsistema eléctrico.

## 7.2 ANÁLISIS DE DATOS

### GRÁFICO 1. FALLAS POR HORAS MES DE ENERO

En este gráfico ilustra las fallas de la máquina y los tiempos de parada (horas) más relevantes en el mes de Enero, la falla de sistema de corte y sellado es la más representativa con 2,3 horas en la semana, seguida de la falla banda transportadora con 2.0 horas en la semana. Esto significa que se debe evaluar las actividades de mantenimiento y ajustarlo para evitar recurrencia en estas fallas.

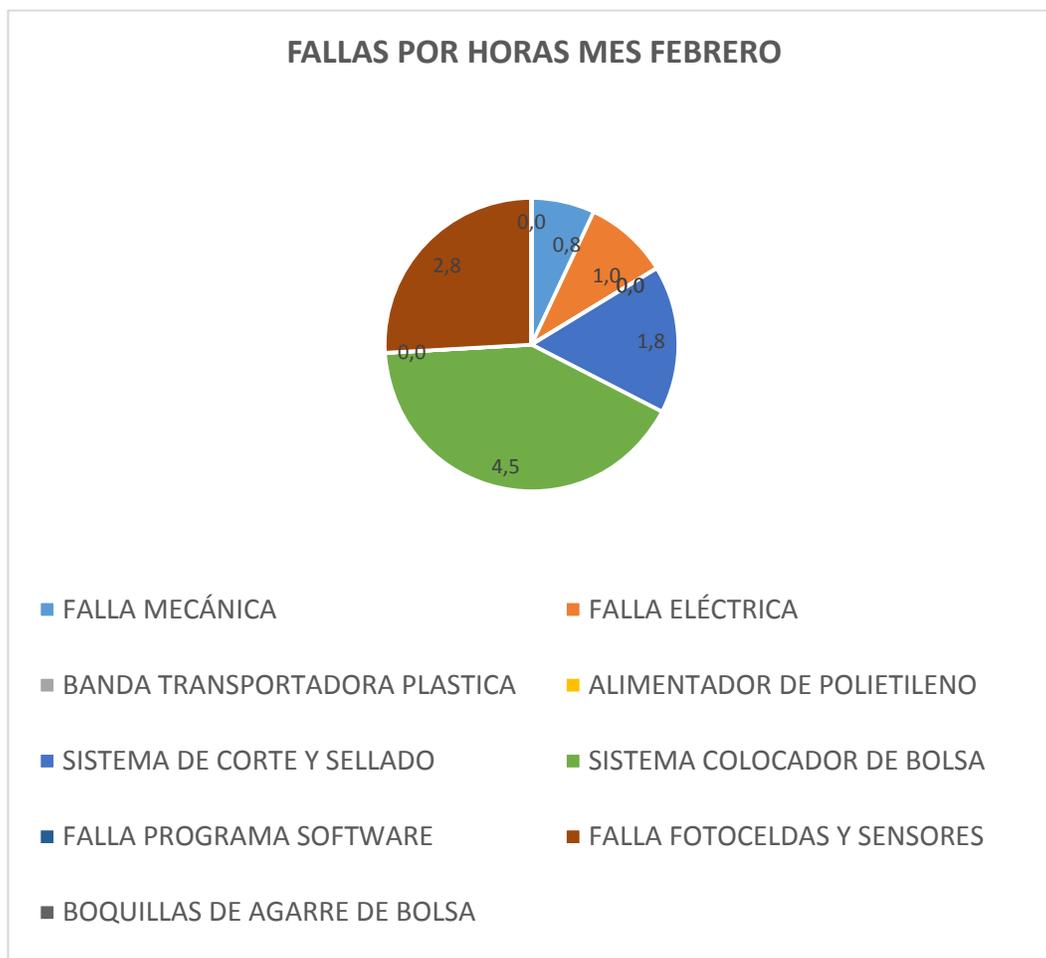


Fuente: los autores

### GRÁFICO 2. FALLAS POR HORAS MES DE FEBRERO

En el mes de Febrero las fallas más significativas fueron sistema colocador de bolsa con 4.5 horas, seguida de falla de fotoceldas y sensores con 2.8 horas, al revisar las actividades del sistema colocador de bolsa se evidencia una frecuencia muy alta para la programación de mantenimiento, se hace necesario

modificar las frecuencias de los componentes de una forma periódica y en la falla de fotoceldas y sensores se realiza una capacitación al personal técnico para conocer el funcionamiento del activo.



Fuente: los autores

## 7.3 PROPUESTA DE LA SOLUCIÓN

### 7.3.1 Propuesta de rutinas de mantenimiento.

**FIGURA 1. MÁQUINA EMBOLSADORA RAZIM**



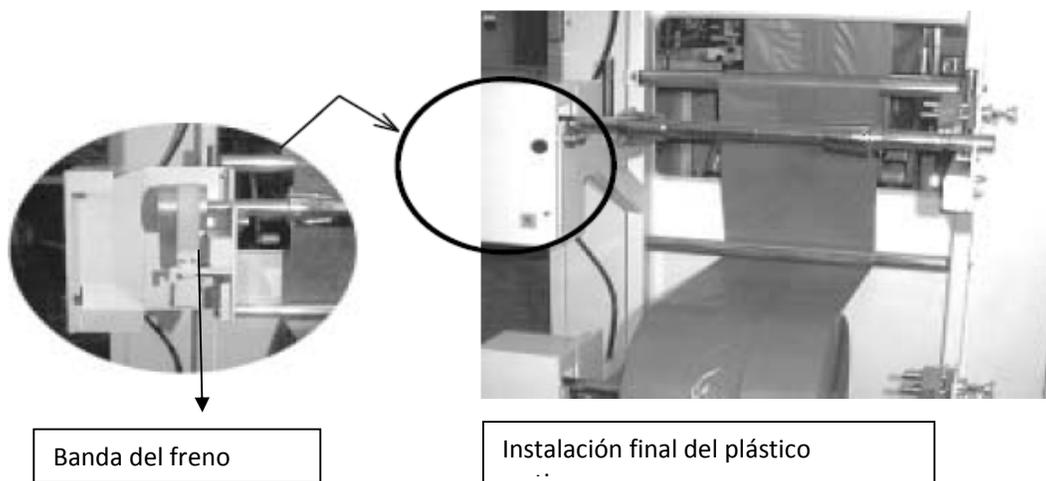
Fuente: [www.Pattyn.com](http://www.Pattyn.com)

**FIGURA 2. RODILLOS DE TENSION DE PLÁSTICO**



Fuente: [www.pattyn.com](http://www.pattyn.com)

**FIGURA 3. INSTALACIÓN DE PLÁSTICO EN MÁQUINA**



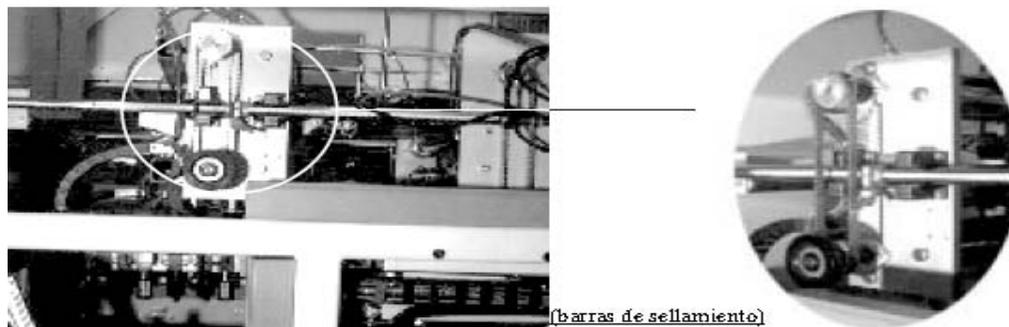
Fuente: [www.pattyn.com](http://www.pattyn.com)

**FIGURA 4. TRANSPORTADOR PLÁSTICO**

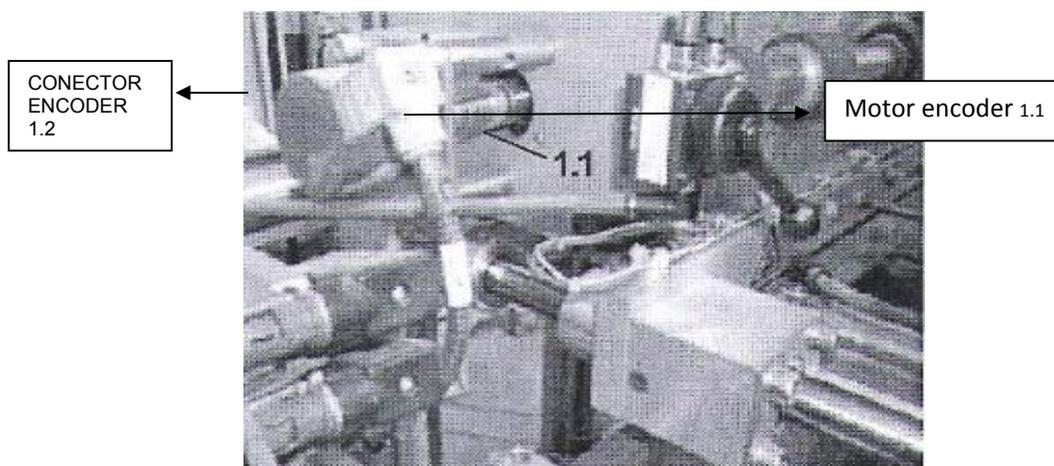


Fuente: [www.pattyn.com](http://www.pattyn.com)

**FIGURA 5. AJUSTE TAMAÑO DE LA BOLSA**



**FIGURA 6. COMPONENTES ELECTRICOS TRANSPORTADOR DE PLASTICO**



Fuente: [www.pattyn.com](http://www.pattyn.com)

**MÓDULO SISTEMA DE SELLADO DIAGONAL Y TRANSVERSAL**



Fuente : los autores

**FIGURA 8. MOTOR REDUCTOR**



Fuente: [www.sew-eurodrive.es/](http://www.sew-eurodrive.es/)

### **7.3.1.2. INSPECCIÓN MENSUAL**

- Realizar la limpieza exterior del motor, verificando que no halla presencia de grasa, humedad y aceite en caso de presentarse alguna de estas condiciones corregir de inmediato.
- Verificar que el motor presente una buena ventilación en el estator y comprobar que no existan recalentamientos anormales por su operación.
- Revisar la temperatura de operación del motor a plena carga con una pistola infrarrojo debe estar entre 45 y 50 grados centígrados en operación normal de funcionamiento.
- Comprobar con una pinza amperimétrica el consumo de corriente eléctrica según placa de características del fabricante del motor para garantizar el correcto funcionamiento.

### **7.3.1.3 INSPECCIÓN TRIMESTRAL**

- Verificar si rozan, cadenas, correas, bandas o poleas sobre las protecciones del motor.
- Comprobar el funcionamiento del motor con carga, en vacío, escuchar e identificar ruidos anormales.
- Verificar el estado de los rodamientos y el juego axial en el rotor del motor.
- Revisar y ajustar el estado de las conexiones eléctricas en la bornera del motor y en los componentes de control (contactor, breaker y guardamotor).

### **7.3.1.4 INSPECCIÓN SEMESTRAL**

- Realizar pruebas de aislamiento al estator del motor con el megger este se debe de encontrar entre 200 y 500 megas si esta fuera de estos rangos se debe enviar el motor para rebobinar.
- Realizar pruebas de continuidad y resistencia entre las bobinas del motor con ayuda del multímetro, las mediciones deben estar entre 1 y 2 ohmios esto garantizara que las bobinas estén equilibradas.
- Comprobar el estado de la carcasa, tornillos y tuercas de sujeción.

### **7.3.1.5 INSPECCIÓN ANUAL**

- Verificar lubricación de los rodamientos de ser necesario realizar el respectivo cambio.
- Realizar limpieza interna del estator del motor con desengrasante dieléctrico para retirar humedad, oxido, polvo etc.
- Comprobar el ajuste interno de las tapas del motor donde se alojan los rodamientos con un micrómetro de interiores según tolerancias del rodamiento.
- Verificar el balanceo del rotor con un comparador de caratula para garantizar su excentricidad.

**FIGURA 8. MOTOR ENCODER LINEAL**



Fuente: [www.sick.com](http://www.sick.com)

### **7.3.1.6 INSPECCIÓN TRIMESTRAL**

- Revisión del estado de las conexiones eléctricas, verificando el estado de las soldaduras de estaño de cada uno de los pines del conector y comprobar continuidad con el multímetro.
- Realizar limpieza general al encoder con aire seco, luego aplicar desengrasante dieléctrico en la parte exterior y por ultimo aplicar limpiador de contactos electrónico en los pines del conector para retirar humedad y posible formación de óxido en los pines.

### **7.3.1.7 INSPECCIÓN SEMESTRAL**

- Verificar el voltaje de salida del motor encoder y comprobar que su funcionamiento este correcto de acuerdo a la programación en su número de giros con respecto a los grados.

## FIGURA 9. RESISTENCIAS INDUSTRIALES



Fuente: [www.electrosilvania.com](http://www.electrosilvania.com)

### 7.3.1.8 INSPECCIÓN MENSUAL

- Verificar el estado físico de las resistencias si se evidencia alguna en mal estado realizar el cambio de inmediato.
- Revisar las resistencias con el multímetro tienen un valor aproximado de 180 y 200 ohmios si presentan un valor inferior a este realizar el cambio respectivo de las resistencias.
- Verificar el estado del cable de alimentación de las resistencias y ajustar el estado de las conexiones eléctricas.

### 7.3.1.9 INSPECCIÓN TRIMESTRAL

- Realizar el cambio de la cinta teflón de cada una de las resistencias para garantizar un sellado perfecto y uniforme. Comprobar la temperatura de las resistencias esta debe estar entre 120 y 130 grados centígrados.

## FIGURA 10. TERMOCUPLAS Y PIRÓMETROS



Fuente: [www.electrosilvania.com](http://www.electrosilvania.com)

### 7.3.1.10 INSPECCIÓN MENSUAL

- Revisión de las conexiones eléctricas, con el multímetro verificar el voltaje de salida debe estar entre 40 y 45 milivoltios por ser una termocupla tipo J, de existir una variación de esta medición realizar el cambio de la termocupla.
- Ajustar conexiones eléctricas en el pirómetro, medir con el multímetro los contactos, voltaje de alimentación, realizar limpieza general aplicando limpiador de contactos electrónico y verificar parámetros de configuración.

### 7.3.1.11 INSPECCIÓN TRIMESTRAL

- Revisión del estado físico de la termocupla verificando que no se encuentre golpeada o averiada de encontrarse en estas condiciones realizar el cambio de inmediato.
- Verificar la lectura indicada por la termocupla con un patrón de temperatura si existe variación de la lectura realizar ajustes en la configuración del pirómetro para garantizar la temperatura estable de 120 grados centígrados.

**FIGURA11. COMPONENTES DE FUERZA Y CONTROL (CONTACTORES)**



Fuente: [www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com)

### **7.3.1.12 INSPECCIÓN TRIMESTRAL**

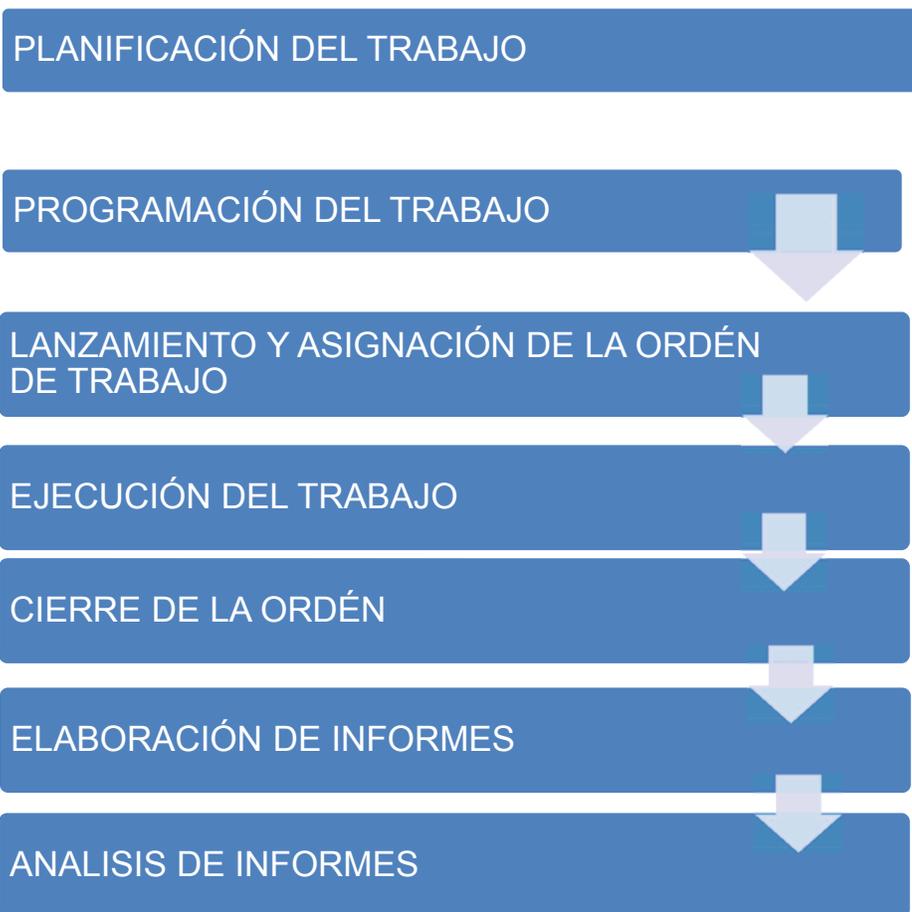
- Verificar el estado de los contactores que no presenten recalentamiento en sus contactos de ser así realizar el respectivo cambio.
- Realizar ajuste de conexiones en los contactos tanto de fuerza como de control.
- Revisar con el multímetro la continuidad de los contactos y comprobar que funcionen eléctricamente.

### **7.3.1.13 INSPECCIÓN ANUAL**

- Realizar revisión general de los contactores y mantenimiento de los contactos de fuerza y control, en caso de cambio de alguno de los contactos se deberán reemplazar en su totalidad los contactos o instalar un contacto nuevo.
- Realizar limpieza general de las partes del contacto como son la bobina, núcleo, carcasa, armadura, electroimán y aplicar limpiador de contactos electrónicos.
- Verificar el estado físico de las termocuplas, conexiones eléctricas, bulbo sensor

### **7.3.2 PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN**

El correcto cumplimiento de cada una de las etapas del flujo de trabajo de Mantenimiento, requiere del aporte de cierta información, contenida en los Documentos entrantes.



### 7.3.3 PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

En este punto crucial en el cual se da a partida al programa de mantenimiento, se desea crear e implementar un plan de trabajo con la intención de tenerlo como instrumento de planificación, concertando los recursos necesarios y suficientes para la ejecución de las tareas de mantenimiento.

El ingeniero de mantenimiento quien estará a cargo de la supervisión y ejecución del plan de mantenimiento, será quien realice la asignación de trabajos según su grado de complejidad y tiempos de entrega del activo a intervenir, como apoyo a este proceso nos apoyaremos en un tablero de control donde se registra que cantidad de trabajo se ha asignado y a que técnicos se ha asignado trabajo.

### 7.3.3.1 PROGRAMACIÓN DE TRABAJO

La programación de trabajo se pretende realizar por medio de una tabla donde se incluya la tarea de mantenimiento que se debe realizar, de acuerdo a esta tabla se pretende programar y generar las órdenes de trabajo.

### 7.3.3.2 CALENDARIO DE ACTIVIDADES

Una vez definido el formato se procede a generar el calendario anual de actividades, aquí se definen los trabajos según su frecuencia y el tiempo en que se realizarán.

PRODUCCION			FRECUENCIA			
			SEMANAS	MAYO	JUNIO	JULIO
	TRIMESTRAL		1	5 al 10	2 al 7	1 al 16
	SEMESTRAL		2	12 al 17	9 al 14	8 al 13
	ANUAL		3	19 al 24	16 al 21	15 al 20
	TRIMESTRAL		4	26 al 31	23 al 28	22 al 27
	SEMESTRAL		5			
	ANUAL		MENSUAL	5 al 31	2 al 28	1 al 27
embolzadora razim	trimestral					
	semestral					
	anual					

Trimestrales: Revisión y limpieza a tableros eléctricos

Semestrales: Servicio a tableros eléctricos, revisión y limpieza a motores eléctricos

Anuales: Servicio a motores eléctricos

Colores siguientes. Mecánicos

Semanales: Revisión Niveles de aceite

Mensuales: Lubricación a engranes expuestos

Trimestrales: Revisión de bandas, cadenas, transmisiones, etc.

Semestrales: Verificar estado de grasas y aceites en reductores, chumaceras y depósitos

Anuales: Pintura en general

Según el criterio para organizar el mes podrá llegar a tener hasta cinco semanas.

La forma de cómo realizar revisiones y servicios se verá en la sección de procedimientos.

### 7.3.3.3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

La ejecución del trabajo se llevara a cabo por medio de formatos especificando las rutinas de mantenimiento, esta realización de tareas será supervisada por el ingeniero a cargo del plan de mantenimiento

### FORMATO DE MANTENIMIENTO

PLAN DE MANTENIMIENTO				VIGENCIA MAYO 2014/26 JUNIO				
MAQUINA: EMBOLSADORA RAZIM								
ACTIVIDAD	REALIZÓ	FRECUENCIA	PERIODO		L1	L2	L3	OBSERVACIONES
SERVICIO A TABLEROS ELECTRICOS	ELECTRICO	SEMESTRAL	31 MAYO AL 26 JUNIO					
	ELCTRICO	TRIMESTRAL	31 MAYO AL 26 JUNIO					
TOMA LECTURAS DE CONSUMO DE CORRIENTE	N. MOTOR	PLACA L1	PLACA L2	PLACA L3	L1	L2	L3	
REVISAR ROZAMIENTOS EN BALEROS	PRICIPAL							
REAPRIETE DE TOENILLERIA	RODILLOS							
	CILINDROS							
	BOMBA DE VACIO							
	TRASPORTADOR							
VERIFICAR EL SISTEMA DE LUBRICACION Y VACIO	OPERADOR	DIARIO	31 AL 5	7 AL 12	14 al 19	21 al 26	0	
Nota : La grasa empleada en esta maquina es "Grado alimenticio" Chevron Epp NLGI 2								
LIMPIEZA GENERAL DE EMBOLSADORA RAZIM	OPERADOR	SEMANTAL	31 al 5	7 al 12	14 al 19	21 al 26	0	
VERIFICAR MOTORES	ELECTRICO	TRMESTRAL	NO APLICA					
VERIFICAR ESTADO DE BANDAS Y CADENAS	OPERADOR	TRIMESTRAL						
APLICAR PINTURA GENERAL	OPERADOR	ANUAL						

### 7.3.3.4. CIERRE DE LA ORDEN

El cierre de la orden lo ejecutara la persona que planifica el trabajo para llevar el control de las órdenes que se asignan y se cierran,

La orden se podrá cerrar únicamente con el visto bueno del ingeniero jefe de área esto para controlar y verificar que los trabajos realizados se hayan realizado con los parámetros de calidad y tiempos de ejecución deseados.

### 7.3.3.5. ELABORACIÓN DE INFORMES

Culminados los trabajos de mantenimiento cada semana, el ingeniero jefe de área será el encargado de realizar el informe de la ejecución de mantenimiento

este debe crear un informe en Excel especificando numero de ordenes abiertas, cerradas estado de activos.

Para entregar a la junta para su respetivo análisis.

- ✓ Cada etapa del flujo de trabajo de mantenimiento genera información, contenida en los documentos salientes, la cual será necesaria para llevar a cabo otras etapas. Así, tenemos la siguiente tabla:

DOCUMENTOS DE LA FASE PREPARATORIA	ESTUDIAR DEFINIR	PLAN PREVENTIVO
REALIMENTACIÓN DE INFORMACIÓN	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	PROCEDIMIENTOS
PROCEDIMIENTOS	PREVENTIVO	LISTA DE REPUESTOS
OTRA INFORMACIÓN ESPECIFICA DE LA PLANTA	REPUESTOS ESTIMACIÓN DE RECURSOS	RECURSOS REQUERIDOS
PETICIONES DE INTERVENCIÓN	PLANIFICACIÓN DE TRABAJO	
PROCEDIMIENTOS	LISTA ORDENADA DE TRABAJOS SEGÚN	HOJA DE PLANIFICACIÓN
REALIMENTACIÓN DE INFORMACIÓN	PROGRAMACIÓN DE TRABAJO	
HOJA DE PLANIFICACIÓN	FECHA DE COMIENZO Y FIN DE CADA TRABAJO.	PLANIFICACIÓN DE MTTO.
REPUESTOS DE ALMACÉN	ASIGNACIÓN DE RECURSOS	
HERRAMIENTAS DISPONIBLES		
RR.HH. DISPONIBLE		
PROCEDIMIENTOS		
INFO. PROCEDENTE DE LA FASE PREPARATORIA		
ORDEN DE TRABAJO	INTERVENCIÓN FÍSICA EN LAS INSTALACIONES.	ORDEN DE TRABAJO

### 7.3.3 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Los datos e información es útil para tomar decisiones. Para conocer la marcha del departamento de mantenimiento, decidir si debería realizar cambios o determinar algún aspecto concreto, debemos definir una serie de parámetros que nos permitan evaluar los resultados que se están obteniendo en el área de mantenimiento. A partir de una serie de datos obtendremos una serie de indicadores en los que se basara para tomar decisiones sobre la evolución del mantenimiento.

#### 7.3.3.1 DISPONIBILIDAD

Es el indicador más importante para el desarrollo del programa de mantenimiento, este análisis se pretende dividir el nº de horas que la máquina embolsadora y los demás activos, (independientemente) han estado disponibles para producir y el nº de horas totales del periodo de trabajo.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

En esta planta la organización de los activos esta planteado en una línea de producción donde cada activo cumple un papel significativo para el éxito y desarrollo de la producción.

Una vez obtengamos la disponibilidad de cada uno de los equipos significativos, pretendemos calcular la media aritmética, para obtener la disponibilidad total de la planta.

$$\text{Disponibilidad total} = \frac{\sum \text{Disponibilidad de equipos significativos}}{\text{N}^\circ \text{ de equipos significativos}}$$

Como uno de los objetivos de este trabajo es realizar una gestión de activos, se hace muy importante poder controlarse por medio de indicadores, temas como apertura y cierre de órdenes, ejecución de los trabajos solicitados y requeridos.

### **El número de Órdenes de trabajo generadas en un periodo determinado**

Es un indicador muy fiable sobre la carga de trabajo en un periodo, las órdenes de trabajo de una hora pueden agruparse en una sola orden de trabajo con un concepto más amplio. Además, es posible estimar el rendimiento de la plantilla a partir del número de órdenes de trabajo.

### **El número de Órdenes de trabajo acabadas**

Es útil conocer cuál es el número de órdenes de trabajo acabadas, sobre todo en relación al número de órdenes generadas. Es muy importante, como siempre, seguir la evolución en el tiempo de este indicador.

### **Proporción de coste de la Mano de Obra de Mantenimiento**

Este indicador lo obtendríamos de horas empleadas en mantenimiento entre el costo total de la mano de obra:

$$\text{Coste de hora medio} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de mantenimiento}}{\text{Coste total de la mano de obra de mantenimiento}}$$

### **Consumo de materiales**

Se pretende medir el consumo de repuestos y consumibles en actividades propias de mantenimiento en relación con el consumo total de materiales. Este dato puede ser importante cuando el consumo de materiales del almacén de repuesto adicionales a la actividad de mantenimiento (mejoras, nuevas instalaciones, etc).

$$\% \text{ Consumo materiales en mantenimiento} = \frac{\text{Valor de materiales consumidos para mantenimiento}}{\text{Valor total del material consumido}}$$

## **8. FUENTES DE OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **8.1 FUENTES PRIMARIAS**

La empresa fue la fuente de información originaria para este proyecto es una empresa de alimentos dedicada a la producción, empaque y distribución de margarinas y aceites a nivel nacional.

### **8.2 FUENTES SECUNDARIAS**

Como fuentes de información secundaria suministradas por la empresa están: el manual de servicio y repuestos de la máquina embolsadora Razim

Además, hizo un aporte fundamental con el historial de fallas. Adicionalmente, la empresa puso a disposición los diferentes técnicos que allí trabajan para suministrar al proyecto la diferente información que fuera importante.

Otro tipo de fuente de información secundaria fue las páginas web consultadas como fuente de información entre ellas google.

## 9. COSTOS

### 9.1 COSTO DEL MANTENIMIENTO

El propósito principal para la implementación de este programa de mantenimiento es la reducción en los costos del mantenimiento y paradas inesperadas de la maquinaria que sin duda alguna generan grandes pérdidas económicas. Afectando la calidad del producto, tiempos de respuesta a pedidos, de este modo se ve la necesidad de plantear un muy buen programa de mantenimiento para que de manera conveniente y oportuna se dé respuesta a estas necesidades.

Dentro de este plan de mantenimiento se debe tener en cuenta la gestión de los costos de dicho mantenimiento se deben evaluar los costos de la implementación de este mantenimiento preventivo y costos administrativos.

#### 9.1.1 COSTOS DE MANTENIMIENTO EQUIPOS Y MATERIAL

Los costos de las equipos y material necesarios para realizar los mantenimientos preventivos en la maquina embolsadora RAZIM.

	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Subtotal
<b>2. Equipos y Material</b>				
2.1 Compra equipos para diagnostico eléctrico	Multímetros	2	220.000	440.000
2.2 Equipos informáticos	computador	1	1.000.000	1.000.000
2.3 Instrumento de medición temperatura	Termocupla	1	30.000	30.000
2.4 Instrumento de medición temperatura	Pistola Infrarroja	1	250.000	250.000
2.5 Maquinaria, herramientas	caja de herramienta	2	850.000	1.700.000
2.6 Otros (especifíquese)	pinza amperimetrica	1	200.000	200.000
<b>Subtotal Equipos y Material</b>				<b>3.620.000</b>

### 9.1.2 COSTOS DE CAPACITACION

Los costos para la implementación del mantenimiento preventivo involucran Capacitaciones y entrenamiento.

	Periodizad /descripción	Cantidad	Costo unitario	Subtotal
<b>3. Otros costos y servicios</b>				
3.1 Capacitaciones	4meses/Varios temas	1	600.000	600.000
3.2 Entrenamiento intervenciones a la maquina	3meses	1	1.200.000	1.200.000
3.3 Imprevistos de mantenimiento	por mes	Indeterminado	Indeterminado	
<b>Subtotal Otros Costes/Servicios</b>				<b>1.800.000</b>

### 9.1.3 COSTOS DE MANO DE OBRA

Los costos de mano de obra en la implementación del programa de mantenimiento son muy importantes, podemos controlar y calcular los costos de una manera conveniente.

Gastos	Periódica	# de horas al mes	Costo hora/hombre	Subtotal
<b>1. Recursos Humanos</b>				
1.1 Ingeniero de mantenimiento	Por mes	240	12500,00	3000000,00
1.2 Instrumentista	Por mes	240	8334,00	2.000.160
1.3 Técnico electromecánico	Por mes	240	7084,00	1.700.160
1.4 Planificador de mantenimiento	Por mes	240	5000,00	1.200.000
<b>Subtotal Recursos Humanos</b>				<b>7.900.320</b>

## 9.2 COSTOS DE REPUESTOS PARA EL MANTENIMIENTO.

DESCRIPCION PRODUCTO	CANTIDAD	COSTO
ACEITE HIDRAULICO (LITRO)	1/4 L	\$ 18.500
CINTA TEFLON ( ROLLO UNID)	1	\$ 2.000
ESTAÑO ( RODETE UNID)	1	\$ 2.000
DESENGRASANTE DIELECTRICO (GAL)	1GAL	\$ 90.000
LIMPIADOR DE CONTACTOS ELECTRONICO ( SPRAY)	1	\$ 15.000
GRASA LIQUIDA ( SPRAY)	1	\$ 12.000
GRASA (LIBRA)	1	\$ 35.000
MATERIAL ABSORBENTE (PAPEL LIMPIEZA)	1	\$ 76.000
RESINAS ANAEROBICAS (COJIN)	2	\$ 23.000
PRODUCTO DE LIMPIEZA PARA ACERO INOXIDABLE ( SPRAY)	3	\$ 23.000
GRASA PARA CONTACTOS ELECTRICOS ( COJIN)	1	\$ 11.500
FILTRO PARA SISTEMA HIDRAULICO ( UNID.)	2	\$ 5.600
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 298.600</b>

Los beneficios económicos serán calculados para un periodo de 12 meses con el fin de establecer la rentabilidad de la implantación de la propuesta de aplicación de determinados procesos de mantenimiento preventivo.

### Beneficios económicos

BENEFICIO	AHORRO
Con la implementación del programa de mantenimiento se pueden reducir hasta un 45% los costos de mantenimiento lo cual estaba generando un costo anual de \$25.000.000	\$ 11.250.000
Los tiempos de paradas por causas de mantenimientos o reparaciones de la maquina RAZIM, los cuales estaban generando un costo anual de \$15.000.000 aplicando algunas herramientas de mantenimiento preventivo disminuyen en un 40%	\$ 6.000.000
Disminución de desgaste forzado en repuestos del activo. El costo aproximado de repuestos averiados por causa de no ejecución de mantenimientos a tiempo generan un costo en repuestos anual de \$12.000.000 aplicando el plan de mantenimiento disminuyen en un 30%.	\$ 3.600.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 20.850.000</b>

### 9.3 CÁLCULO DE ROI

El retorno de la inversión, muestra un porcentaje que es la consecuencia de comparar los resultados obtenidos con la inversión realizada que se obtendrá con la adecuación del plan de mantenimiento existente.

$$ROI = \frac{(\text{Beneficio obtenido} - \text{inversión})}{\text{inversión}} * 100$$

Con base en la formula anterior, se procede a realizar el cálculo del retorno para el plan de mantenimiento de la máquina embolsadora Razim.

Inversión total: \$ 13,618.320

Beneficio obtenido: \$ 20.850.000

$$(20,850,000 - 13,618,320)$$

$$ROI = \frac{\text{-----}}{13,618,320} * 100$$

$$ROI = 53,102 \%$$

## 10. TALENTO HUMANO

A través de este proyecto se han aplicado el plan de mantenimiento preventivo para determinar las actividades óptimas de mantenimiento para la máquina embolsadora razim.

Gracias al desarrollo del trabajo se podrán ver beneficiados, por ejemplo, los estudiantes de programas de pregrado y posgrado afines a la ingeniería mecánica y la gerencia de mantenimiento interesados en la aplicación del mantenimiento preventivo o que busquen información que se encuentre relacionada con máquinas embolsadoras y sus diferentes sistemas y subsistemas.

También se beneficiarán las empresas que tengan entre sus activos este tipo de embolsadoras porque a través del proyecto se profundizó en información privilegiada que no está disponible al público y que fue de gran ayuda para obtener resultados confiables. De esta manera, se logró determinar cuáles son las actividades óptimas de mantenimiento para este tipo de activos. Entonces, las empresas optimizarán sus actividades de mantenimiento obteniendo así mejores rendimientos en sus activos.

Finalmente, se podría decir que será el gerente de la empresa será quien más se beneficie del desarrollo de este proyecto porque su razón social corresponde al mantenimiento de maquinaria industrial, principalmente de máquina embolsadora Razim. Además, se les socializarán los resultados que se hayan encontrado a lo largo del proceso de investigación en retribución a la información que fue suministrada por la empresa y su colaboración en el proceso.

## **CONCLUSIONES**

1. Cada integrante de la compañía debe conocer la política y los objetivos Integrados de gestión del activo. Esto se respalda con el cumplimiento de indicadores de confiabilidad y disponibilidad del equipo en operación.
2. Los responsables de cada área se asegurarán, sobre la base de las actividades diarias de su personal, el cumplimiento de la política y objetivos para lograr el plan estratégico de mantenimiento.
3. El Coordinador del programa de mantenimiento es el responsable de la actualización y de la documentación que se genere con la implementación del programa de mantenimiento preventivo de la máquina Razim.
4. Dar estricto cumplimiento a las tareas de mantenimiento preventivo de acuerdo a la frecuencia programada y tiempos de ejecución de las diferentes tareas que garantizaran el buen funcionamiento del equipo.

## RECOMENDACIONES

1. Describir de manera sencilla y de fácil entendimiento la política y objetivos integrados, ya que es el norte por el cual todo el sistema de gestión encaminará su mejora continua y deberá ser entendido por toda la organización.
2. Cuando se genera una acción preventiva no solo se está cumpliendo con los requisitos del programa, sino que se genera una trazabilidad de información importante. Por un lado, se tiene que analizar las causas (lo cual implica reuniones de coordinación), implementar acciones (lo cual genera también reuniones de coordinaciones) y finalmente verificar que la acción ha sido eficaz. Se recomienda generar acciones que realmente satisfagan el cierre de las no conformidades detectas, lo cual puede solucionarse con la implementación de acciones preventivas.
3. Es absolutamente necesario que se entienda que una empresa es un caso extremadamente particular, podemos decir entonces que un plan de mantenimiento debe estar basado en varias facetas diferentes, por tal motivo se recomienda no buscar la solución en un solo método de gestión.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- GARCÍA BARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid, Ed. Díaz de santos S.A. 2003. 1p.
- REY SACRISTÁN Francisco, Manual de Mantenimiento Integral en la Empresa, Editorial Fundación Confemetal, Príncipe de Vergara, 2001.
- MESA DARÍO, ORTIZ YESID Y PINZÓN MANUEL. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento.
- FRANCISCO JAVIER GONZALEZ FERNANDEZ, Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Editorial *FC Editorial*.

## **CIBERGRAFÍA**

- Buscador de significados: <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>

- <http://www.monografias.com/trabajos94/costos-mantenimiento-y-parada-planta/costos-mantenimiento-y-parada-planta.shtml>
- [http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163 - 2 Capi 1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163_-_2_Capi_1.pdf)
- [http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/elaboracion+de+planes+d+e+mantenimiento.](http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/elaboracion+de+planes+d+e+mantenimiento)