


Caracas, Junio 2004

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los Bachilleres: Báez A. Paúl A. y Caraballo R. Camlett J., titulado:

**“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UNA INDUSTRIA TEXTIL BASADO EN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL UTILIZANDO UN SISTEMA COMPUTARIZADO”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico.

  
Prof. Alfonso Quiroga.  
Jurado

  
Prof. Raffaele D'Andrea.  
Jurado

  
Prof. José Luis Perera.  
Tutor Académico



# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UNA INDUSTRIA TEXTIL BASADO EN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL UTILIZANDO UN SISTEMA COMPUTARIZADO**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

Por: Br. Báez A., Paúl A.

Br. Caraballo R., Camlett J.

Para Optar al Título de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2004

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UNA INDUSTRIA TEXTIL BASADO EN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL UTILIZANDO UN SISTEMA COMPUTARIZADO**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. José Luis Perera.

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Douglas Montes de Oca

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

Por: Br. Báez A., Paúl A.

Br. Caraballo R., Camlett J.

Para Optar al Título de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2004

**Báez Alvarado, Paúl Alexander  
Caraballo Rivas, Camlett Justina**

**DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA  
UNA INDUSTRIA TEXTIL BASADO EN MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL UTILIZANDO UN SISTEMA  
COMPUTARIZADO**

**Tutor Académico: Prof. José Luis Perera. Tutor Industrial: Ing. Douglas  
Montes de Oca. Tesis. Caracas 2004, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de  
Ingeniería Mecánica. 169 pgs.**

**Palabras claves: TPM, Mantenimiento, Productividad, Efectividad Global, MP2**

El presente trabajo fue elaborado en la planta de elaboración de tejidos Textilana, S.A. ubicada en Las Tejerías, estado Aragua, con el propósito de desarrollar un nuevo plan de mantenimiento para el sistema productivo, basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM) que mejorará la antigua gestión de mantenimiento haciendo más eficiente la planta. Se implementó la herramienta computarizada MP2 con la cual se espera administrar de una manera óptima la información, traduciéndose en notables mejoras de la productividad y disponibilidad de los equipos, así como lograr una programación eficaz de las tareas y reduciendo de este modo las paradas no programadas, aumentando la vida útil de los equipos y al mismo tiempo se logrará optimizar los costos de mantenimiento y la efectividad global de la empresa.

## **DEDICATORIAS**

Este trabajo, junto a mis logros se lo dedico a la pareja que ha hecho de mi quien soy. Ellos me han guiado y orientado en todo momento manteniendo muy en claro como son las cosas.

Después de estas palabras que salen de lo más profundo de mi corazón es de suponer que hablo de unas personas tan bellas y especiales como lo son mis padres...

Los amo,

Paúl Alexander

A las personas que amo inmensamente:

Mis padres, por haberme dado las herramientas necesarias para realizarme como persona, gracias por todos los valores y principios que me han inculcado para llegar a ser lo que soy hoy.

Mis hermanos, Denise, Tisha y Orlando que me han apoyado y motivado a luchar en los momentos más difíciles de mi vida y mi carrera universitaria.

Miguel, mi cuñi que siempre ha estado justo en el momento indicado para brindarme su ayuda y amor incondicional.

Gracias por hacer que todo en mi vida valga la pena.

Camlett Caraballo

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, por apoyarme y acompañarme en todo momento.

A los ingenieros, Douglas Montes de Oca, José Luis Perera y Alfonso Quiroga por servir de guía y colaborar con sus conocimientos para la elaboración de este proyecto.

A todo el personal de Textilana, S.A., por prestarme su valiosa colaboración.

A todos aquellos que hicieron posible este trabajo, que confiando en mi me brindaron su apoyo y su colaboración.

A mis amigos del Cole, por enseñarme lo que significa una verdadera amistad.

A mis amigos de la Universidad, por apoyarme y ayudarme en los momentos difíciles.

A mis hermanos, por su confianza y amistad...

Paúl Alexander

Agradezco a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo:

Al Prof. José Luis Perera. Tutor Académico. Por habernos guiado y motivado durante la realización de nuestro trabajo especial.

Al Prof. Alfonso Quiroga. Por su valiosa colaboración y orientación a lo largo de este proyecto.

Al Ing. Douglas Montes De Oca, Tutor Industrial. Por su confianza y apoyo durante el desarrollo de este trabajo. Y por habernos brindado esta valiosa oportunidad.

A todo el personal que labora en Textilana S.A., por su total disposición y valiosa colaboración durante nuestra permanencia en esta empresa.

A mi compañero de tesis, por ser primero que todo un buen amigo y por saberme entender en los momentos críticos.

A la familia Báez Alvarado por todo el cariño y apoyo que me han brindado durante este tiempo.

A mis “AMIGOS” incondicionales gracias por compartir conmigo todo lo que son, por haber estado allí siempre que los he necesitado. Han hecho que estos años hayan sido los más lindos e inolvidables.

Camlett Caraballo



# ÍNDICE

<b>Resumen</b>	<b>i</b>
<b>Dedicatorias</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>iv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>I</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>3</b>
<b>1. - Planteamiento del problema</b>	<b>3</b>
<b>1.1. -Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1.- Objetivo General</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2. - Objetivos específicos</b>	<b>4</b>
<b>1.2 - Alcances</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO II</b>	<b>5</b>
<b>2.- Descripción de la Empresa</b>	<b>5</b>
<b>2.1.- TEXTILANA, S.A.</b>	<b>5</b>
<b>2.2.- Visión de la Empresa</b>	<b>5</b>
<b>2.3.- Misión de la Empresa</b>	<b>6</b>
<b>2.4.- Objetivos de la Empresa</b>	<b>6</b>
<b>2.5.- Descripción de la Organización</b>	<b>6</b>
<b>2.6.- PRINCIPIOS TEXTILES</b>	<b>9</b>
<b>2.6.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS TEJIDOS</b>	<b>10</b>
<b>2.6.2.- LAS FIBRAS TEXTILES</b>	<b>11</b>
<b>2.6.2.1.- Clasificación:</b>	<b>11</b>

<b>2.6.3.- La Lana</b>	<b>12</b>
<b>2.6.3.1.- Pelos y Lana</b>	<b>12</b>
<b>2.6.4.- Origen</b>	<b>12</b>
<b>2.6.5.- Aspecto</b>	<b>13</b>
<b>2.6.6.- Longitud</b>	<b>13</b>
<b>2.6.7.- Clasificación</b>	<b>13</b>
<b>2.6.8.- Propiedades</b>	<b>13</b>
<b>2.6.9.- Tipos</b>	<b>13</b>
<b>2.6.10.- Utilización</b>	<b>14</b>
<b>2.6.11.- Denominaciones</b>	<b>14</b>
<b>2.6.11.1.- Pura Lana Virgen</b>	<b>14</b>
<b>2.6.11.2.- Estambre</b>	<b>14</b>
<b>2.6.11.3.- Lambswool</b>	<b>14</b>
<b>2.6.11.4.- Woolmark</b>	<b>14</b>
<b>2.6.11.5.- Woolmark Blend</b>	<b>14</b>
<b>2.6.11.6.- Wool Blend</b>	<b>14</b>
<b>CAPITULO III</b>	<b>15</b>
<b>3. - MARCO TEÓRICO</b>	<b>15</b>
<b>3.1. -Definiciones fundamentales</b>	<b>15</b>
<b>3.1.1. -Falla</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2 -Equipo</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2 - Período de Vida de un Equipo o Sistemas de Equipos</b>	<b>15</b>

<b>3.1.2.1. - Período de Arranque</b>	<b>16</b>
<b>3.1.2.2. - Período de Vida Útil</b>	<b>16</b>
<b>3.1.2.3. - Período de Envejecimiento Rápido</b>	<b>17</b>
<b>3.2.-Funciones del personal de mantenimiento</b>	<b>17</b>
<b>3.3.- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad MCC.</b>	<b>18</b>
<b>3.3.1.- Selección de equipos críticos</b>	<b>19</b>
<b>3.3.2.- Equipos Críticos. AMEF y ACMEF</b>	<b>20</b>
<b>3.3.3. Política de mantenimiento para las fallas de los equipos críticos</b>	<b>20</b>
<b>3.4 – Mantenimiento</b>	<b>21</b>
<b>3.4.1. - Tipos de Mantenimiento</b>	<b>21</b>
<b>3.4.1.1. - Mantenimiento Preventivo</b>	<b>21</b>
<b>3.4.1.1.1.- Tipos de Mantenimiento Preventivo</b>	<b>22</b>
<b>3.4.1.1.1.1.- Mantenimiento Preventivo por Estado</b>	<b>22</b>
<b>3.4.1.1.1.2.- Mantenimiento Preventivo por Tiempo</b>	<b>22</b>
<b>3.4.1.1.1.3. - Mantenimiento Periódico o Sistemático</b>	<b>22</b>
<b>3.4.1.2. - Mantenimiento Correctivo</b>	<b>23</b>
<b>3.4.1.2.1.- Mantenimiento Paliativo o de campo (de arreglo)</b>	<b>23</b>
<b>3.4.1.2.2.-Mantenimiento curativo (de reparación)</b>	<b>23</b>
<b>3.4.1.3 - Mantenimiento de Ronda o Inspección</b>	<b>23</b>
<b>3.4.2- Indicadores de Gestión de Mantenimiento</b>	<b>24</b>
<b>3.4.2.1.- Disponibilidad (D)</b>	<b>24</b>
<b>3.4.2.1.1.- Tipos de Disponibilidad</b>	<b>24</b>

<b>3.4.2.1.2- Disponibilidad genérica</b>	<b>25</b>
<b>3.4.2.1.3.- Disponibilidad intrínseca (Di)</b>	<b>25</b>
<b>3.4.2.1.4.- Disponibilidad alcanzada (Da)</b>	<b>25</b>
<b>3.4.2.1.5.- Disponibilidad operacional (Do)</b>	<b>26</b>
<b>3.4.2.2.- Confiabilidad (C)</b>	<b>26</b>
<b>3.4.2.3.- Mantenibilidad (M)</b>	<b>27</b>
<b>Las políticas de aprovisionamiento:</b>	<b>27</b>
<b>Las políticas de recursos humanos</b>	<b>28</b>
<b>Factores de selección</b>	<b>28</b>
<b>Factores de entrenamiento</b>	<b>28</b>
<b>CAPITULO IV</b>	<b>28</b>
<b>4.- Mantenimiento Productivo Total</b>	<b>29</b>
<b>4.1.- Definiciones Generales</b>	<b>29</b>
<b>4.1.1.- Just-in-time (JIT)</b>	<b>29</b>
<b>4.1.2.- Calidad Total</b>	<b>29</b>
<b>4.1.2.1.- Diagrama de Ishikawa</b>	<b>30</b>
<b>4.1.3.- Mantenimiento Autónomo</b>	<b>30</b>
<b>4.1.3.1.- Objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo</b>	<b>31</b>
<b>4.2.- Definición de Mantenimiento Productivo Total</b>	<b>31</b>
<b>4.3. -Objetivos del TPM</b>	<b>33</b>
<b>4.3.1- Objetivo General</b>	<b>33</b>
<b>4.3.2. - Objetivos Estratégicos</b>	<b>33</b>

<b>4.3.2.1.- Mejorar la efectividad del equipo</b>	<b>33</b>
<b>4.3.2.2.- Desarrollar el mantenimiento autónomo</b>	<b>33</b>
<b>4.3.2.3.- Mantenimiento planeado</b>	<b>33</b>
<b>4.3.2.4.- Objetivos Operativos</b>	<b>34</b>
<b>4.3.2.5.- Objetivos Organizativos</b>	<b>34</b>
<b>4.3.3. Alcances</b>	<b>34</b>
<b>4.4.- Origen del TPM</b>	<b>35</b>
<b>4.5.- Evolución del mantenimiento hasta la implantación del TPM</b>	<b>36</b>
<b>4.6.- Implantación del programa TPM</b>	<b>38</b>
<b>4.6.1.- Formación y entrenamiento del personal productivo y de mantenimiento</b>	<b>38</b>
<b>4.6.2.- Etapas de la implantación de un programa TPM</b>	<b>39</b>
<b>4.6.2.1.- Fase de preparación</b>	<b>39</b>
<b>4.6.2.1.1- Etapa 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar el TPM</b>	<b>40</b>
<b>4.6.2.1.2.- Etapa 2: Información sobre el TPM</b>	<b>41</b>
<b>4.6.2.1.3.- Etapa 3: Estructura promocional del TPM</b>	<b>41</b>
<b>4.6.2.1.4.- Etapa 4: Establecer Políticas básicas TPM y fijar objetivos</b>	<b>42</b>
<b>4.6.2.1.5.- Etapa 5: Desarrollo de un plan maestro TPM</b>	<b>42</b>
<b>4.6.2.2.- Fase de Introducción</b>	<b>43</b>
<b>4.6.2.2.1.- Etapa 6: Arranque del TPM</b>	<b>43</b>
<b>4.6.2.3.- Fase de Implantación</b>	<b>43</b>
<b>4.6.2.3.1.- Etapa 7: Mejorar la efectividad del equipo</b>	<b>43</b>
<b>4.6.2.3.2.- Etapa 8: Establecer un programa de mantenimiento autónomo</b>	<b>44</b>

<b>4.6.2.3.3.- Etapa 9: Establecimiento de un programa de mantenimiento planificado</b>	<b>44</b>
<b>4.6.2.3.4.- Etapa 10: Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento</b>	<b>44</b>
<b>4.6.2.3.5.- Etapa 11: Creación de un programa de gestión temprana de equipos</b>	<b>44</b>
<b>4.6.2.3.6.- Etapa 12: Consolidación del TPM y elevación de los objetivos</b>	<b>45</b>
<b>4.7.- Prevención de Averías</b>	<b>45</b>
<b>4.8.- Eficiencia global de los equipos</b>	<b>45</b>
<b>CAPITULO V</b>	<b>48</b>
<b>5.- Diagnóstico del Mantenimiento de la Empresa</b>	<b>48</b>
<b>5.1.- Evaluación cualitativa</b>	<b>48</b>
<b>5.1.1.- Fortalezas</b>	<b>48</b>
<b>5.1.2.- Debilidades</b>	<b>49</b>
<b>5.2.- Evaluación cuantitativa</b>	<b>51</b>
<b>CAPITULO VI</b>	<b>54</b>
<b>6.- Desarrollo de los planes de mantenimiento</b>	<b>54</b>
<b>6.1.- Recolección de Información</b>	<b>54</b>
<b>6.2.- Análisis de criticidad</b>	<b>55</b>
<b>6.2.1.- AMEF y Criticidad</b>	<b>59</b>
<b>6.2.2.- Selección de Tareas</b>	<b>60</b>
<b>6.3.- Programas de mantenimiento</b>	<b>64</b>
<b>6.4.- Organización de las paradas de planta</b>	<b>64</b>
<b>6.1.1.-Implantación de Órdenes de Trabajo</b>	<b>66</b>
<b>6.4.- Codificación de Sistemas</b>	<b>69</b>

<b>CAPITULO VII</b>	<b>73</b>
<b>7.- Descripción del Proyecto S.O.L.</b>	<b>73</b>
<b>7.1- Implantación del Proyecto SOL.</b>	<b>75</b>
<b>7.2.- Objetivo General</b>	<b>76</b>
<b>7.2.1.- Objetivos Específicos</b>	<b>76</b>
<b>7.3.- Puntos Relevantes para la Implantación del Proyecto SOL</b>	<b>76</b>
<b>7.4.- Consolidación del Proyecto S.O.L. y elevación de metas</b>	<b>76</b>
<b>CAPITULO VIII</b>	<b>79</b>
<b>8.- Descripción del sistema computarizado MP2</b>	<b>79</b>
<b>8.1.- Panorama de los Sistemas Computarizados Para la Administración del Mantenimiento.</b>	<b>80</b>
<b>8.2.- MP2 Professional</b>	<b>80</b>
<b>8.2.1. Áreas de mantenimiento que administra MP2</b>	<b>81</b>
<b>8.2.1.1.- Inventario, Compras</b>	<b>81</b>
<b>8.2.1.2.- Mantenimiento Estadístico Predecible</b>	<b>82</b>
<b>8.2.1.3 Presupuesto</b>	<b>82</b>
<b>8.2.1.4.- Administración de Activos</b>	<b>82</b>
<b>8.2.1.5.- Reportes y Gráficos</b>	<b>82</b>
<b>8.2.1.6.-Equipos</b>	<b>82</b>
<b>8.2.1.7.- Inventario</b>	<b>84</b>
<b>8.2.1.8.- Mano de obra</b>	<b>84</b>
<b>.2.1.9.- Compras</b>	<b>85</b>
<b>8.2.1.10.- Reportes y Análisis</b>	<b>85</b>

<b>8.2.1.11.- Programación</b>	<b>85</b>
<b>8.2.1.12.- Seguridad</b>	<b>86</b>
<b>8.2.1.13.- Ordenes de Trabajo</b>	<b>86</b>
<b>8.2.1.14.- Requisiciones de Trabajo</b>	<b>87</b>
<b>CAPITULO IX</b>	<b>89</b>
<b>9. - Evaluación del sistema de mantenimiento después del desarrollo de la nueva gestión y la implantación del sistema MP2.</b>	<b>89</b>
<b>9.1.-Evaluación Cualitativa</b>	<b>89</b>
<b>9.2.- Evaluación cuantitativa</b>	<b>90</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>96</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>97</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>100</b>
<b>Programas de mantenimiento rutinario</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO II</b>	<b>123</b>
<b>Listado de máquinas</b>	<b>123</b>
<b>ANEXO III</b>	<b>124</b>
<b>Listado de Motores</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO IV</b>	<b>125</b>
<b>Codificación</b>	<b>125</b>
<b>Listado de Áreas Productivas</b>	<b>125</b>
<b>Listado de Sistemas</b>	<b>126</b>
<b>Listado de Subsistemas</b>	<b>127</b>



<b>ANEXO V</b>	<b>133</b>
<b>Tabla de fallas más comunes</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO VI</b>	<b>135</b>
<b>Tablas de Análisis de Modo y Efecto de Falla</b>	<b>135</b>
<b>ANEXO VII</b>	<b>138</b>
<b>Programas de Mantenimiento Correctivo</b>	<b>138</b>
<b>ANEXO VIII</b>	<b>145</b>
<b>Programas de Mantenimiento obtenidos según el AMEF</b>	<b>145</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.- Organigrama Textilana S.A.</b>	<b>7</b>
<b>Figura 2.2.- Diagrama de Proceso Productivo</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2.3.- Tipos de Tejidos</b>	<b>10</b>
<b>Figura 2.4.- Clasificación de las Fibras Textiles</b>	<b>11</b>
<b>Figura 3.1.- Curva de la bañera</b>	<b>16</b>
<b>Figura 2.2.- Diagrama Causa Efecto de K. Ishikawa</b>	<b>30</b>
<b>Figura 4.1.- Ciclo de Vida del Equipo</b>	<b>35</b>
<b>Figura 4.2.- Evolución del Mantenimiento</b>	<b>37</b>
<b>Figura 4.3.- Etapas Comprendidas en cada fase de la implantación de un sistema T.P.M.</b>	<b>40</b>
<b>Figura 4.4.- Relación de los coeficientes de eficiencia global del equipo – 6 pérdidas</b>	<b>46</b>
<b>Figura 5.1 Fijadora Konticrab</b>	<b>49</b>
<b>Figura 5.2 Lavadora al ancho Hemmer</b>	<b>50</b>
<b>Figura 5.3.- Diagrama causa-efecto</b>	<b>51</b>
<b>Figura 5.4.- Ficha de evaluación</b>	<b>52</b>
<b>Figura 6.1.- Tabla de distribución de las áreas productivas</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 6.2.- Tabla de subsistemas</b>	<b>56</b>
<b>Figura 6.3.- Tabla de efectos de Falla</b>	<b>58</b>
<b>Figura 6.4.- Tabla de Probabilidades de Falla</b>	<b>58</b>
<b>Figura 6.5. Tabla de Factores de Riesgo</b>	<b>58</b>
<b>Figura 6.6.- Tabla de Causas de fallas</b>	<b>59</b>
<b>Figura 6.7. Tabla de Análisis de Modo y Efectos de Falla</b>	<b>60</b>

<b>Figura 6.8.- Programa de mantenimiento preventivo para las calderas</b>	<b>62</b>
<b>Figura 6.9.- Programa de mantenimiento correctivo de las calderas</b>	<b>63</b>
<b>Figura 6.10.- Programa de mantenimiento predictivo del compresor</b>	<b>63</b>
<b>Figura 6.11.- Programa de mantenimiento rutinario “Prensa Cubeta”</b>	<b>64</b>
<b>Fifura 6.12.- Modelo de nueva órden de trabajo</b>	<b>67</b>
<b>Figura 6.13.- Ejemplo de diagrama para la ejecución de mantenimiento correctivo</b>	<b>68</b>
<b>Figura 6.14.-Ejemplo de diagrama para la ejecución del mantenimiento preventivo</b>	<b>69</b>
<b>Figura 6.15.- Modelo de etiqueta para codificación</b>	<b>70</b>
<b>Figura 6.16.- Codificación por área</b>	<b>70</b>
<b>Figura 6.17.- Ejemplo de codificación para los equipos</b>	<b>71</b>
<b>Figura 6.18.- Ejemplo de codificación de los subsistemas</b>	<b>71</b>
<b>Figura 6.19.- Modelo de etiqueta de codificación de la maquina centrífuga</b>	<b>72</b>
<b>Figura 6.20.- Modelo de codificación final</b>	<b>72</b>
<b>Figura 7.1.- Ficha de Auditoria Proyecto S.O.L.</b>	<b>74</b>
<b>Figura 7.2.- Cartelera informativa</b>	<b>75</b>
<b>Figura 8.1.- Pantalla principal MP2 Professional.</b>	<b>81</b>
<b>Figura 8.2.- Pantalla principal del módulo de equipos</b>	<b>83</b>
<b>Figura 8.3.- Pantalla principal del campo de repuestos de cada equipo</b>	<b>83</b>
<b>Figura 8.4.- Pantalla principal del módulo de inventario</b>	<b>84</b>
<b>Figura 8.5.- Pantalla principal del módulo de empleados</b>	<b>85</b>
<b>Figura 8.6.- Pantalla principal para tipos de mantenimiento por ODT.</b>	<b>86</b>
<b>Figura 8.7 Pantalla de Programación de una ODT.</b>	<b>87</b>

<b>Figura 9.1.- Ficha de Evaluación para los sistemas de mantenimiento</b>	<b>91</b>
<b>Figura 9.2.- Bomba de agua cruda antes del inicio de la nueva gestión de mantenimiento</b>	<b>93</b>
<b>Figura 9.3.- Bomba de agua cruda después de realizado el mantenimiento correctivo</b>	<b>94</b>
<b>Figura 9.4.- Filtros de sistema de agua suavizada desincorporados</b>	<b>95</b>
<b>Figura 9.5. Sistema de agua suavizada resultante, después de la desincorporación de filtros.</b>	<b>95</b>

## INTRODUCCIÓN

Textilana S.A., es una empresa dedicada al diseño y fabricación de telas de alta calidad, principalmente en lana y sus mezclas, empleadas para la confección de prendas de vestir.

Textilana se ha trazado la meta de convertirse en la compañía textil más competitiva del mercado nacional y simultáneamente obtener la certificación de Calidad ISO 9000. Para ello requieren mejorar sus sistemas de mantenimiento, lo cual contribuirá a optimizar el proceso productivo y reducir los tiempos de entrega de sus productos. Los procesos de mantenimiento y el sistema administrativo que emplean en la actualidad son deficientes y anticuados, es por esto que la empresa ha emprendido acciones para mejorar su gestión de mantenimiento, lo cual contribuirá a incrementar la competitividad y el rendimiento de sus activos.

Para obtener lo descrito anteriormente, se realizó un estudio de la situación actual de la gestión de mantenimiento para definir los procedimientos y técnicas a aplicar en la planta, así como realizar el levantamiento de información técnica y estratégica para puntualizar los objetivos y llevar a cabo las metas trazadas. La estrategia se fundamentó en desarrollar un plan de mantenimiento basado en Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés) utilizando un sistema computarizado, con esta técnica se logrará eficazmente transformar a Textilana, S.A. en una compañía pujante y en expansión. Con la información obtenida se elaboraron los planes de mantenimiento de los sistemas y se desarrolló la metodología para organizar las paradas de mantenimiento. Las actividades para desarrollar el Mantenimiento Productivo Total fueron: Motivar la participación total del personal y el trabajo en equipo mediante el desarrollo del proyecto Seguridad, Orden y Limpieza (S.O.L.) el cual globalizará el sistema de mantenimiento convirtiéndolo en pilar fundamental de la compañía, fortalecer la cooperación entre operarios y optimizar la eficacia global.

Uno de los componentes más importantes en el desarrollo de este trabajo lo representa la implantación del sistema computarizado para la administración del mantenimiento “MP2”, el cual suministrará soluciones integrales para el desarrollo y automatización del mantenimiento productivo total. Una vez clasificada, codificada y cargada la información en la herramienta, se logrará implantar de manera eficiente una metodología que permitirá registrar los tiempos de parada y de reparación para el cálculo de indicadores de mantenimiento.

El trabajo se inicia con el planteamiento del problema y la presentación de los objetivos a cumplir en este proyecto (capítulo I), seguidamente, se hace una breve descripción de la empresa, dónde se muestran, sus objetivos, misión y demás particularidades, además de la descripción del proceso productivo, explicando sus equipos principales y la línea de producción (capítulo II); posteriormente, se resume el basamento teórico (marco teórico), necesario para la elaboración de esta tesis (capítulo III). Para terminar con esta serie de capítulos descriptivos se desglosa el TPM, sus objetivos, alcances, todo su desarrollo hasta la implantación (capítulo IV). A continuación, se presenta el diagnóstico de la empresa (capítulo V), donde se evalúa la actual gestión de mantenimiento que sigue la misma, a fines de conocer sus fortalezas y debilidades, utilizando como herramienta fundamental la Norma COVENIN 2500-93. Pasamos a un análisis de criticidad de los equipos para la elaboración del nuevo plan de mantenimiento, donde se explica el tipo de rutinas y la frecuencia de las mismas, se describen las ordenes de trabajo y se efectúa la codificación de los equipos (capítulo VI). Luego, se describe el proyecto SOL, el cual orienta a Textilana, S.A. a convertirse en una compañía eficaz (capítulo VII). Seguidamente, se hace una reseña del programa MP2, en la cual se indican sus principales características y funciones (capítulo VIII). Posteriormente (capítulo IX), se muestra la proyección del diagnóstico de la empresa, presentándose las áreas donde se ha fortalecido la planta y la ficha de evaluación realizada bajo la Norma COVENIN 2500-93. Para finalizar se exponen las conclusiones y recomendaciones.

---

---

## CAPITULO I

### 1. - Planteamiento del problema

El proceso de mantenimiento que se ha venido realizando en la planta, consiste en “apagar fuegos” es decir, aplicar mantenimiento al equipo solo después de la ocurrencia de una falla, además no se han llevado registros históricos de reparaciones realizadas, tiempos entre fallas, registros de piezas críticas, etc., lo que ha traído como consecuencia paradas extensas no planificadas, pérdida de producción. Lo anteriormente expuesto, obedece en muchos casos a la ausencia de piezas de repuesto en el almacén. Adicionalmente, la codificación asignada para las máquinas que se ha manejado hasta los momentos, difiere para todos los departamentos generando retrasos para inventariado y registro.

Debido a que La Empresa desea obtener incremento en la productividad aproximadamente en un doce por ciento, aumento en la disponibilidad de los equipos, reducción de costos operativos relativos al mantenimiento, producción y almacenaje, se plantea mejorar la información técnica de la maquinaria y elaborar e implantar planes de mantenimiento para los equipos, bajo la gestión del Mantenimiento Productivo Total, para lograr la mejora de la productividad y tiempo de entrega del producto elaborado y así obtener mejoras en la administración del proceso de mantenimiento.

#### 1.1. -Objetivos

##### 1.1.1.- Objetivo General

Desarrollar un plan de mantenimiento para una industria textil basado en Mantenimiento Productivo Total utilizando un Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento (SCAM) de amplio espectro.

---

---

### 1.1.2. - Objetivos específicos

- Elaborar los planes de mantenimiento de los equipos basado en manuales, evaluación pormenorizada de las prácticas actuales e incorporación de técnicas avanzadas producto del desarrollo de la ingeniería de mantenimiento.
- Estudiar el estado de la gestión del mantenimiento actual.
- Clasificar y codificar los equipos objeto de mantenimiento para alimentar el paquete SCAM.
- Adaptar el paquete SCAM a las condiciones de la empresa.
- Cargar la información de los equipos en el SCAM.
- Implantar una metodología para registrar tiempos de operación, tiempos de parada y tiempos de reparación para determinar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y de la planta.

### 1.2 - Alcances

- Organizar las paradas de mantenimiento de los equipos para minimizar los tiempos no productivos.
- Incorporar la gestión de Mantenimiento Productivo Total.
- Incorporar un software para la administración del mantenimiento.
- Involucrar a todo el personal para llevar a cabo la gestión y ejecución del mantenimiento.
- Incorporación de un plan de mantenimiento preventivo computarizado.
- Obtener mayor disponibilidad de los equipos.
- Optimizar los costos dirigidos al mantenimiento.
- Aumentar la productividad.



---

---

## CAPITULO II

### **2.- Descripción de la Empresa**

#### **2.1.- TEXTILANA, S.A.**

TEXTILANA, S. A., ubicada en la Av. Andrés Bello parcelas 48, 50 y 52, Las Tejerías, Edo. Aragua, se constituyó legalmente el 10 de Noviembre de 1.964, con un capital totalmente pagado de 8.050.000,00 Bolívares y un crédito de la Corporación Venezolana de Fomento de 5.000.000,00 Bolívares para una inversión total de 13.050.000, 00. Bolívares.

TEXTILANA, S. A., inicia la producción venezolana del producto intermedio textil, constituyéndose en un mercado adicional para las plantas productoras de tejido de punto.

La maquinaria instalada fue cuidadosamente escogida en base a la experiencia de países altamente desarrollados en industria textil, tales como Japón, España, Estados Unidos, entre otros.

En los actuales momentos Textilana cuenta con 14.584 husos en el Departamento de Hilandería.

#### **2.2.- Visión de la Empresa**

Para el año 2.002, Textilana será la empresa textil lanera más competitiva del mercado nacional, para eso contará con un recurso humano altamente calificado, motivado, tendrá la certificación de la Norma Internacional de Calidad ISO 9000, lo cual le permitirá elaborar un producto que pueda competir además internacionalmente a través de la globalización de los mercados, satisfaciendo las exigencias de sus clientes.

---

---

### **2.3.- Misión de la Empresa**

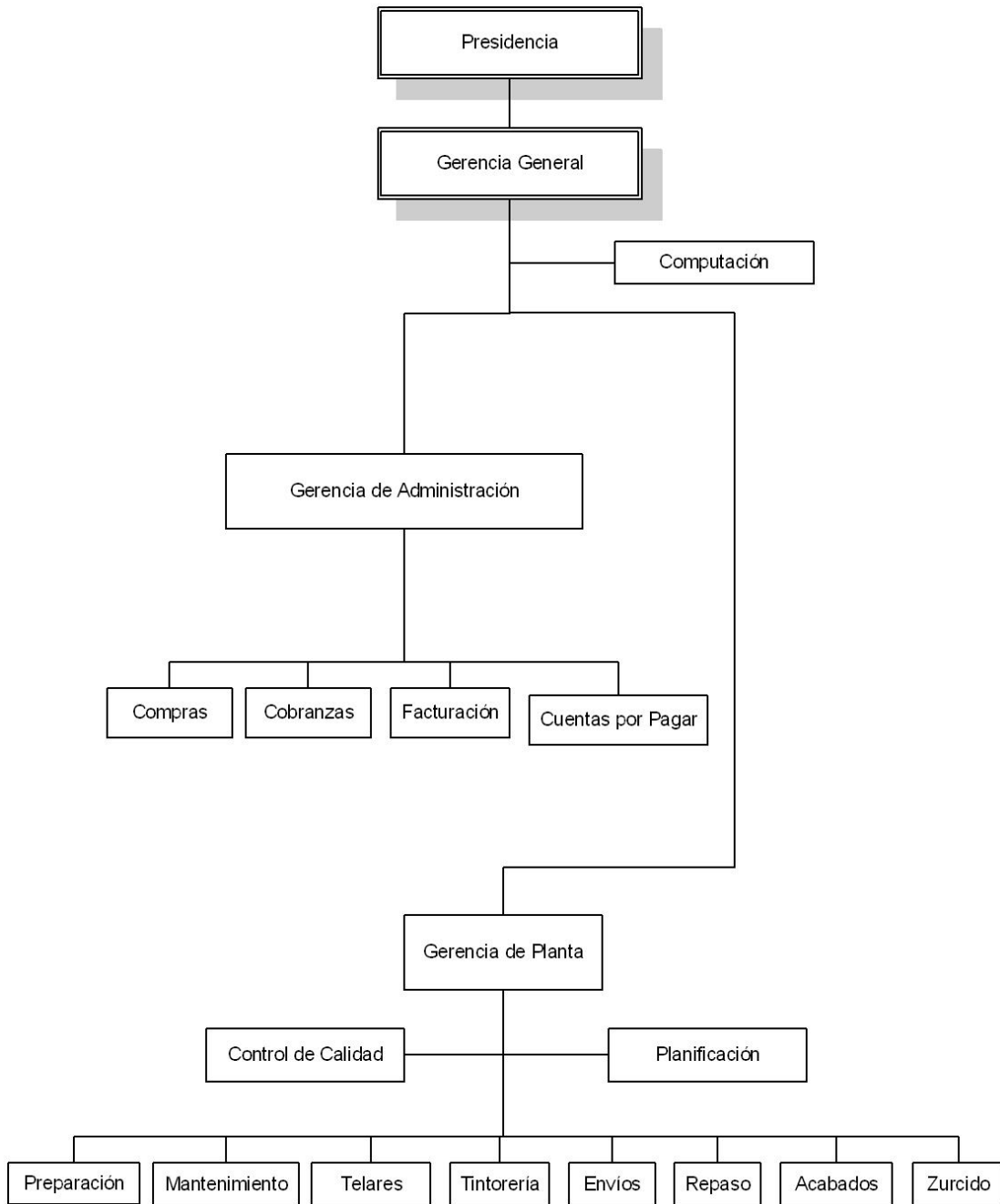
Textilana es una empresa dedicada al diseño, fabricación y comercialización de hilados y telas de alta calidad, principalmente en lana y sus mezclas empleadas para la confección de prendas de vestir exteriores, tanto para el mercado nacional como internacional. Textilana procura siempre satisfacer a sus clientes, con un servicio diversificado y óptimo, reconociendo la importancia que tiene su recurso humano, para ello facilitan su desarrollo continuo en un clima de respeto a las normas éticas y en armonía con el medio ambiente.

### **2.4.- Objetivos de la Empresa**

- Adiestrar, capacitar, desarrollar a su personal para que pueda desempeñarse de una manera eficaz en sus actividades.
  
- Fomentar y coordinar el trabajo en equipo, para mantener un buen clima organizacional.

### **2.5.- Descripción de la Organización**

El personal y funciones departamentales de Textilana se encuentra organizado de la siguiente forma:



**Figura 2.1.- Organigrama Textilana S.A.**

**2.5.1.- Descripción del Proceso Productivo**

El proceso de obtención de la tela comienza con la recepción y preparación del hilo, luego de esta sección se pasa el hilo a la etapa de enconado en donde este pasa por una máquina llamada enconadota en la cual el hilo se dispone en conos de un kilo a

---

---

conos de menor peso, seguidamente los conos son llevados a la fase de urdido en la cual se reúnen los hilos de urdimbre en un plegador para facilitar su manejo posteriormente, luego estos plegadores se llevan a los telares donde se convierte la urdimbre y la trama en tejido y este proceso ocurre entrecruzando ambas series de hilos de acuerdo al ligamento, que es la fase en la que se teje el hilo y se convierte en tela, a continuación se pasa a la etapa de tisaje donde se revisan todas las piezas que salen del telar tomando nota de todos los defectos que presenta el tejido, de este punto la tela pasa a zurcido donde se eliminan los posibles defectos que presenta el tejido, esta labor es realizada por operarias que han sido adiestradas para ello, la fase siguiente es el lavado donde se lava la tela, un vez limpia se escurre la tela en una máquina llamada centrifuga y luego se seca en una máquina que posee aire caliente, fijando al mismo tiempo el ancho deseado, de allí se pasa a la etapa de tintorería donde se tiñen las piezas, a continuación la tela va a la barra de revisión con el fin de revisar la piezas que vienen de teñir y allí se anotan el tipo de piezas, clasificándolas según los defectos que puedan aún contener, según el tipo de defecto pasan nuevamente a ser teñidas en este caso de negro o continúan con el proceso productivo, posteriormente pasan a la etapa de acabados donde se le otorgan los últimos procesos como son: suavizado, tundido (eliminación de pelusas), humidificado, planchado, nuevamente suavizado y de allí pasan a la revisión final para posteriormente ser despachado el producto final.

En la figura 2.2 se puede apreciar de manera esquemática el desarrollo del proceso productivo de la planta, desde el manejo de la materia prima hasta la obtención del producto final.

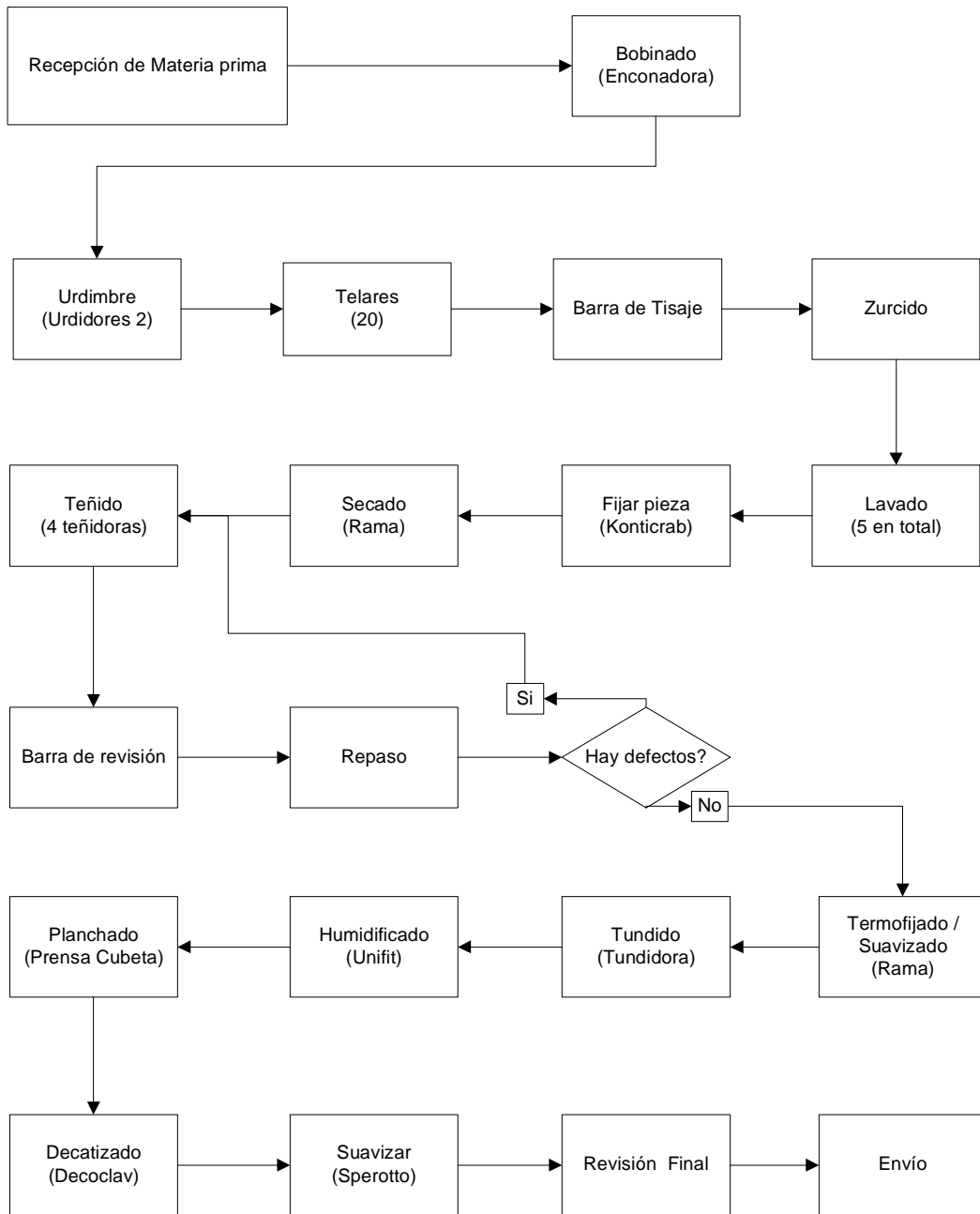


Figura 2.2.- Diagrama de Proceso Productivo

**2.6.- PRINCIPIOS TEXTILES**

A continuación se hará una breve descripción de la información técnica referente a tejidos y texturas con la que trabajan las industrias Textiles, así como también la materia fundamental con la que trabaja Textilana.

**2.6.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS TEJIDOS**

Antes de revisar los diferentes tipos de tejidos, es importante destacar que “Tejido” es todo aquel producto que resulta de una elaboración por un proceso textil, ya sea partiendo de hilo o de fibra [1].

En la figura 2.3., mostrada a continuación se aprecia claramente la clasificación que se le da a los tejidos.

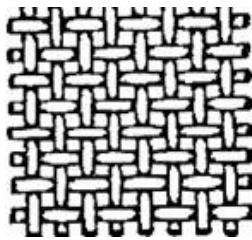
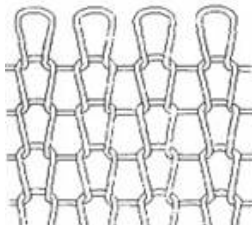
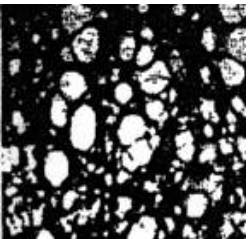





Partiendo del hilo	Tejido de Calada
	Tejido de punto
Partiendo de fibra	Tejido no tejido
	TEJIDO DE CALADA (a la plana): Es todo tejido constituido por el entrecruzamiento ordenado de dos conjuntos de hilos, normalmente formando ángulo recto entre sí.
	TEJIDO DE PUNTO: Es el constituido por bucles de hilo enlazado entre sí formando mallas.
	TEJIDO NO TEJIDO: Es el tejido en forma de lámina coherente de fibras enmarañadas o enlazadas aprestadas y adheridas unas con otras por un medio conveniente.

Figura 2.3.- Tipos de Tejidos

**2.6.2.- LAS FIBRAS TEXTILES**

**2.6.2.1.- Clasificación:**

Las fibras textiles se pueden clasificar según su origen en: naturales y químicas y estas a su vez se subdividen en vegetales, animales, artificiales y sintéticas. A través del cuadro que se muestra a continuación se puede observar con mayor claridad la clasificación de las fibras textiles.

Naturales	ANIMALES		Lana (cordero) Mohair (cabra), Cachemira(cabra), Alpaca(alpaca), Angora (conejo)
		De pelos	
		De secreciones	Seda (gusano de seda), Tussah (chinilla)
	VEGETALES		Algodón kapoc, galgal
		De semillas	Lino, ramio, yute, cáñamo
		De tallos	Sisal, rafia, esparto, pila
		De hojas	Coco, piña, madrás
		De frutos	
		De Savia	Caucho natural.
	MINERALES		Amianto.
	Fibras naturales		
	Materiales hilables	Vidrio, metales.	
Químicas	ARTIFICIALES		Viscosa, modal, nitrocelulosa, acetato, triacetato, tencel, lyocel, caseína, cacahuete, alginato, silicato.
		Materias naturales transformadas por sustancias químicas.	
		Proceden sobre todo de la celulosa o de la pelusa del algodón.	
		Celulosa regenerada	
		Esteres de celulosa	
		Proteína regenerada	
		Otras diversas	
SINTÉTICAS		Poliéster, poliamida, acrílico, polipropileno, polietileno, poliuretano, poliacrilonitrilo, modacrílica, aramida, modacrílica, clorofibra, fluorofibra	
	Fibras químicas obtenidas depolímeros sintéticos (porpolimerización de sustancias derivadas del petróleo)		
	Policondensación		
	Combinaciones de polimerización		
	Combinaciones de polidición		

**Figura 2.4.- Clasificación de las Fibras Textiles**

---

---

### **2.6.3.- La Lana**

La lana es una clase de pelo o vellón de los carneros y ovejas. Se distingue por su suavidad y figura, y por presentar hebras mas menos rizadas o encrespadas. Seguidamente se describirá con más detalle sus características.

#### **2.6.3.1.- Pelos y Lana**

La diferencia entre pelos y lana radica en que el nombre genérico de pelo abarca los pelos de todos animales que se pueden aprovechar en la industria textil, mientras que el nombre de lana se refiere solo a las fibras del pelo de la oveja. Desde 1.968 se permiten, dentro de las normas establecidas para el Sello Internacional de la Lana que ésta se mezcle con pelos finos de animales, como pelo de cabra (mohair, cachemira) y pelo de camello hasta la proporción del 20%. Se exceptúa el conejo de angora. La lana de la oveja merina se extrae de animales no mayores de siete meses, es fina y suave ya que procede la primera esquila y solo tiene un extremo cortado. En las etiquetas de tejidos fabricados con esta lana se identifica con el término LAMB'S WOOL. La lana en rama contiene del 10 al 25% de grasa, que se recupera mediante el lavado y se utiliza como lanolina para cosméticos. La fibra de lana puede compararse a pequeños muelles que pueden alargarse hasta un 70% de su longitud original y recuperarla nuevamente. Estado mojadas, el frotamiento de estas fibras puede hacer que se enmarañen entre sí y se enfieltren o apelmacen. Esta capacidad de enfieltro tiene ventajas e inconvenientes; por una parte un ligero enfieltro le da más suavidad, resistencia y un gran poder aislante, pero si ha sido excesivo o no ha sido cuidadosamente controlado, los tejidos pierden suavidad y encogen.

#### **2.6.4.- Origen**

Fibra natural que se extrae del vellón de las ovejas (*Ovis Aries*), mediante esquilado proceso según el cual se le corta el pelo con tijeras al animal [1].



---

---

### **2.6.5.- Aspecto**

La fibra de lana es rizada y ondulada, está recubierta de pequeñas escamas.

### **2.6.6.- Longitud**

La lana tiene una longitud aparente, sin perder su rizado natural, que es distinta a la longitud real cuando está extendida. A mayor longitud de la fibra mayor diámetro. Las lanas finas miden entre 4 y 12 cm., las lanas cruzadas entre 10 y 20 cm. El diámetro varía entre 0,015 y 0,060 milímetros.

### **2.6.7.- Clasificación**

Por su procedencia y diámetro se clasifican en: Extra, Extrafina, Fina, Entrefina, Ordinaria, Basta y Muy Basta. El diámetro crece de la Extra a la muy Basta.

### **2.6.8.- Propiedades**

Es resistente, elástica y flexible. Tiene un buen poder aislante (protección térmica), una buena resistencia a la formación de arrugas (se arruga poco), una gran capacidad de absorción de la humedad. Gran capacidad de recuperación (elasticidad). No se inflama ni se funde. Si no se trata debidamente se apolilla. Tiende a enfieltrarse.

### **2.6.9.- Tipos**

Existe una gran variedad de razas de ovejas que producen lanas de características muy diferenciadas, entre las cuales se encuentran: las lanas merinas (obtenidas de ovejas de pura raza española), churras, lanas de cruce, Cheviots, Shetland.

---

---

**2.6.10.- Utilización**

Se utiliza pura o en mezcla con otras fibras. Es muy manejada en la industria textil de: vestidos, pantalones, calcetines, trajes, hogar (tapices), moquetas, alfombras.

**2.6.11.- Denominaciones****2.6.11.1.- Pura Lana Virgen**

Lana de primera utilización sin mezclas de otras fibras.

**2.6.11.2.- Estambre:**

Lana elaborada con fibra larga, fina y de gran calidad. Lana peinada.

**2.6.11.3.- Lambswool**

Lana de primera esquilada y de añinos.

**2.6.11.4.- Woolmark**

Cien por ciento pura lana virgen.

**2.6.11.5.- Woolmark Blend**

Más de un cincuenta por ciento de lana virgen.

**2.6.11.6.- Wool Blend**

Compuesta con un mínimo de treinta por ciento de lana virgen.

---

---

## CAPITULO III

### 3. - MARCO TEÓRICO

#### 3.1. - Definiciones fundamentales

A continuación se definen una serie de conceptos necesarios para el mejor entendimiento del contenido que se presentará durante el desarrollo de este trabajo.

##### 3.1.1. - Falla

Es un evento no previsible, inherente a los sistemas productivos que impide que estos cumplan función bajo condiciones establecidas o que no las cumplan.

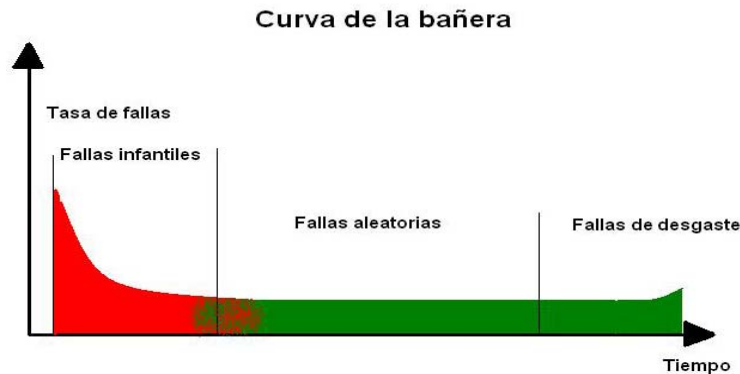
##### 3.1.2 - Equipo

Conjunto de componentes interconectados con los que se realiza materialmente una actividad de una instalación.

##### 3.1.3 - Período de Vida de un Equipo o Sistemas de Equipos

Por lo general, los equipos o sistemas de equipos durante su ciclo de vida, desde su puesta en servicio hasta su eliminación o disposición, pasan por tres períodos muy bien definidos y caracterizados, cada uno de ellos, en función a una tasa temporal de fallas determinada. Estas tres etapas se pueden observar en la llamada curva de la bañera, Figura 3.1, junto con sus características principales. Dichas etapas son:

- Período de arranque
- Período de vida útil
- Período de envejecimiento rápido



**Figura 3.1.- Curva de la bañera para un equipo mecánico**

### **3.1.3.1. - Período de Arranque**

Como se puede ver en la figura anterior, el Período de Arranque está comprendido en un lapso de funcionamiento entre el arranque y la finalización del ajuste del mismo, o etapa de corrección de defectos de diseño, de fabricación, de montaje e instalación del equipo (Infancia). Este período se caracteriza por presentar una tasa de fallas en descenso a medida que transcurre el tiempo.

Debido a que los defectos que se presentan en los equipos en este período, tienen que ver con defectos de fabricación, su corrección y consecuencia suelen estar cubiertas por la garantía dada por el fabricante al comprador del producto.

### **3.1.3.2. - Período de Vida Útil**

Este período de tiempo también es conocido como período de operación normal del equipo. El inicio de esta etapa coincide con el final del arranque, siendo su característica principal la presencia de una tasa de falla constante. Durante este Período de Vida Útil el equipo posee la máxima disponibilidad, es decir, durante este tiempo es cuando se espera que el equipo cumpla con la mayoría de sus funciones.

Es importante aclarar que si se tienen diferentes equipos cumpliendo la misma función, estos presentarán tasa de falla diferente durante el Período de Vida Útil.

Entre las características más relevantes de esta etapa se puede nombrar:

- Cubre la mayor parte de la vida del equipo
- La tasa de falla es constante.
- Las fallas ocurren totalmente al azar, por lo que no se puede predecir.

### **3.1.3.3. - Período de Envejecimiento Rápido**

Este período también es conocido como período de desgaste, y se inicia con un aumento progresivo de la tasa de fallas, como consecuencia del proceso de deterioro físico propio del uso, tal como desgaste, fatiga, corrosión, entre otros. Cuando un equipo se encuentra en este Período de Envejecimiento Rápido, puede ser sometido a una operación de reconstrucción la cual puede extender la vida útil de equipo aumentando la rentabilidad de la inversión. También es probable que el equipo haya llegado al momento en que no sea económicamente viable mantenerlo, por lo que se suelen tomar decisiones como reemplazo o la ejecución de mantenimientos mayores capaces de devolverle sus condiciones operativas normales. Lo único que aprobará la reconstrucción de un equipo, deberá ser un estudio económico que confirme si la extensión de vida útil que se pueda obtener con la misma, sea rentable o no.

### **3.2.-Funciones del personal de mantenimiento**

La función principal del departamento de mantenimiento es asegurar la máxima disponibilidad de la unidad productiva al menor costo posible, para que su retorno económico a lo largo del tiempo sea aceptable.

Es deber del personal conocer y adoptar las técnicas de registro de los acontecimientos de mantenimiento cuya interpretación permitirá, al transcurrir el tiempo, mejorar el servicio técnico y organizativamente.

El personal de mantenimiento debe sentir que forma parte de un servicio que, aunque ligado a la cantidad y calidad de la producción, es completamente autónomo desde el punto de vista operativo y de gestión. Por eso se establece que no debe haber dependencia respecto al personal de producción. En efecto, en un servicio bien implantado el personal de mantenimiento vive la marcha de la producción y se

---

---

prodiga en mantener las iniciativas en los trabajos que realiza con un convencimiento derivado de su experiencia y capacidad técnica.

Por el contrario, el personal de mantenimiento que trabaja subordinado, esto es, en espera de la solicitud de intervención por parte de los responsables de producción, se siente, aunque no se de cuenta, extraño a la realidad de la producción con el consiguiente efecto negativo sobre la calidad y economía de servicio.

La responsabilidad directa del personal de mantenimiento debe limitarse solamente a las actividades que de algún modo influyen sobre la eficiencia de la instalación, evitando cualquier otra que pueda ser asumida por otros servicios del establecimiento (montaje de instalaciones, transporte, entre otros.)

### **3.3.- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad MCC.**

Se puede definir como la capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista. De otra forma, la confiabilidad se puede definir también como la probabilidad en que un producto realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.

La ejecución de un análisis de la confiabilidad en un producto o un sistema debe incluir muchos tipos de exámenes para determinar cuan confiable es el producto o sistema que pretende analizarse.

Una vez realizados los análisis, es posible prever los efectos de los cambios y de las correcciones del diseño para mejorar la confiabilidad del ítem. Los diversos estudios del producto se relacionan, vinculan y examinan conjuntamente, para poder determinar la confiabilidad del mismo bajo todas las perspectivas posibles, determinando posibles problemas y poder sugerir correcciones, cambios y/o mejoras en productos o elementos.

El MCC es uno de los procesos desarrollados durante 1960 y 1970 con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas. Tuvo su origen en la Industria Aeronáutica. De éstos procesos, el RCM es el más efectivo. El Mantenimiento RCM pone tanto énfasis en las consecuencias de las fallas como en

---

---

las características técnicas de las mismas, mediante: Integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación de aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, esto hace que la seguridad y el medio ambiente sean tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento. Manteniendo mucha atención en las tareas del Mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utiliza donde más beneficio va a reportar.

El objetivo principal de MCC está reducir el costo de mantenimiento, para enfocarse en las funciones más importantes de los sistemas, y evitando o quitando acciones de mantenimiento que no son estrictamente necesarias.

Si MCC se aplicará a un sistema de mantenimiento preventivo ya existente en la empresa, puede reducir la cantidad de mantenimiento rutinario habitualmente hasta un 40% a 70%. Si MCC se aplicara para desarrollar un nuevo sistema de Mantenimiento Preventivo en la empresa, el resultado será que la carga de trabajo programada sea mucho menor que si el sistema se hubiera desarrollado por métodos convencionales. Su lenguaje técnico es común, sencillo y fácil de entender para todos los empleados vinculados al proceso MCC, permitiendo al personal involucrado en las tareas saber qué pueden y qué no pueden esperar de ésta aplicación y quien debe hacer qué, para conseguirlo.

Selección del sistema y documentación. Definición de fronteras del sistema. Diagramas funcionales del sistema. Identificación de funciones y fallas funcionales. Construcción del análisis de modos y efectos de fallas. Construcción del árbol lógico de decisiones. Identificación de las tareas de mantenimiento más apropiadas

### **3.3.1.- Selección de equipos críticos.**

La función del mantenimiento es cuidar el estricto cumplimiento de las condiciones de operación del conjunto de los equipos de una instalación. Entre todos ellos, serán los equipos críticos aquellos que deban ser analizados con prioridad, en orden a obtener el mejor aprovechamiento de los recursos de mantenimiento, generalmente escasos. Como es conocido, la criticidad es una medida de la importancia de la falla

---

---

de un equipo, para el conjunto del sistema de producción. Para equipos críticos es conveniente la realización de análisis detallados de tipo ACMEF (Análisis de Criticidad de los Modos y Efectos de Falla), para asegurar la fiabilidad futura de los mismos mediante los métodos de mantenimiento más económicos.

Los aspectos a tener en cuenta en la evaluación de la criticidad de los equipos podrían ser: la seguridad en caso de falla, los efectos en el entorno, la disponibilidad requerida por el plan de producción, la existencia de equipos de reserva, los costes de reparación, el medio ambiente, etc., ya sea individualmente cada uno de estos aspectos o asociados varios de ellos, con una jerarquía de prioridad.

### **3.3.2.- Equipos Críticos. AMEF y ACMEF**

El AMEF (Análisis de Modo y Efectos de Falla), es un análisis inductivo que detalla sistemáticamente, componente a componente, todos los posibles modos de falla e identifica el efecto resultante de los mismos sobre el sistema. Los modos de falla pueden ser individuales o debidos a desajustes entre distintos elementos de algún subsistema, aunque cada uno de estos siga en condiciones aceptables de funcionamiento.

El AMEF sugerirá una política particular de intervención para cada modo de falla.

En particular, si se desea analizar además la criticidad de las fallas, medida por el grado de admisibilidad de sus efectos, con el fin de dar un especial tratamiento a los modos de falla según esta escala de criticidad, se estaría hablando de la metodología ACMEF.

### **3.3.3. Política de mantenimiento para las fallas de los equipos críticos**

Cuando las fallas son críticas, la función del mantenimiento es evitarlas o al menos disminuir sus consecuencias negativas. Obviamente, cuanto más crítico es la falla más conveniente resultará conocer en tiempo real las condiciones de operación del sistema que permitan predecirlo. En muchas ocasiones, esta predicción resulta técnica o económicamente inviable, existiendo casos en los cuales el proceso de diseño de las



---

---

políticas de mantenimiento se enfrenta con numerosas cuestiones de compleja solución. Por ejemplo, en ocasiones el tiempo medio entre fallas (habitualmente denominado MTBF, acrónimo del inglés "Mean Time Between Failures") podría no ser un parámetro muy representativo de la falla, es decir, si la desviación típica de la distribución estadística del tiempo entre fallas, es grande, su promedio (MTBF) no sería representativo. De igual forma, en ocasiones las condiciones de operación del equipo cambian a lo largo del tiempo, lo que obliga a un análisis previo de los datos históricos de sus fallas, antes de utilizarlos en el proceso de toma de decisiones. Lo mismo podría ocurrir con el tiempo requerido para reparar las fallas de los equipos, etc.

Como resultado de toda esta incertidumbre y complejidad, algunas veces es muy difícil elaborar un diagnóstico definido, que encamine la política de mantenimiento para un particular modo de falla o evaluar cierta estrategia de mantenimiento en comparación con otras opciones. Es en esta área donde podemos sacar importante partido a la utilización habitual de los modelos matemáticos.

### **3.4 - Mantenimiento**

Todas las acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de modo que permanezca de acuerdo con una condición especificada y puede clasificarse en Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo [2].

#### **3.4.1. - Tipos de Mantenimiento**

##### **3.4.1.1. - Mantenimiento Preventivo**

Se entiende por Mantenimiento Preventivo, el conjunto de actividades que se realizan sobre un equipo o sistema de equipos para mantenerlo en condiciones operativas, independientemente de que se produzca o no una falla.

Las operaciones de Mantenimiento Preventivo consisten en conservar el ambiente del equipo o sistema de equipos, dentro de los parámetros recomendables para su operación en las mejores condiciones posibles (limpieza, ventilación, etc.) y en

---

---

realizar sustituciones de partes o componentes de bajo costo que por su naturaleza envejecen a un ritmo predecible, o cuya inminencia de falla puede establecerse a través de medios de detección, tales como (ultrasonidos, modos de vibración, entre otros), disminuyendo de esta forma la probabilidad de falla y prolongando la vida del equipo.

Las operaciones preventivas de reemplazo programado suelen denominarse también como operaciones de mantenimiento predictivo, debido a que la acción preventiva ocurre después de operaciones de inspección ocular, instrumental o análisis estadístico de la información de fallas (análisis de confiabilidad) de un equipo o una muestra representativa de equipos similares [3].

#### **3.4.1.1.1.- Tipos de Mantenimiento Preventivo**

##### **3.4.1.1.1.1.- Mantenimiento Preventivo por Estado**

Son los servicios preventivos ejecutados en función de la condición operativa del equipo (reparación de defectos, predictivo, reforma o revisión general, entre otros).

##### **3.4.1.1.1.2.- Mantenimiento Preventivo por Tiempo**

Son los servicios preventivos preestablecidos a través de una programación (preventiva sistemática, lubricación, inspección o rutina), definidos en unidades calendario (día, semana) o en unidades no calendario (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos etc.).

##### **3.4.1.1.1.3. - Mantenimiento Periódico o Sistemático**

Es la actividad en que cada equipo es puesto fuera de servicio, tras un período de funcionamiento, para que sean efectuadas mediciones, ajustes y si es necesario cambio de piezas, en función de un programa preestablecido a partir de la experiencia operativa, recomendaciones de los fabricantes o referencias externas de mantenimiento preventivo por tiempo. Un buen control del Mantenimiento

---

---

Preventivo Sistemático requiere registros históricos, debiendo por lo tanto ser implantado después de algún tiempo de funcionamiento de los equipos, ya que normalmente los fabricantes omiten o desconocen los puntos de falla de sus líneas de producción. Como alternativa para la implantación inmediata puede ser atribuida una periodicidad a cada uno, en base a las experiencias profesionales de los ejecutantes del Mantenimiento, que irán siendo ajustadas a través del acompañamiento de la incidencia de correctivos entre preventivos o por la inexistencia de defectos constatados en las paradas programadas.

#### **3.4.1.2. - Mantenimiento Correctivo**

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido la falla y el paro súbito del equipo o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento se pueden contemplar dos tipos:

##### **3.4.1.2.1.- Mantenimiento Paliativo o de campo (de arreglo)**

Se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provocó la avería.

##### **3.4.1.2.2.-Mantenimiento curativo (de reparación)**

Es aquel encargado de la reparación propiamente eliminando las causas que han producido la avería.

#### **3.4.1.3 - Mantenimiento de Ronda o Inspección**

Consiste en el servicio caracterizado por la alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, normalmente efectuado utilizando los sentidos humanos y sin ocasionar la indisponibilidad del equipo, con el objetivo de acompañar el desempeño de sus componentes - mantenimiento preventivo por tiempo. Esta actividad puede ser

---

---

desarrollada por el personal de operación, a partir de la programación desarrollada por el Departamento de Mantenimiento o por "inspectores" vinculados al área de Mantenimiento con esta función específica.

Debido a su corta duración, exige control simplificado que debe, sin embargo ser procesado, pues ofrece una gran contribución al diagnóstico del estado de los equipos.

### **3.4.2- Indicadores de Gestión de Mantenimiento**

Para efectuar una efectiva medición y control de la labor de mantenimiento se deben tomar en cuenta los siguientes indicadores.

#### **3.4.2.1.- Disponibilidad (D)**

Este índice da una medida de la capacidad del equipo para cumplir con la función para la cual está destinado, en un tiempo dado.

La disponibilidad de un equipo existente sólo puede aumentarse disminuyendo el tiempo fuera de servicio, lo cual es posible mejorando los sistemas administrativos, los procedimientos, la selección, el entrenamiento, la motivación del personal, la calidad y dotación de herramientas, el equipo de diagnóstico, los sistemas de información de equipos y mejorando los sistemas de abastecimiento.

##### **3.4.2.1.1.- Tipos de Disponibilidad**

La disponibilidad de un equipo o sistema de equipos puede definirse en distintas formas de acuerdo al resultado que se desee mostrar, las más comunes se muestran a continuación.

---



---

### 3.4.2.1.2.- Disponibilidad genérica

Se define como el cociente que se obtiene al dividir el tiempo medio entre fallas entre la sumatoria del tiempo medio entre fallas más el tiempo medio fuera de servicio:

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMFS} \quad \text{Ec. 3.1}$$

Proporciona el valor más conservador de disponibilidad, es ideal para la evaluación general de un sistema productivo.

### 3.4.2.1.3.- Disponibilidad intrínseca (Di)

Se define como el cociente que se obtiene al dividir el tiempo medio entre fallas por la sumatoria del tiempo medio entre fallas más el tiempo medio para reparar:

$$D_i = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \quad \text{Ec. 3.2}$$

Evalúa la disponibilidad del equipo únicamente, el único factor ajeno al equipo que se toma en cuenta es la capacidad y organización del personal que repara.

### 3.4.2.1.4.- Disponibilidad alcanzada (Da)

Se define como el cociente que se obtiene al dividir el tiempo medio entre mantenimientos, entre la sumatoria del tiempo medio entre mantenimientos más el tiempo medio para mantener (preventivo + correctivo):

$$D_a = \frac{TMEF}{TMEF + TMP} \quad \text{Ec. 3.3}$$

---



---

Evalúa la disponibilidad tomando en cuenta los factores propios de la organización de mantenimiento. Es la definición que más conviene a la organización de mantenimiento (reporta el valor más alto).

#### 3.4.2.1.5.- Disponibilidad operacional (Do)

Se define como el cociente que se obtiene al dividir el tiempo medio entre mantenimientos, entre la sumatoria del tiempo medio entre mantenimientos más el tiempo medio fuera de servicio (incluye demoras administrativas).

$$D_o = \frac{TMEM}{TMEM + TMFS} \quad \text{Ec. 3.4}$$

Evalúa la disponibilidad sin tener en cuenta los tiempos debidos a espera operacional.

#### 3.4.2.2.- Confiabilidad (C)

Los parámetros característicos representativos de la confiabilidad son la tasa de fallas y el tiempo medio entre fallas (TMEF), este último se puede expresar analíticamente en la forma siguiente:

$$TMEF = \frac{\textit{Tiempo Total en Operación}}{\textit{Número Total de Fallas}} \quad \text{Ec. 3.5}$$

La confiabilidad de un equipo depende de la confiabilidad de sus componentes y de la forma en que están integrados entre si. La confiabilidad es por lo tanto un parámetro que depende exclusivamente del diseño, y su modificación implica cambiar el diseño. Si sustituimos un componente de un equipo por otro de calidad inferior, la confiabilidad del equipo disminuirá, y viceversa, si aumentamos la confiabilidad de un componente de un equipo puede aumentar la confiabilidad del equipo.

### 3.4.2.3.- Mantenibilidad (M)

Se define mantenibilidad de un equipo o sistema de equipos como la probabilidad de que, en caso de ocurrencia de falla, el equipo pueda ser restaurado a condición operativa en un intervalo de tiempo dado.

El parámetro característico de la mantenibilidad es el tiempo medio para reparar y se puede expresar analíticamente en la forma siguiente:

$$TMPR = \frac{\text{Tiempo Total de Reparaciones}}{\text{Número Total de Reparaciones}} \quad \text{Ec. 3.6}$$

La mantenibilidad es un parámetro mucho más complejo que la confiabilidad, depende de la confiabilidad y de otros parámetros adicionales, relacionados tanto con el diseño del equipo como con la organización y ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad depende de casi todos los componentes del tiempo fuera de servicio. Al examinar el tiempo fuera de servicio TMFS encontramos que, está integrado por el tiempo para mantener, el tiempo fallado, el tiempo de reposición a servicio y todas las demoras que puedan ocurrir, tanto debido a factores administrativos como a factores técnicos. El tiempo fuera de servicio TMFS depende además de otros factores ajenos al equipo mismo, como son:

- Las políticas de mantenimiento:
- Reparación contra reemplazo.
- Reparación operacional contra reparación en taller.
- Mantenimiento propio contra mantenimiento contratado.

#### **Las políticas de aprovisionamiento:**

- Reordenamiento de emergencia.
- Compra contra reparación.

- 
- 
- Política de control de inventario.

### **Las políticas de recursos humanos**

Finalmente el tiempo fuera de servicio TMFS depende de la calidad y el entrenamiento del personal humano responsable de dirigir y ejecutar las operaciones de mantenimiento. Algunos de los factores que influyen en la calidad del personal y su experticia para ejecutar las labores de mantenimiento son:

#### **Factores de selección**

- El nivel educativo
- La experiencia acumulada.
- Las aptitudes individuales
- La motivación para el trabajo.

#### **Factores de entrenamiento**

- Análisis de tareas.
- Procedimientos estandarizados.
- Equipos y herramientas.
- Seguridad.

De todo lo anterior se deduce que, el tiempo fuera de servicio TMFS, es parcialmente manipulable, particularmente mediante la modificación de factores ajenos al equipo y que tienen que ver esencialmente con la organización y sus procedimientos operativos, la calidad y entrenamiento del personal, la calidad del equipo de diagnóstico, la dotación de herramientas y los factores logísticos. En conclusión, podemos decir que la mantenibilidad es un parámetro de naturaleza compleja que, a diferencia de la confiabilidad, puede ser parcialmente manipulado a través del sistema de mantenimiento.



---

---

## CAPITULO IV

### **4.- Mantenimiento Productivo Total**

Mantenimiento Productivo Total es una filosofía Japonesa que se utilizara como base para el desarrollo de la nueva gestión de mantenimiento a implantar en Textilana, a los fines de su mejor entendimiento se hace necesario definir previamente una serie de conceptos que serán utilizados a lo largo de este Capítulo.

#### **4.1.- Definiciones Generales**

A continuación se definen una serie de conceptos necesarios para el mejor entendimiento del contenido que se presentará durante el desarrollo de este trabajo.

##### **4.1.1.- Just-in-time (JIT)**

Estrategia de fabricación según la cual el inventario de materiales o de productos terminados no debe permanecer ocioso durante mucho tiempo en la cadena de suministro. Es un sistema por el cual en lugar de acumular piezas y componentes las empresas optan por recibirlos en la cantidad necesaria y en el momento justo para cumplir con su cronograma de fabricación. Sincronización de las operaciones para evitar la acumulación de inventarios.

##### **4.1.2.- Calidad Total**

Filosofía, cultura, estrategia o estilo de gerencia de una empresa según la cual todas las personas en la misma estudian, practican, participan y fomentan la mejora continua de la calidad.

Este enfoque, primitivamente aplicado de manera interna en la empresa, ha evolucionado en los últimos años y tiende a incluir en la actualidad a los subcontratistas, suministradores, sistemas de distribución, entre otros.

#### 4.1.2.1.- Diagrama de Ishikawa.

Una herramienta de gran importancia para el análisis de la calidad es el diagrama causa efecto también conocido como espina de pescado, propuesto por K. Ishikawa. La técnica consiste en representar gráficamente las causas que conducen a un efecto determinado o característica de calidad. Si se desea cambiar el efecto, será necesario actuar en forma apropiada sobre las causas o factores que lo afectan. Para que la técnica tenga éxito será necesario asegurarse de que las causas o factores causales están todos bajo control. En el caso específico de mantenimiento será necesario revisar todos los sistemas de acción directa y de apoyo al mantenimiento. El número de factores causales de un efecto específico suelen ser muchos y revestirá especial importancia clasificarlos de tal forma que solo aquellos de mayor relevancia se tomen en cuenta. La práctica recomienda mantener listas de chequeo flexibles, que aun cuando sean elaboradas por analistas expertos tengan en cuenta las opiniones de todos los involucrados en el proceso.

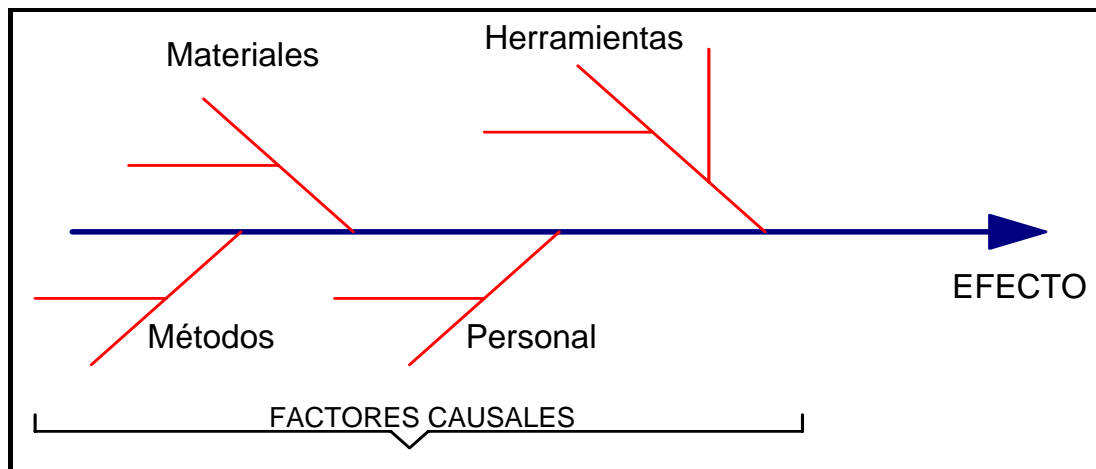


Figura 2.2.- Diagrama Causa Efecto de K. Ishikawa

#### 4.1.3.- Mantenimiento Autónomo

El Mantenimiento Autónomo (MA), está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de

---

---

herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

#### **4.1.3.1.- Objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo**

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Evitar el deterioro del equipo mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.

#### **4.2.- Definición de Mantenimiento Productivo Total**

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo", y se realiza mediante la colaboración de todos los empleados.

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades

---

---

competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos [3].

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

Ésta es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera en torno al mantenimiento, pero que alcanza y enfatiza otros aspectos como son: participación de todo el personal de la planta, eficacia total y sistema total de gestión del mantenimiento de equipos desde su diseño hasta la corrección, y la prevención. De esta manera se tiene:

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

TOTAL: PARTICIPACIÓN + EFICACIA + GESTIÓN
---

---

---

### **4.3. -Objetivos del TPM**

#### **4.3.1- Objetivo General**

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

#### **4.3.2. - Objetivos Estratégicos**

##### **4.3.2.1.- Mejorar la efectividad del equipo**

Examinando la efectividad de los equipos, identificando y eliminando todas las fallas que ocurren: pérdidas de tiempo muerto, de velocidad y por defectos.

##### **4.3.2.2.- Desarrollar el mantenimiento autónomo.**

Permitiendo a la gente que opera el equipo tomar responsabilidad de, al menos, las rutinas básicas de mantenimiento como inspección, lubricación y limpieza, así como de reparaciones básicas y mejoras al equipo.

##### **4.3.2.3.- Mantenimiento planeado.**

Este objetivo implica:

- Desarrollar un enfoque sistemático para todas las actividades de mantenimiento. Esto significa identificar la naturaleza y el nivel de mantenimiento preventivo para cada parte del equipo, la creación de estándares para las condiciones del equipo y la definición de las responsabilidades del personal operario y de mantenimiento.
- Capacitar a todo el staff en habilidades relevantes de mantenimiento. Las responsabilidades que sean definidas para el personal operario y de

---

---

mantenimiento requieren que cada uno cuente con un nivel necesario de habilidades para ejecutar sus roles.

- Desarrollar la administración anticipada de los equipos. Alcanzar cero fallas a través del TPM. Para ello se requiere desarrollar mantenimiento preventivo y predictivo, con lo que se pueden anticipar las fallas y llevar estas condiciones al diseño de los nuevos equipos con el fin de reducir el costo de mantenimiento en producción.

En fin el proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

#### **4.3.2.4.- Objetivos Operativos**

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías ni fallas, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

#### **4.3.2.5.- Objetivos Organizativos**

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

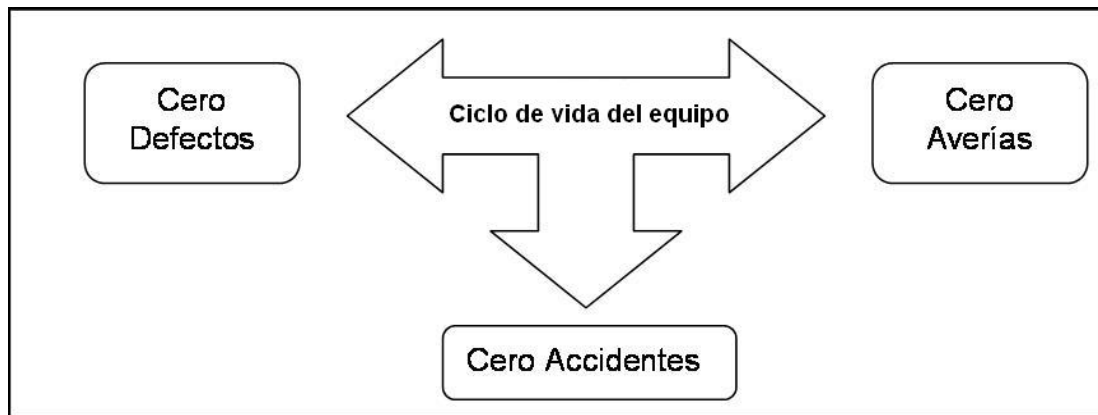
#### **4.3.3. Alcances**

Para alcanzar con éxito el objetivo del TPM se hace necesario:

- La participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos para alcanzar con éxito el objetivo.
- La creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de equipos. Es lo que se da a conocer como objetivo:

EFICACIA GLOBAL: Producción + Gestión de Equipos

La implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes que se produzcan y se consigan los objetivos:



**Figura 4.1.- Ciclo de Vida del Equipo**

La implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.

Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

#### **4.4.- Origen del TPM**

En el mundo de hoy para una empresa poder sobrevivir debe ser competitivo y para ello debe cumplir con tres condiciones:

- 
- 
- Brindar un Producto de óptima calidad.
  - Tener costos competitivos: una buena gerencia y sistemas productivos eficaces pueden ayudar a alcanzar esta meta.
  - Realizar las entregas a tiempo: aquí se aplican los conceptos del JIT (Justa in Time).

Cuando nacieron los diferentes sistemas de calidad de una o de otra manera todos y cada uno enfocaba su atención en una o más de las llamadas “5 M”:

- 1.Mano de obra.
- 2.Medio ambiente.
- 3.Materia Prima.
- 4.Métodos.
- 5.Máquinas.

Sin embargo en Norteamérica y Europa nunca se concentro en la última de las cinco “M”, las máquinas; sino que por el contrario se olvidaron de este aspecto y se concentraron en los otros 4, lo que nunca permitió que sus sistemas alcancen el máximo de su potencial. Es aquí donde entra en escena un nuevo método que toma en cuenta a las “5 M” y ofrece maximizar la efectividad de los sistemas. Así nace el TPM.

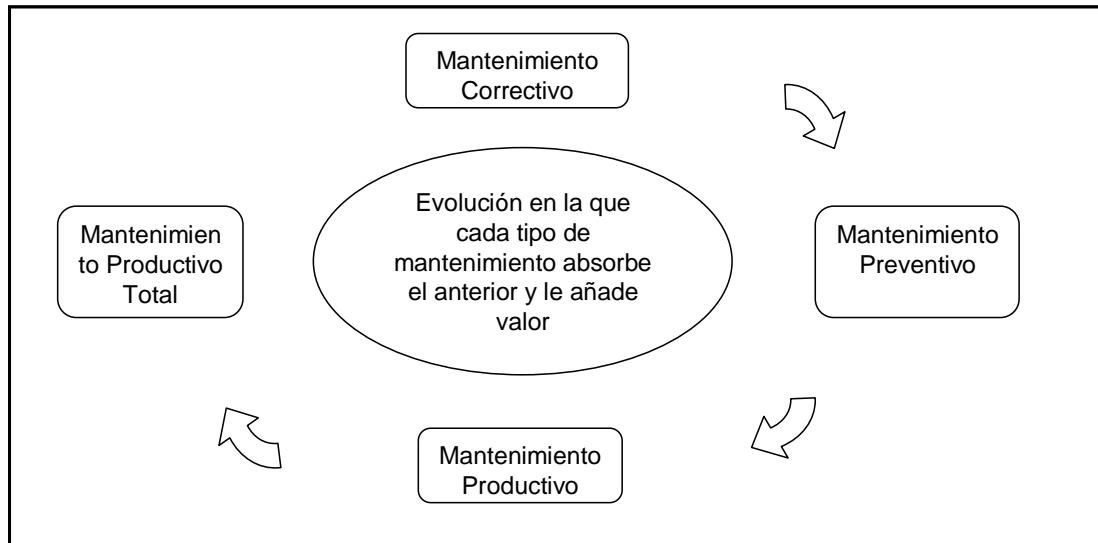
#### **4.5.- Evolución del mantenimiento hasta la implantación del TPM**

En el contexto en el que se desarrollan en la actualidad los procesos de producción, con una exigencia cada vez mayor de eficiencia y calidad, resulta obligado plantearse como obtener mejoras partiendo de una optimización de la gestión de mantenimiento. La búsqueda de la competitividad de la empresa en el mercado actual nos va a llevar sin duda a un replanteamiento del sistema vigente de gestión del mantenimiento. La Competitividad no se alcanzara sin una correcta gestión de la producción y a la vez



del mantenimiento de sus equipos. Para alcanzar los objetivos de la calidad, productividad y rendimiento esperados.

El TPM parte de las bases del mantenimiento preventivo y comienza a implantarse en los años setenta en Japón. Ya que este llega a ser un programa de gestión del mantenimiento efectivo e integrado que engloba a los anteriores tipos de mantenimiento tal como se aprecia a continuación:



**Figura 4.2.- Evolución del Mantenimiento**

Sus diferencias básicas serán la incorporación de conceptos innovadores. Destacan entre ellos el Mantenimiento Autónomo, llevado a cabo por los propios operarios de producción, y la implicación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de en la planta, en alcanzar los objetivos propuestos por la empresa, y la creación de una cultura propia que estimule el trabajo en equipo y eleve la moral del personal.

Se llega así a la filosofía del TPM, que adoptará el concepto de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos, de ahí que ya no se hable de mantenimiento productivo, sino de Mantenimiento Productivo Total, que será un nuevo concepto de mantenimiento. Será en este momento, y mediante la introducción del mantenimiento autónomo como parte importante y primordial del TPM, en el que se consiguen el equilibrio total de la tarea de mantenimiento

---

---

gestionadas de forma conjunta entre el personal de producción y el de mantenimiento.

Así pues, el TPM nace como consecuencia de la implantación de distintas etapas: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento productivo, en una evolución fundamentada en la filosofía de la mejora continua (Cansen), donde cada frase se ha caracterizado por un enfoque propio que finalmente sirve de base y desarrollo de la siguiente etapa, dar lugar al desarrollo e implantación del TPM.

#### **4.6.- Implantación del programa TPM**

La implantación del TPM tiene como objetivo fundamental la obtención del máximo rendimiento y eficacia global de un sistema productivo a través de la correcta gestión de los equipos que lo forman. Esta implantación comprenderá el desarrollo de las siguientes actividades:

- Incremento de la duración del ciclo y de la calidad de la vida de los equipos.
- Establecimiento del Mantenimiento Autónomo en el propio puesto de trabajo.
- Reordenación de las tareas del departamento de mantenimiento hacia la prevención.
- Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo optimizada.
- Mejora de la función habilidad y mantenimiento de los equipos.

##### **4.6.1.- Formación y entrenamiento del personal productivo y de mantenimiento.**

El TPM deberá cumplir los siguientes puntos tratar de alcanzar las condiciones de funcionamiento óptimas. Eliminación de los aspectos que merman el rendimiento de los sistemas productivos a partir de los equipos (pérdidas).

- Asignación de tareas de limpieza, mantenimiento y prevención a los operarios del proceso.

- 
- 
- Implantación de las mejoras que se consideren oportunas en lo quipos y sus necesidades de mantenimiento.
  - Planificación del conjunto de acciones que compondrán el programa de mantenimiento y gestionarlas adecuadamente.

#### **4.6.2.- Etapas de la implantación de un programa TPM**

El desarrollo de un programa TPM se lleva a cabo normalmente en cuatro fases claramente diferenciadas con unos objetivos propios en cada una de ellas:

- Preparación
- Introducción
- Implantación
- Estabilización

Estas fases vamos a desarrollarlas en un total de doce etapas, que abarcan desde la decisión de aplicar una política de TPM en la empresa hasta la consolidación de la implantación y la búsqueda de objetivos más ambiciosos, como serán el conseguir la implantación de un Mantenimiento Preventivo, e incluso un paso más allá con la introducción del Mantenimiento Predictivo.

Cada una de estas etapas forma parte de lo que se llama proceso de implantación de un sistema de calidad orientado hacia la mejora continua y que aplicado a la gestión del mantenimiento recibe el nombre de TPM.

##### **4.6.2.1.- Fase de preparación**

Esta fase es fundamental para establecer una planificación cuidadosa del programa TPM que evite o limite al máximo futuras modificaciones durante su implantación.

**4.6.2.1.1- Etapa 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar el TPM**

La alta dirección debe informar a todos los empleados y órganos empresariales de su intención de implantar el TPM y transmitir su entusiasmo por el proyecto. Esto puede llevarse a cabo a través de reuniones internas, boletines informativos, etc., donde se explica el concepto, metas y resultados esperados.

Previo a dar este paso va a resultar imprescindible que la alta dirección tenga la completa convicción, primero, de la necesidad y, segundo, de la utilidad de implantar un programa TPM.

Fase	Etapa	Aspectos de Gestión
Preparación	1.Decisión de aplicar el TPM en la empresa	La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa, etc.
	2.Información sobre TPM	Campañas informativas a todos los niveles para la introducción del TPM
	3.Estructura promocional del TPM	Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM. Crear oficina de promoción del TPM
	4.Objetivos y políticas básicas TPM	Analizar las condiciones existentes; Establecer objetivos, prever resultados.
	5.Plan maestro de desarrollo del TPM	Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ello.
Introducción	6.Arranque formal del TPM	Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas
	7.Mejorar la efectividad del equipo	Seleccionar un(os) equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar
	8. Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo.	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada.
Implantación	9.Desarrollar un plan de mantenimiento planificado	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo.
	10.Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñarán a los miembros del grupo correspondiente.
	11.Gestión temprana de equipos	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad
Consolidación	12.Consolidación del TPM y elevación de metas	Mantener y mejorarlos resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que puede basarse en la aplicación del ciclo PDCA.

**Figura 4.3.- Etapas Comprendidas en cada fase de la implantación de un sistema T.P.M.**

---

---

#### **4.6.2.1.2.- Etapa 2: Información sobre el TPM**

La segunda etapa comprende una política de difusión al alcance de todo el mundo que permita entender el concepto de TPM.

Se consigue mediante la realización de campañas informativas que pretenden hacer comprender a todo el personal, el porqué de la introducción del TPM en la empresa. Un aspecto fundamental de esta etapa es eliminar la resistencia que emana en toda planta cuando se promulga la decisión de introducir un cambio que va a afectar a un colectivo de la plantilla. El TPM supondrá que la división del trabajo y la especialización (que supone que los operarios manejan el equipo, el personal de mantenimiento lo repara), desaparecerá con el TPM, lo que a su vez será en un obstáculo a superar.

Con el fin de garantizar que todos comprenden las características del TPM y valoran sus beneficios se organizan jornadas de entrenamiento adecuadas para cada nivel.

#### **4.6.2.1.3.- Etapa 3: Estructura promocional del TPM**

La promoción del TPM se lleva a cabo a través de una estructura de pequeños grupos que se solapan en toda la organización.

Cada líder de grupo es miembro de otro grupo del nivel superior. De esta manera existe conexión entre niveles y la comunicación horizontal y vertical es más fluida. El presidente o gerente de la compañía será el líder del Comité de Promoción del TPM en la empresa. El director de cada planta será el líder del Comité de Promoción del TPM en la planta. El director de cada módulo será el líder del comité de Promoción del TPM en su sección. Habrá pequeños grupos locales o multidisciplinares, que formarán pequeños grupos de trabajo TPM, y cada uno de ellos dispondrá de un líder calificado. Se entrenará y formará a los operarios.

---

---

#### **4.6.2.1.4.- Etapa 4: Establecer Políticas básicas TPM y fijar objetivos**

En esta etapa la alta dirección deberá incorporar el TPM a la política estratégica de la compañía; así mismo, fijará los objetivos concretos a alcanzar y las directrices a seguir a medio y largo plazo.

Un objetivo concreto significa expresarlo en lo posible de manera cuantitativa y precisa, que todo el mundo pueda comprenderlo. Los objetivos deben ser ambiciosos, pero alcanzables.

Como paso previo a los objetivos deberemos analizar cual es el punto de partida de la empresa, y tener así una base de referencia. Esto implica conocer la situación actual de la empresa, disponer de datos numéricos sobre averías, tasa de defectos, rendimiento, etc.

Con esta información se podrán establecer niveles deseables de mejoras con objetivos medibles y alcanzables. No sirve de nada fijarse unos objetivos excesivamente elevados y que lleven ineludiblemente al desánimo cuando éstos no se consiguen

#### **4.6.2.1.5.- Etapa 5: Desarrollo de un plan maestro TPM**

Este es un paso importante ya que en él se trata de establecer un plan concreto para la implantación del TPM que integra las actividades a desarrollar para conseguir las metas propuestas. Las principales actividades que deberá contener son:

Establecimiento de un programa de mantenimiento autónomo llevado a cabo por los propios operarios.

- Mejora de la efectividad del equipo
- Establecimiento de un programa de mantenimiento planificado por personal de mantenimiento.
- Aseguramiento de la calidad
- Gestión temprana de equipos.
- Formación y entrenamiento para aumentar aptitudes personales.

---

---

#### **4.6.2.2.- Fase de Introducción**

##### **4.6.2.2.1.- Etapa 6: Arranque del TPM**

Esta etapa será realmente la de la puesta en práctica del TPM. Resulta aconsejable organizar un acto formal de presentación al que asistan todos los empleados y clientes o representantes de empresas relacionadas, en donde se informe de las actividades llevadas a cabo en la fase de preparación y de los planes futuros. La alta dirección debe procurar que su interés por el TPM alcance a toda la empresa, inyectando moral y disposición hacia el TPM a todos sus trabajadores.

#### **4.6.2.3.- Fase de Implantación**

En la fase de implantación deben desarrollarse las actividades planificadas, con la adecuada asignación de las responsabilidades y el acuerdo acerca de las fechas de implantación de las mismas.

Para evitar caer en demoras y retrasos excesivos, así como en la falta de coordinación que puede darse en la introducción de un nuevo sistema de gestión, es importante ajustarse a los plazos previstos en el plan de implantación; es por este motivo que será necesario tener asignados por cada objetivo una fecha y un responsable.

##### **4.6.2.3.1.- Etapa 7: Mejorar la efectividad del equipo.**

Se organizan grupos de trabajo multifuncionales compuestos por ingenieros de producción, personal de mantenimiento y operarios con el propósito de eliminar las pérdidas y mejorar la efectividad del equipo deberá seleccionarse un equipo que sufra pérdidas crónicas y, una vez medidas y evaluadas cuidadosamente, se actuará de forma que se obtengan mejoras significativas en un período de aproximadamente tres meses.

---

---

**4.6.2.3.2.- Etapa 8: Establecer un programa de mantenimiento autónomo.**

El mantenimiento autónomo es una de las características más inherentes al TPM. De hecho, la especialización producción-mantenimiento, "los operarios manejan los equipos, el personal de mantenimiento los repara", se mantiene vigente hasta que aparece el mantenimiento autónomo en un programa TPM. En efecto, tras la implantación del TPM, los operarios de producción participan en las funciones de mantenimiento diarias y en actividades de mejora que evitan el deterioro acelerado.

**4.6.2.3.3.- Etapa 9: Establecimiento de un programa de mantenimiento planificado.**

Esta etapa consiste en desarrollar un programa de mantenimiento periódico o programado para que pueda ser llevado a cabo por el departamento de mantenimiento. El personal del mismo debe centrar sus energías en las tareas que requieren su propia experiencia técnica y aprender técnicas más sofisticadas de mantenimiento, al tiempo que coopera con el mantenimiento autónomo.

**4.6.2.3.4.- Etapa 10: Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento.**

Para llevar a cabo un mantenimiento eficaz es importante mejorar las habilidades de los recursos humanos de que dispone la empresa. Por ello, en las etapas iniciales de la implantación del TPM conviene realizar un esfuerzo especial pero muy valioso en la formación de los empleados. Una vez puesto en marcha el TPM, se evaluará periódicamente a cada persona para fijar planes de formación para la fase siguiente.

**4.6.2.3.5.- Etapa 11: Creación de un programa de gestión temprana de equipos.**

El programa de gestión temprana de equipos tiene como objetivos la prevención del mantenimiento y un diseño de nuevos equipos que minimicen el mantenimiento e



---

---

incluso estén exentos de él. Para conseguir estos objetivos, hay que actuar desde el nacimiento del equipo, su proyecto inicial, hasta su madurez, en la que tendrá lugar su operación normal con producción estable de procesos de productos de calidad.

#### **4.6.2.3.6.- Etapa 12: Consolidación del TPM y elevación de los objetivos**

El último paso de un programa TPM es mantener y perfeccionar las mejoras obtenidas a lo largo de cada una de las etapas anteriores. Hay que cuantificar el progreso alcanzado y darlo a conocer a todos los empleados para que comprendan y valoren las consecuencias de su trabajo diario. A partir de ahora hay que adoptar una filosofía de mejora continua, revisando los objetivos establecidos y fijando otros más ambiciosos.

#### **4.7.- Prevención de Averías**

Las actividades básicas a tener en cuenta en el desarrollo de un programa efectivo del TPM van a ser las siguientes:

- Incrementar la efectividad del equipo.
- Implantación de un programa de Mantenimiento Autónomo.
- Implantación de un programa de Mantenimiento Planificado.
- Formación y capacitación del personal involucrado.
- Implantación de un programa de Prevención de Mantenimiento.

En estas etapas la etapa de prevención tiene un papel directo y por supuesto importante.

#### **4.8.- Eficiencia global de los equipos**

De acuerdo a lo expuesto hasta el momento, el TPM permite mejorar la eficacia con la que operan los equipos e instalaciones productivas, y como resultado de ello puede

aumentar considerablemente la eficiencia del sistema productivo.

Las posibles mejoras en los equipos productivos y su operativa se centrarán especialmente, en las pérdidas, tanto las crónicas como las esporádicas, las provocadas por causa única, por causas múltiples, o bien por causas relacionadas. Su identificación y posterior reducción o eliminación será lo que permita progresar hacia el rendimiento óptimo del equipo en cuestión.

Por esto será conveniente definir una magnitud que englobe a otras que permitan conocer aspectos relevantes de la eficiencia del equipo. Éstas vendrán representadas por la disponibilidad, la efectividad, y la calidad, cada uno de estos coeficientes hace referencia a directa a las grandes pérdidas que ocurren en el sistema productivo, en la siguiente figura se muestran de manera esquemática:

COEFICIENTE DE EFICIENCIA	TIPOS DE PÉRDIDAS
DISPONIBILIDAD (D)	1.- Averías
	2.- Tiempos de Preparaciones
EFECTIVIDAD (E)	3.- Paradas y Tiempos de vacíos
	4.- Reducciones de velocidad
CALIDAD (C)	5.- Productos Defectuosos y Reprocesados
	6.- Puestas en marcha sin producto real

**Figura 4.4.- Relación de los coeficientes de eficiencia global del equipo 6 pérdidas**

Así resulta que el Rendimiento o eficiencia global de equipos productivos es:

$$EG = D * E * C \quad \text{Ec. 4.1}$$

Donde:

D = Coeficiente de disponibilidad o fracción de tiempo que el equipo está operando.

E = Efectividad o nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro.

C = Coeficiente de calidad o fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad.

Por esto la implantación de un programa de Mantenimiento Productivo Total no sólo va a centrarse en la reducción de averías, sino que tratará de atacar cualquier elemento, acción o falta de ella, que obstaculice o reste eficacia al equipo. El término global que acompaña a la eficiencia hace referencia a que quedan incluida y son

---

---

consideradas todas y cada una de las pérdidas que el TPM intenta reducir o eliminar. En definitiva un incremento de la eficiencia global del equipo se traduce en un incremento en productividad, reducción del número de fallas, reducción de los accidentes, entre otros.

---

---

## CAPITULO V

### 5.- Diagnóstico del Sistema de Mantenimiento de la Empresa

Uno de los componentes principales que permitirán lograr el desarrollo de una gestión de mantenimiento eficaz es la determinación del estado en el que se encuentra la gestión de mantenimiento en la empresa, por esta razón se llevó a cabo un estudio de la situación actual del sistema de mantenimiento que se aplica en La Planta. Para esto, se efectuó una evaluación cualitativa fundamentada en entrevistas al personal de mantenimiento, operarios, supervisores, gerentes e inspecciones visuales. Sumado a esto, se utilizó la norma COVENIN 2500-93 que contempla un método de evaluación cuantitativo con el fin de determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que respecta al mantenimiento mediante el análisis y calificación de los siguientes aspectos:

- Organización de la empresa.
- Organización de la función de mantenimiento.
- Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- Competencia del personal.

#### 5.1.- Evaluación cualitativa

Luego de realizadas las entrevistas y las inspecciones visuales en la planta se pudo determinar que el sistema de mantenimiento posee las siguientes fortalezas y debilidades:

##### 5.1.1.- Fortalezas

- **Motivación e Incentivos por parte de la Gerencia:** La dirección de la empresa tiene conocimiento de la importancia del mantenimiento y su influencia sobre la calidad y la producción, ya que está convencida de que con

---

---

una buena administración de mantenimiento se pueden lograr sus objetivos a mediano y largo plazo.

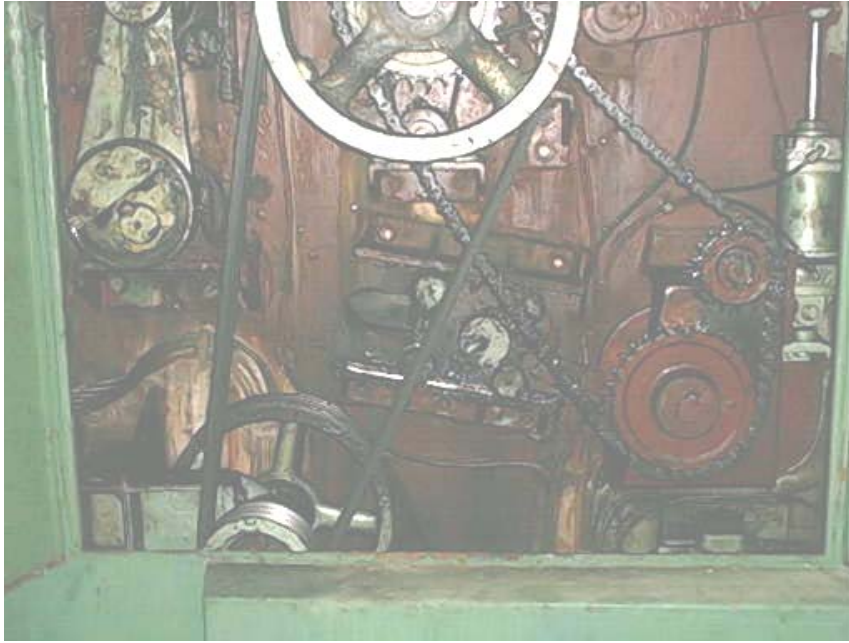
- **Apoyo Administrativo:** La organización de mantenimiento cuenta con el apoyo de la administración de la empresa; en cuanto a recursos humanos, financieros y materiales.
- **Personal con Experiencia:** La organización cuenta con personal de gran trayectoria y experiencia en el área de mantenimiento de equipos textiles.
- **Disponibilidad de talleres:** Cuenta con un espacio exclusivo para la práctica del mantenimiento de los equipos de planta.

#### 5.1.2.- Debilidades

- **Desorden en el manejo de información técnica:** Los sistemas de catalogación de equipos y manuales, registros de fallas y reparaciones son deficientes.



**Fig. 5.1 Fijadora Konicrab**



**Figura 5.2 Lavadora al ancho Hemmer**

En las figuras 5.1 y 5.2 se pueden observar la situación actual en cuanto al mantenimiento que poseen los equipos debido a que no se realizan ni se planifican rutinas de mantenimiento preventivo.

- **No se tiene planificación y control de las actividades de mantenimiento:** No existe registro de tiempos de parada, costos de mantenimiento, materiales y repuestos requeridos, estándares de tiempo empleados, causas y consecuencias de fallas.
- **No están bien definidas las Funciones y responsabilidades:** Existe duplicidad de funciones del personal que realiza el mantenimiento.

Para completar la evaluación cualitativa de la empresa se realizó un diagrama de Ishikawa (causa-efecto), para visualizar las causas que conducen a la “Baja Productividad” de la empresa, logrando así identificar los agentes que están generando este efecto y de esta manera ejecutar las acciones apropiadas sobre las causas o factores que la afectan. A través de esta herramienta se podrán tomar en cuenta los causales que se deben mantener bajo control, como resultado se obtuvo el siguiente diagrama causa-efecto:

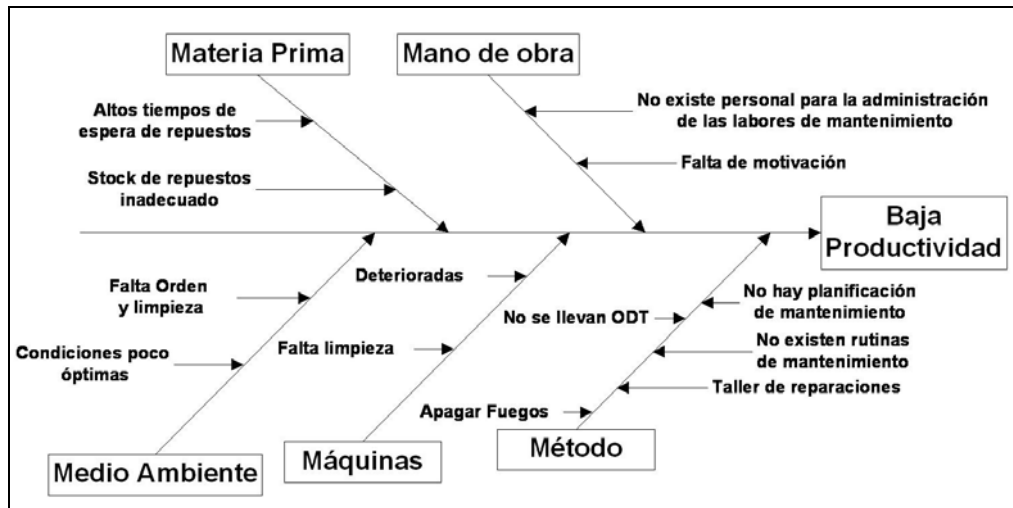


Figura 5.3.- Diagrama causa-efecto motivado al mantenimiento

## 5.2.- Evaluación cuantitativa

A continuación se presenta la ficha de evaluación obtenida como resultado de la aplicación de la norma COVENIN 2500-93.

Las puntuaciones a obtener estarán en base a un máximo valor (columna C) es decir que en las áreas evaluadas donde la puntuación se aproxime valor máximo se estarán cumpliendo en mayor proporción los objetivos del mantenimiento.

Las barras azules indicaran los porcentajes de los valores obtenidos de manera gráfica.

Sistema de mantenimiento															
Ficha de Evaluación															
Fecha: 15 de Enero 2004															
Evaluador: Báez Alvarado, Padrón Gonzalez															
Inspección N°: 0001															
Empresa: Textilana, S.A.															
A	B	C	D(D1+D2+...Dn)	E	F	G%					100				
Area	Principio Básico	Pts		Total DEME.	Ptos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I Organización de la empresa	1. Funciones y responsabilidades	60	10+20+0	30	30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2. Autoridad y autonomía	40	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3. Sistema de información	50	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total Obtenible</b>	<b>150</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>120</b>											
II Organización de mantenimiento	1. Funciones y responsabilidades	80		80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. Autoridad y autonomía	50		0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3. Sistema de información	70		70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total Obtenible</b>	<b>200</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>50</b>											
III Planificación de mantenimiento	1. Objetivos y metas	70		70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. Políticas para planificación	70		70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3. Control y evaluación	60		60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total Obtenible</b>	<b>200</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>0</b>											
IV Mantenimiento rutinario	1. Planificación	100		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. Programación e implantación	80		80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3. Control y evaluación	70		70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total Obtenible</b>	<b>250</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>0</b>											
V Mantenimiento programado	1. Planificación	100		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. Programación e implantación	80		80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3. Control y evaluación	70		70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total Obtenible</b>	<b>250</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>0</b>											
VI Mantenimiento circunstancial	1. Planificación	100		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. Programación e implantación	80		80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3. Control y evaluación	70		70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total Obtenible</b>	<b>250</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>0</b>											
VII Mantenimiento correctivo	1. Planificación	100		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. Programación e implantación	80		80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3. Control y evaluación	70	15+15+0+20	50	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	<b>Total Obtenible</b>	<b>250</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>20</b>											
VIII Mantenimiento Preventivo	1. Determinación de parámetros	80		80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. Planificación	40	10+20	30	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	3. Programación e implantación	70	15+15+10+10+10+	50	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. Control y Evaluación	60	10+	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Obtenible</b>	<b>250</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>30</b>												
IX Mantenimiento por avería	1. Atención a las fallas	100	5+20+15+8+15+5	68	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	2. Supervisión y Ejecución	80	0+5+5+10+5+0+0+2	27	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
	3. Información sobre Averías	70		70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total Obtenible</b>	<b>250</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>85</b>											
X Personal de mantenimiento	1. Cuantificación de las nec. pers.	70		70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. Selección y formación	80		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	3. Motivación e incentivos	50		40	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	<b>Total Obtenible</b>	<b>200</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>50</b>											
XI Apoyo Logístico	1. Apoyo administrativo	40		0	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	2. Apoyo gerencial	40		30	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	3. Apoyo General	20		5	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	<b>Total Obtenible</b>	<b>100</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>65</b>											
XII Recursos	1. Equipos	30		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	2. Herramientas	30		0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	3. Instrumentos	30		10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. Materiales	30		5	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	5. Repuestos	30		5	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	<b>Total Obtenible</b>	<b>150</b>	<b>Total Obtenido</b>	<b>70</b>											

Figura 5.4.- Ficha de evaluación

Según los resultados obtenidos a través de la evaluación se observó que solo existen fortalezas en los siguientes principios básicos:

- Organización de la empresa:
  - ☞ Autoridad y autonomía 100%.
  - ☞ Sistemas de información 100%.



- 
- 
- Organización de mantenimiento:
    - ☞ Autoridad y autonomía 100%.

El resto de las áreas evaluadas reflejaron un porcentaje menor o igual a 50%.

Se observó que la empresa esta operando de manera deficiente y se deben emprender acciones para mejorar su gestión de mantenimiento, ya que se obtuvo un porcentaje global de 16,80 %. Es decir un porcentaje mucho menor al 50%, que es el mínimo esperado para una empresa que posea una gestión medianamente buena.

---

---

## CAPÍTULO VI

### 6.- Desarrollo de los planes de mantenimiento

Luego de la determinación de la situación actual del mantenimiento de la empresa se comenzó con el desarrollo de los nuevos planes o rutinas de mantenimiento a implantar en Textilana S.A. Para esto inicialmente se llevó a cabo un estudio exhaustivo de toda la información de los equipos existente en la planta, luego de obtenida toda esta información se consideró la realización de un análisis de criticidad para la identificación de los componentes que se consideran críticos de cada área, la catalogación del componente como crítico supondría la exigencia de establecer algunas tareas eficientes de mantenimiento preventivo o predictivo que permita impedir sus posibles causas de falla. De ésta manera se realizaron las rutinas de mantenimiento basada en la revisión de toda la información adquirida y se generaron los planes de mantenimiento preventivo de los equipos logrando así organizar las paradas programadas de mantenimiento de los sistemas. Finalmente para el procesamiento de la información se realizó una nueva codificación de los equipos. Siguiendo este orden de ideas a continuación se desplegará con más detalle lo antes expuesto.

#### 6.1.- Recolección de Información

La recolección de información se realizó principalmente con la ayuda de los manuales de los equipos, la experiencia de los operadores y del personal de mantenimiento, ya que para la elaboración del AMEF se requería de la siguiente información:

- Información de fallas y servicios
- Planteamiento de los sistemas a estudiar
- Información de manuales e equipos
- Frecuencias y causas de fallas más comunes

---

---

En nuestro caso no se contó con los historiales de falla debido a que este tipo de información no se llevaba registrada en la planta, por esto el estudio de análisis de modo y efecto de falla se vio limitado a un área en específico denominada “Servicios Generales” la cual es de gran importancia dentro del proceso productivo ya que incluye el sistema de vapor, que es el que alimenta a la mayoría de los equipos dentro de la planta.

La información de este sistema se lleva registrada debido a que el mantenimiento se lleva a cabo a través de un ente externo.

## **6.2.- Análisis de criticidad**

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo empleado para esto.

Para la determinación de la criticidad de la falla de un equipo deben considerarse dos aspectos: su probabilidad de aparición y su severidad para lo cual se realizaron las tablas de efecto de fallas y probabilidad de falla. Las probabilidades de falla miden la frecuencia estimada de ocurrencia de la falla considerada, mientras que el efecto de la fallas mide la gravedad que el impacto de esa falla puede provocar sobre la instalación.

El método clásico de evaluación de la criticidad de los componentes de un subsistema consiste en la determinación, en primer lugar, de las funciones que debe realizar un subsistema considerado dentro del conjunto de la instalación o dentro del sistema como tal, así como sus fallas funcionales asociadas. Para cada uno de estas fallas funcionales, se identifican aquellos componentes cuya falla da lugar a la falla funcional en estudio, provocando efectos negativos en la instalación. Esta evaluación se realiza normalmente mediante la conocida técnica de fiabilidad denominada “Análisis de modos y efectos de fallas” (AMEF).

Para la elaboración del análisis de criticidad en la planta, se distribuyó el área productiva en 8 sistemas definidos según su función:

Área
Mantenimiento
Acabado
Control de Calidad
Preparación
Servicios Generales
Telares
Tintorería
Zurcido

**Figura 6.1.-** Tabla de distribución de las áreas productivas

A su vez, a cada sistema se le fue definido los subsistemas que lo componen:

Área Productiva	Nombre
Acabado	Autoclave decatizado
Acabado	Barca de Teñir
Acabado	Barca de Teñir
Acabado	Batán radical
Acabado	Centrífuga
Acabado	Centrífuga
Acabado	Decatizadora Abierta
Acabado	Desgrasadora
Acabado	Desgrasadora
Acabado	Desgrasadora
Acabado	Jigger
Acabado	Konticrab
Acabado	Lavadora a lo ancho
Acabado	Lavadora a lo ancho
Acabado	Lavadora Batán
Acabado	Plegadora
Acabado	Prensa Cubeta
Acabado	Rama
Acabado	Tundidora
Acabado	Bobinadora
Preparación	Bobinadora
Preparación	Fileta
Preparación	Maq. de pasar hilo
Preparación	Urdidor
Servicios Generales	Caldera
Servicios Generales	Caldera
Servicios Generales	Caldera

**Tabla 6.2.-** Tabla de subsistemas

Una vez completados y definidos los sistemas se establecen las tablas de efectos y consecuencias (costos de pérdidas de producción, costos de mantenimiento, seguridad personal y alimentaria e impacto ambiental) y probabilidades de fallas, siendo esta etapa de gran importancia debido a que en ésta se fijan los niveles de consecuencia que se utilizarán luego para determinar el riesgo de falla.

Se establecieron los valores con el soporte del equipo de trabajo conformado por el personal de mantenimiento, estos nos permitirán una lógica selección de las acciones del AMEF.

Estas Tablas se utilizaron para el cálculo del nivel de criticidad con el que se tomaron las decisiones para realizar las tareas de mantenimiento, en la zona roja o área crítica de la tabla de Factores de Riesgo, se tomó el mayor énfasis para establecer los planes de mantenimiento, la zona amarilla es para las fallas intermedias y la zona verde RTF por sus siglas en inglés Run to Failure (Operar hasta fallar) es para las fallas a las cuales se les aplicará mantenimiento correctivo.

<b>PROBABILIDAD DE FALLA</b>	<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>
<b>REMOTA</b>	Fallas mayores de 3 años
<b>MUY BAJA</b>	Fallas entre 1 y 3 años
<b>BAJA</b>	Fallas entre 6 meses y 1 año
<b>MODERADA</b>	Fallas entre 3 meses y 6 meses
<b>ALTA</b>	Fallas entre 1 mes y 3 meses
<b>MUY ALTA</b>	Fallas entre 1 semana y 1 mes
<b>EXTREMADA</b>	Falla todos los días

**Figura 6.4.- Tabla de Probabilidad de Falla.**

CODIGO	EFECTO DE LA FALLA	
	A	Producción
Seguridad		Perdida de vida, partes del cuerpo, incapacidad
Mantenimiento		Daño de equipo, reparación > 5000
B	Producción	Perdida de Producción entre 7,000 US y 5,000 US (2 y 3 horas)
	Seguridad	Herida menor, primeros auxilios o medico
	Mantenimiento	Daño de equipo, reparación entre 4,000 y 5,000 US
C	Producción	Perdida de producción entre 5,000 US y 2,500 US (1 y 2 horas)
	Seguridad	Potencial Heridas a personas
	Mantenimiento	Daño de equipo reparación entre 4,000 y 2,500 US
D	Producción	Perdida de producción < 2,500 US (1 hora)
	Seguridad	Herida superficial
	Mantenimiento	Daño de equipo reparación < 2,500 US
M	Producción	Ningún Efecto
	Seguridad	Ningún Efecto
	Mantenimiento	Ningún Efecto

Figura 6.3.- Tabla de efectos de Falla.



Figura 6.5. Tabla de Factores de Riesgo.

Ya que no se contaba con una data de falla precisa, se inició el análisis determinando las causas y frecuencia de las fallas más comunes para cada uno de los subsistemas, de esta manera se obtuvo:

## Área 05: Servicios Generales

### Subsistema 16 - 17: Calderas

CAUSAS DE FALLAS MAS COMUNES	Frecuencia	
	Caldera 1	Caldera 2
Valvula de seguridad	Bianual	Bianual
Valvula Solenoide	Anual	Bianual
Motor del quemador	4 años	Bianual
Filtro de Aire	Semestral	Semestral
Fugas de Agua	Semestral	Semestral
Quemador	Bianual	Bianual
Visor Posterior de la llama	Anual	Anual
Sensor de Temperatura	Anual	Anual
Falla de gas	Bianual	Bianual
Control programable	Anual	Bianual
Microswitch	Bianual	Bianual
Difusor	Anual	Bianual
Tuberías de agua	Bianual	Bianual
Foto celda	Bianual	Bianual
Túberías de vapor	Anual	Anual
Tuberías de gas	4 años	4 años
Presostato de seguridad	Bianual	Bianual
Válvula de purga de fondo	Semestral	Semestral

Figura 6.6.- Tabla de Causas de fallas

Ver anexo V donde se encuentran las planillas de causas de fallas más comunes de cada subsistema de servicios generales.

#### 6.2.1.- AMEF y Criticidad

Posterior a la determinación de la frecuencia de ocurrencia se realizó la evaluación con la utilización de las tablas de Efectos de Fallas, Probabilidad de las fallas y Factor de riesgo, dando como resultado:

ANÁLISIS DE EFECTOS DE FALLA					
SUBSISTEMA: CALDERAS					
COMPONENTE	CAUSAS DE LA FALLA	EFEECTO DE LA FALLA	FRCUENCIA DE LA FALLA	EFEECTO DE FALLA	RIESGO
Caldera 01	Obstrucción de válvula de seguridad	Fugas de Agua	Remota	A	5
Caldera 01	Falla de la válvula solenoide	Alarma Esporádica	Muy Baja	M	2
Caldera 01	Falla de rodamientos en el motor del quemador	Alarma Esporádica	Remota	A	5
Caldera 01	Ruptura del filtro de aire	Alarma Esporádica	Baja	M	3
Caldera 01	Picadura en la tubería de agua	Fugas de agua	Baja	M	3
Caldera 01	Desgaste en la boquilla del quemador	Alarma Esporádica	Remota	A	6
Caldera 01	Descalibración del sensor de temperatura	Alarma Esporádica	Muy Baja	B	5
Caldera 01	Falla del suministro de gas	Alarma Esporádica	Remota	B	4
Caldera 01	Falla electrónica en el control programable	Alarma Esporádica	Muy Baja	B	5
Caldera 01	Grietas en las tuberías de agua	Fugas de Agua	Remota	M	1
Caldera 01	Picaduras tuberías de vapor	Fugas de Vapor	Muy Baja	C	4
Caldera 01	Agrietamiento en las conexiones de las tuberías de gas	Fugas de Gas	Remota	A	5
Caldera 01	Descalibración del presostato de seguridad	Alarma Esporádica	Muy baja	D	3
Caldera 01	Obstrucción de la válvula de purga de fondo	Fugas de agua	Moderada	A	8

**Figura 6.7. Tabla de Análisis de Modo y Efectos de Falla**

Con esta tabla se puede observar los componentes de los subsistemas que causan fallas, la frecuencia con la que ocurren, sus efectos de fallas, modos de falla, con toda esta información y la tabla de factores de riesgo estimar su nivel de criticidad.

En el anexo VI se encuentran los resultados de cada subsistema, donde se pueden observar los componentes de mayor criticidad, los cuales al momento de realizar las rutinas de mantenimiento se le otorgara mayor peso.

Según los resultados obtenidos después del AMEF para los equipos se observó que la mayoría de los riesgos resultaron ser de nivel bajo y medio, por esto para la selección de las tareas de mantenimiento todas las rutinas fueron involucradas en el programa de mantenimiento preventivo.

### 6.2.2.- Selección de Tareas

La selección de tareas que formarán parte de los planes de mantenimiento se basó principalmente en la información obtenida de los fabricantes de los equipos y la experiencia del personal de mantenimiento y operaciones, tomando en consideración varios factores que influyen para lograr el buen cumplimiento de estas rutinas, se mostrara a continuación unas de las acciones estándar recomendadas:

- **Inspeccionar:** La condición cualitativa o desempeño de un componente.



- 
- 
- ☞ **Inspección detallada:** Inspección extensa, realizada cuando el componente no esta en funcionamiento. Podría requerir desarmado e intrusión del equipo.
  - ☞ **Inspección Operativa Visual:** Observación del componente mientras está funcionando.
  - ☞ **Inspección Visual:** inspección realizada mientras el componente está funcionando o no. No requiere desarmarlo.
  - **Lubricar:** Agregar un tipo de lubricación, típicamente grasa o aceite en un compartimiento o sobre un componente expuesto.
  - **Modificar:** La mejora de un componente al cambiar el diseño, la instalación o fabricación del componente.
  - **Observar:** La observación y registro de un parámetro especificado, que se puede usar para evaluar la condición del equipo.
  - **Reacondicionamiento:** El desarmado y reacondicionamiento de un componente mediante la remoción y reemplazo de los componentes internos.
  - **Reemplazar:** La remoción de todo un componente y la instalación de un componente equivalente nuevo o reconstruido.
  - **Prueba:** Cualquiera de los chequeos de varios diagnósticos específicos que se realizan para medir la condición del equipo. Los resultados de una prueba son un conjunto de parámetros que generalmente no son tendencias pero que indican una condición aceptable o inaceptable.
  - **Verificar la operación:** La prueba de buscar la falla cualitativa para verificar que opera como se requiere dando una entrada o señal de actuación.
  - **Limpiar:** La limpieza de las áreas visibles y accesibles del componente. Generalmente se realiza cuando el componente no está funcionando.

Por lo cual para la selección de las tareas se tomó en cuenta:

- El costo/beneficio de realizarla (costo de seguridad, personal de producción y repuesto), debe ser óptimo.
- La tarea debe ser fácil y realizable.

- La efectividad de la tarea debe prevenir la falla y/o descubrirla.
- Debe existir disponibilidad de recursos, tanto humanos como materiales y equipos.

Considerando lo antes expuesto, para el sistema de Servicios generales se obtuvo el siguiente plan de mantenimiento:

<b>TEXTILANA, S.A.</b>	
<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>Programación de Mantenimiento</b>	
<b>Máquina: Calderas de 300-200 HP</b>	
<b>Motivo de parada</b>	
<b>Mantenimiento Preventivo Rutinario</b>	<b>Frecuencia de Mantenimiento (h)</b>
Verificar el estado de las fotoceldas	8
Chequear las conexiones y empacaduras de las líneas de agua, vapor y combustible para detectar y corregir cualquier escape	40
Comprobar el buen estado de los empaques de la bomba ajustar si es necesario o cambiar	40
Comprobar el buen funcionamiento de las válvulas de seguridad	40
Ajustar todos los tornillos e implementos de ajuste	80
Verificar que todo el equipo este en buenas condiciones de limpieza y lubricación...	80
Revisar el buen estado de los switchs de mercurio de la columna	170
Realizar análisis de vibraciones y ultrasonido a las bombas de circulación	500
Cambiar los tubos de vidrio de comprobacion de nivel de columnas	500
Comprobar el buen funcionamiento de los instrumentos de paro por presión	500
Comprobar el nivel de aceite en el filtro de aire (llenar si es necesario)	500
Limpiar con aire a presión el control programable	500
Limpiar con aire a presión el starter del motor	500
Extraer la tobera del quemador y limpiar cuidadosamente	1000
Limpiar la válvula solenoide con solvente	1000
Sacar el quemador, limpiar el difusor, limpiar el tubo piloto, limpiar el scanner, limpiar el damper del rotor, ajustar los tornillos	1000
Chequear el estado del impulsor de la bomba, comprobarlo a una presión de 180 lbs	2000
Engrasar el cojinete del motor del quemador	2000
Hacer una limpieza general por el lado de agua con una manguera a presión, luego inspeccionar estado de los tubos	2000
Hacer una limpieza general por el lado del fuego	2000
Inspeccionar y/o reparar el refractario del tubo de fuego principal	2000
Rellenar hasta conseguir el nivel adecuado en el filtro de aire	2000
Cambiar el aceite del filtro de aire	4000
Cambiar el cojinete del motor del quemador	4000

**Figura 6.8.- Programa de mantenimiento preventivo para las calderas**

Para el resto de los equipos de la planta se realizaron los planes de mantenimiento tomando en cuenta los mismos criterios de selección de tareas que para el sistema de Servicios Generales, para la determinación de las frecuencias se tomaron como referencia la información mostrada en los manuales ya que estos son fuente especial

de información de mantenimiento y están basados en la experiencia real en varios sitios; se conocen las bases del diseño del componente así como muchas horas de experiencia en la operación del equipo, las sugerencias del equipo de operaciones y mantenimiento también fueron fundamentales para esta determinación. Como a estos sistemas no se les realizó análisis de criticidad debido a carencia de información registrada de los históricos de fallas, se consideraron como críticos, pero bajo el criterio de que son equipos únicos dentro del proceso productivo de la planta.

La catalogación de estos equipos como críticos supuso el establecimiento de tareas eficientes de mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo que permitirán impedir sus posibles causas de fallas.

**TEXTILANA, S.A.**  
**DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**  
**Programación de Mantenimiento**

**Máquina: Calderas de 300-200 HP**  
**Motivo de parada**

<b>Mantenimiento Correctivo</b>
Reemplazar el sensor de temperatura

**Figura 6.9.- Programa de mantenimiento correctivo de las calderas**

**TEXTILANA, S.A.**  
**DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**  
**Programación de Mantenimiento**

**Máquina: Compresor Atlas Copco**  
**Motivo de parada**


<b>Mantenimiento Predictivo</b>	<b>Frecuencia</b>
Verificar el consumo de corriente del motor	340
Chequear los contactores	340

**Figura 6.10.- Programa de mantenimiento predictivo del compresor**

En el Anexo VIII se encuentra el resto de los programas de mantenimiento obtenidos según el AMEF.

### 6.3.- Programas de mantenimiento

Luego de la revisión y selección de la información se realizaron los programas de mantenimiento rutinario para todos los equipos del sistema productivo, como resultado final se obtuvo:

<b>TEXTILANA, S.A.</b> <b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b> <b>Programación de Mantenimiento</b>	
<b>Máquina: Prensa Cubeta</b> <b>Motivo de parada</b>	
	
<b>Mantenimiento Preventivo Rutinario</b>	<b>Frecuencia de Mantenimiento (h)</b>
Lubricación de apoyo de articulación	40
Cambio de aceite del tornillo sin fin, variador de velocidad y motor ppal.	40
Chequeo del sistema neumático y revisión del nivel de aceite	40
Chequeo del sistema de vapor y cambio de las estoperas de las llaves	40
Lubricación de la prensa estopa entrada del rodillo principal	40
Limpieza y lubricación de la cadena y rueda dentada	500
Chequeo del detector de metales y paro de la máquina	500
Chequeo de luces pilotos de los tableros de mando	500
Chequeo de lámparas de transparencia	500
Chequeo de tensión de la cinta transportadora	500
Chequeo de correas y mangueras	500
Chequeo de guías orillos de la cinta	500
Chequeo del nivel de aceite en el vaso	500
Chequeo de las mangueras entrada de vapor al cilindro y cubeta	500
Detectar cualquier escape de aire	500
Lubricación de rolineras	1000
Limpieza de aspas del ventilador	1000
Revisión y ajuste del microswitch de seguridad	1000
Revisión de los colectores del motor principal y cambio de carbones (cajetín del motor)	2000
Comprobar el funcionamiento de válvula electromagnética de paso de agua	2000
Revisar las llaves de vapor	2000

**Figura 6.11.- Programa de mantenimiento rutinario “Prensa Cubeta”**

En los Anexos I y VII se encuentra los programas de mantenimiento del resto de los equipos.

### 6.4.- Organización de las paradas de planta

Cuando se pone en práctica una política de mantenimiento, esta requiere de la existencia de un Plan de Operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe

---

---

haber sido aprobado previamente por las autoridades de la organización. Este Plan permite desarrollar paso a paso una actividad programada en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha, y hora conocido. A continuación se enumeran algunos puntos que el Plan de Operaciones debe seguir:

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
- Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.
- Definir los intervalos de tiempo en que los sistemas productivos serán puestos fuera de servicio, para establecer la hora inicio de las acciones de mantenimiento, y la hora de culminación.
- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.
- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
- Conocer el inventario de partes y piezas en existencia.
- Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
- Planos, diagramas, información técnica de equipos.
- Plan de seguridad frente a imprevistos.

Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la preparación de un Informe de lo actuado, el cual entre otros puntos debe incluir:

- Los equipos que han sido objeto de mantenimiento
- El resultado de la evaluación de dichos equipos
- Tiempo real que duro la labor
- Personal que estuvo a cargo
- Inventario de piezas y repuestos utilizados
- Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento

---

---

- Conclusiones

Así pues, se programaron paradas de mantenimiento que se efectúan los días sábados y se organizan con la finalidad de realizar trabajos de mantenimiento de a los sistemas que así lo requieran. Estas paradas pueden ser realizadas para elaborar trabajos tanto de mantenimiento preventivo como correctivo. La metodología que se utiliza para organizar una parada de mantenimiento es la siguiente:

- Con una semana de anticipación, dependiendo de la magnitud de trabajo a realizar, el planificador hace un listado con los trabajos pendientes y los ordena por prioridad, también se verifica la lista de materiales necesarios para los trabajos, de no encontrarse en el almacén se hace la requisición.
- Durante la semana el planificador y la persona de almacén hacen el seguimiento de la requisición de los materiales que se utilizaran en la parada
- El día antes de la parada, el planificador genera la orden de trabajo y se la entrega a los técnicos de mantenimiento.


### **6.1.1.-Implantación de Órdenes de Trabajo**

La implantación de las órdenes de trabajo (ODT) representa un beneficio dentro del departamento de mantenimiento ya que en ella se registran tipos y frecuencia de fallas, los tiempos de mantenimiento, materiales utilizados, mano de obra, costos de mantenimiento, tipo de mantenimiento, etc.

Con la incorporación de las órdenes de trabajo en la rutina diaria de la planta se puede implantar una metodología para calcular indicadores de mantenimiento, tales como: disponibilidad, tiempo entre fallas, costos de mantenimiento, confiabilidad de los equipos, costos de mantenimiento, tipo de mantenimiento realizado, tiempos para reparar. Materiales utilizados, etc.

En la figura 6.12 se muestra el formato propuesto para la implantación de las órdenes de trabajo.

**Textilana, S.A.**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**Orden de trabajo**



N° Tarea: \_\_\_\_\_ Fecha de Solicitud: \_\_\_\_\_  
 Asignado por: \_\_\_\_\_ Hora de Solicitud: \_\_\_\_\_  
 Ext: \_\_\_\_\_ Originador: \_\_\_\_\_  
 Ext: \_\_\_\_\_ Tipo de ODT: \_\_\_\_\_

Fecha y hora de inicio: \_\_\_\_\_  
 Prioridad: \_\_\_\_\_  
 Descripción del trabajo: \_\_\_\_\_

**Partes y piezas:**

Cod	Descripción	Cantidad

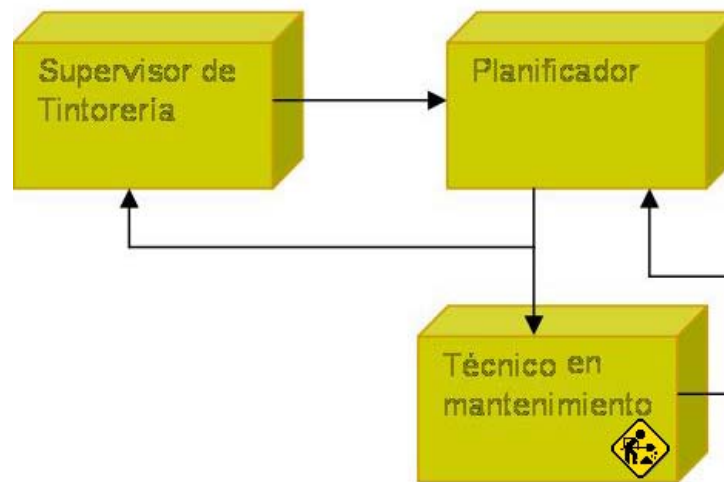
Fecha y hora programa de culminación: \_\_\_\_\_  
 Asignado a: \_\_\_\_\_  
 Fecha y hora de culminación: \_\_\_\_\_

**Figura 6.12.- Modelo de nueva orden de trabajo**

La metodología para realizar las labores de mantenimiento correctivo a partir de la implantación de las ODT's será la siguiente:

- El supervisor del área llenará y hará entrega al planificador un formato de Orden de Servicio, en el cual describirá la falla del equipo de manera clara y precisa, también predeterminará la prioridad del servicio (EMERGENCIA, ALTA, MEDIA, BAJA).

- Con esta solicitud de servicio, el planificador generará una Orden de trabajo, planificará la fecha y hora en que se realizará la actividad así como los materiales necesarios, la mano de obra requerida, procedimientos, entre otros.
- Luego el planificador le entregará dos copias de la orden de trabajo al técnico asignado para realizar el trabajo y una copia al supervisor que elaboró la solicitud para su control. Una para registro personal y otra para ser procesada una vez terminado el trabajo con la información de la hora de finalización y observaciones especiales.
- El planificador procederá a archivar la información.



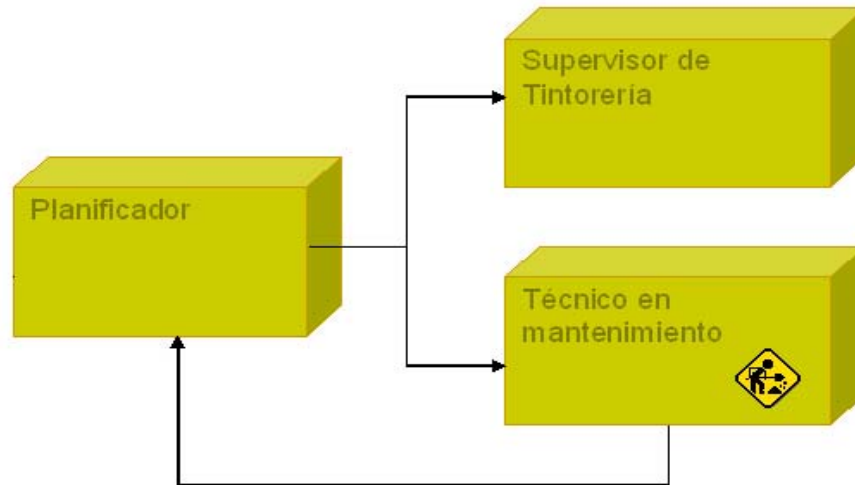
**Figura 6.13.- Ejemplo de diagrama para la ejecución de mantenimiento correctivo**

La metodología para realizar los mantenimientos preventivos será la siguiente:

- El planificador colocará en el calendario la orden de trabajo y colocará la fecha y hora en que se realizará la actividad así como los materiales necesarios, la mano de obra requerida, procedimientos, entre otros.
- El planificador le entregará dos copias de la orden de trabajo al técnico asignado para realizar el trabajo.



- Una vez terminado el trabajo, el técnico le devolverá al planificador una de las copias de la orden de trabajo con la información de hora de finalización y observaciones especiales.
- El planificador archivará la información.

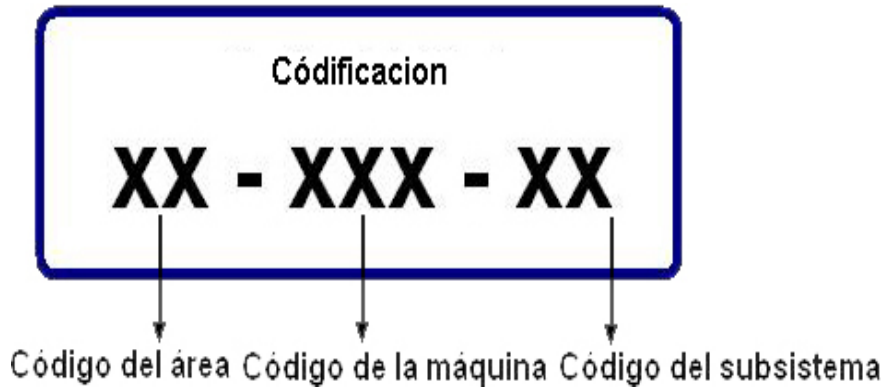


**Figura 6.14.-Ejemplo de diagrama para la ejecución del mantenimiento preventivo**

Toda la información contenida en las órdenes de trabajo y en los programas de mantenimiento será posteriormente cargada en un sistema computarizado para la administración del mantenimiento, previo a este paso se procedió a realizar la codificación de todos los equipos de la planta, para de esta manera lograr mayor facilidad en la organización y manejo de la data.

#### **6.4.- Codificación de Sistemas**

Los sistemas de información requieren que los datos que allí se introduzcan se encuentren ordenados y codificados. Es por este motivo que se desarrolló la siguiente metodología para codificar los equipos en la planta.



**Figura 6.15.- Modelo de etiqueta para codificación**

La planta se dividió en sistemas productivos, los cuales se enumeraron con un sistema de codificación de dos dígitos comenzando por el número 01.

Área	Código
Mantenimiento	01
Acabado	02
Control de Calidad	03
Preparación	04
Servicios Generales	05
Telares	06
Tintorería	07
Zurcido	08

**Figura 6.16.- Codificación por área**

Luego se listaron los equipos que pertenecen a cada sistema productivo y se enumeraron con un código de dos dígitos empezando por el (01). Para las máquinas múltiples que pertenecen a la misma familia se agregó una letra al inicio de la numeración, en este caso la letra “A”, seguida por un código de 2 dígitos que comienza de igual manera por 01.

Nombre	Área	Código
Autoclave decatizado	02	01
Barca de Teñir	02	A01
Barca de Teñir	02	A02
Batán radical	02	02
Centrífuga	02	A03
Centrífuga	02	A04
Decatizadora Abierta	02	03
Desgrasadora	02	A05
Desgrasadora	02	A06
Desgrasadora	02	A07

Figura 6.17.- Ejemplo de codificación para los equipos

Seguidamente se identificaron los subsistemas de cada equipo, los cuales se codificaron con dos dígitos comenzando por 01.

Como se muestra a continuación:

Cód Máq	Subsistema	Código	CODIGO
01	Autoclave	01	020101
01	Cinta Transportadora	02	020102
01	Freno	03	020103
01	General	04	020104
01	Motor Autoclave	05	020105
01	Motor Principal	06	020106
01	Pánel de control	07	020107
01	Rieles	08	020108
01	Rodillos	09	020109
01	Sistema Hidráulico	10	020110

Figura 6.18.- Ejemplo de codificación de los subsistemas

Para el caso del sistema neumático de la máquina centrífuga que se encuentra en el departamento de acabados la codificación final es la siguiente:

- Área a la que pertenece:

**Código asignado** → **02**

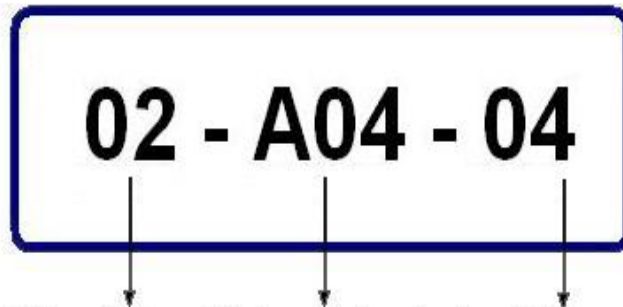
- Equipo: Centrífuga

**Código asignado** → **A04**

- Subsistema: Sistema Neumático

**Código asignado** → **04**

La etiqueta final de codificación es la siguiente:



Código del área Código de la máquina Código del subsistema

Figura 6.19.- Modelo de etiqueta de codificación de la maquina centrífuga

Cód Máq	Subsistema	Código	CODIGO
A04	<b>Freno</b>	01	02A0401
A04	<b>General</b>	02	02A0402
A04	<b>Motor Principal</b>	03	02A0403
A04	<b>Sistema Neumático</b>	04	02A0404

Figura 6.20.- Modelo de codificación final

Para ver los listados de la codificación de los equipos, ver anexo IV

---

---

## CAPITULO VII

### 7.- Descripción del Proyecto S.O.L.

El proyecto S.O.L. (Seguridad, Orden y Limpieza) es una nueva gestión de mantenimiento que se desarrollará dentro de Textilana, se fundamenta principalmente en las bases del TPM. Éste consiste en crear actividades que motiven a los empleados con el fin de mantener el interés permanente en las tareas de limpieza, mantenimiento de equipos y prevención de accidentes. Para alcanzar este objetivo se creó un plan de supervisión y auditoria que servirá de herramienta para evaluar las medidas implantadas, proponiendo medidas correctivas adicionales si fuese necesario. A cada ítem de la ficha se le asignará una puntuación y al final de la jornada de inspección se revisarán todas las fichas y al área ganadora se le otorgará un premio.

La realización de esta actividad permitirá llevar a cabo el seguimiento y control no sólo de las medidas recomendadas, sino su efectividad y aseguramiento de la calidad del trabajo realizado. De esta manera se crearon fichas de evaluación, las cuales se utilizarán para hacer inspecciones rutinarias sin previo aviso enfocándose en las áreas de SEGURIDAD, ORDEN y LIMPIEZA.

Se realizarán entrenamientos para instruir a los empleados en la importancia de las áreas que involucra el proyecto, se realizará un programa de rotulado donde se expondrá la información y puntos a resaltar de manera más detallada, incluyendo la señalización de peligros presentes en el área de una manera clara (mensajes, palabras, dibujos o símbolos de los riesgos potenciales). Para la ejecución de este proyecto la empresa será dividida en grupos equitativos aproximadamente de 7 a 8 personas por área, cada grupo poseerá un líder que será rotado en intervalos de tiempo que se determinaran según el desempeño de los grupos. En la figura que se muestra a continuación se aprecia el formato planteado para la ficha de auditoria que se utilizará para la evaluación correspondientes a las áreas a seguridad, orden y limpieza.


	<b>FICHA DE AUDITORÍA PROYECTO SOL</b>		
	AREA: _____	FECHA: _____	
	DPTO. CUST: _____		
	AUDITOR: _____	HORA: _____	
<b>1.- Orden y Limpieza a</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>
Están dispuestas todas las herramientas en el lugar al que pertenecen (lugar accesible y donde no entorpezcan la disposición de otros objetos del área)?			
Están todas las máquinas herramientas limpias (sin restos de viruta, polvo, aceite o cualquier otra sustancia)?			
Existen restos de algún tipo de sustancias líquidas en el piso del sitio de trabajo (aceite, agua y/u otros)?			
El material sobrante está dispuesto de manera organizada en un lugar específico para desechar o reutilizar si es el caso?			
Están todas las máquinas herramientas limpias (sin restos de viruta, polvo, aceite o cualquier otra sustancia)?			
A las máquinas se les realizó limpieza de rutina (están todas en excelentes condiciones de limpieza, sin restos de polvo ni aceite)?			
Todos los implementos necesarios para completar la labor de trabajo están ubicados en un lugar donde no interfieran el tránsito por el área de trabajo			
<b>2.- Seguridad</b>			
El equipo de protección personal adecuado está siendo utilizado por el personal al momento de llevar a cabo actividades que así lo requieran (Tapa bocas, guantes, lentes, botas de seguridad, protección auditiva, cinturón de seguridad)?			
Las fuentes de energía del área (electricidad, presión, calor) que pudieran ocasionar incidentes fueron identificadas y aisladas?			
Cuando se están llevando a cabo trabajos de reparación y/o mantenimiento se señalizó y acordonó el área para prevenir cualquier incidente?			
Al momento de iniciar un trabajo se verificó que las herramientas a utilizar estuvieran en buen estado?			
Al momento de operar los equipos se observaron y tomaron en cuenta las condiciones inseguras			
<b>OBSERVACIONES:</b>			

Figura 7.1.- Ficha de Auditoria Proyecto S.O.L.

A continuación se muestran un ejemplo del tipo de cartelera que contendrán los avances del mantenimiento por zona y se colocará material escrito que estimule y eduque al empleado a mantener su área de trabajo en condiciones óptimas.



Figura 7.2.- Cartelera informativa

### 7.1- Implantación del Proyecto SOL.

Con la implantación del Proyecto SOL se motivará al personal de Textilana a que se involucre en la manutención de su área de trabajo, logrando así un ambiente seguro y agradable, basado en el esfuerzo de todos los integrantes de la compañía.

Cumpliendo con las reglas y procedimientos de seguridad, orden y limpieza en forma disciplinada, se formarán hábitos que cambiarán la actitud del personal con respecto al mantenimiento y la seguridad.

Este proyecto nace con la finalidad de mejorar continuamente tanto el entorno laboral como el sistema productivo, enfocándose en la disminución al máximo de grandes pérdidas de tiempo y de mejorar la funcionabilidad de los equipos, teniendo en cuenta que el elemento más valioso para lograr el éxito de esta filosofía S.O.L. es el individuo. Es por esto que se estimulará al empleado de manera continua a través de la realización de actividades y programas de entrenamiento.

Con el desarrollo de este programa se fortalecerá el trabajo en equipo, se incrementará la moral del trabajador, creando así un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro y productivo, donde trabajar sea realmente grato.

---

---

## **7.2.- Objetivo General**

- Minimizar actos y condiciones inseguras a través del orden y la limpieza.

### **7.2.1.- Objetivos Específicos**

- Fomentar el trabajo en equipo.
- Mejorar continuamente la planta.
- Disminuir los incidentes y accidentes por condiciones y actos inseguros.
- Involucrar al personal en la manutención de su área de trabajo.
- Establecer las tareas de mantenimiento hacia la prevención.

### **7.3.- Puntos Relevantes para la implantación del Proyecto SOL**

- Otorgar prioridad a la seguridad y la limpieza.
- Prestar atención al área de trabajo.
- Observar y detectar focos de suciedad actos y condiciones inseguras.
- Pensar y determinar en que forma la seguridad podría verse afectada por todo aquello que se ha observado.
- Actuar aplicando el buen juicio para eliminar los actos y condiciones inseguras y así prevenir lesiones.
- Eliminar pérdidas causadas por suciedad.
- Aprender a detectar problemas.
- Entender que limpieza significa inspección.
- Conocer mejor el equipo de trabajo.
- Aprender a identificar fuentes de contaminación.

### **7.4.- Consolidación del Proyecto S.O.L. y elevación de metas.**

El último paso de este programa es mantener y perfeccionar las mejoras obtenidas a lo largo del desarrollo del proyecto S.O.L. Hay que cuantificar el progreso alcanzado y darlo a conocer a todos los empleados para que comprendan y valoren las



---

---

consecuencias de un trabajo diario. Partiendo de la filosofía implantada de mejora continua, se revisarán los objetivos establecidos y se fijarán otros más ambiciosos.

El proyecto SOL viene a complementar el ya descrito TPM y juntos constituyen para Textilana las variantes con las que se propone alcanzar las siguientes metas:

En el área de Producción:

- ☞ Incrementar el volumen de producción a 360.000 mts. por año.
- ☞ Incrementar productividad, que se traduzca en reducir los tiempos de fabricación y los costos promedio, en un 10 %.
- ☞ Estandarización de procesos e implementación de una adecuada gestión de activos y gestión de procesos, para incrementar niveles de calidad y productividad, que se traduzcan en:
  - ☞ Reducir el índice de devoluciones de revisión final, en un 50 % (actualmente es de 5%).
  - ☞ Incrementar el porcentaje de volumen de primera y reducir el volumen de segundas y retales (Actualmente el volumen de primera es 99%, segunda y retales 1%)
  - ☞ Disminuir el tiempo promedio de fabricación y entrega de pedidos por piezas, en un 25%.
  - ☞ Disminuir el porcentaje de reprocesos, en un 50%, (actualmente es de 20%).
  - ☞ Disminuir el tiempo de parada de máquinas promedio, por reparaciones y fallas en un 10%.

En el área de Finanzas y Administración:

- ☞ Implementar un sistema de control de gestión efectivo, que entregue resultados antes del día 5 de cada mes.

- 
- 
- Optimizar niveles de inventarios de materias primas, suministros y repuestos, que permitan la reducción de la respuesta de logística, sin incrementar los costos financieros y de almacenamiento.

Luego del establecimiento de estos objetivos y el desarrollo de la gestión que incentivará a los empleados al incremento de la limpieza, el mantenimiento y prevención para la eliminación de factores que influyan en el deterioro acelerado o excesivo de los equipos y el desgaste de sus componentes, la planificación del conjunto de acciones que compusieron el programa de mantenimiento que gestionándolas adecuadamente, harán que se logren alcanzar las condiciones de funcionamiento óptimas de los sistemas productivos y las mejoras oportunas que se consideren para las necesidades del mantenimiento, factores desarrollados en el capítulo anterior, darán por sentado la implantación del Programa de Mantenimiento Productivo Total.

---

---

## CAPITULO VIII

### **8.- Descripción del sistema computarizado MP2**

En la actualidad la cantidad de información que se maneja, recopila, procesa y utiliza diariamente en la industria es inmensa debido al control detallado que es necesario tener en las áreas de operaciones, manejo de personal, administración, mantenimiento, producción, etc. Para lograr manejar toda esta información de manera óptima, maximizando el tiempo empleado para esto, se ha trabajado a través de los años en desarrollar herramientas que logren facilitar el proceso de administración de la información sobre todo en el área de mantenimiento ya que es aquí donde se concentra en un alto porcentaje el total de las actividades que se desarrollan día a día en la industria. Los procesos de mantenimiento requieren del manejo de grandes volúmenes de información tales como: órdenes de trabajo, requisición de materiales, estandarización de tareas, etc.

Para satisfacer estos requerimientos se han creado los nuevos sistemas de administración del mantenimiento (SCAM, también llamado CMMS por sus siglas en inglés), que pueden convertir las operaciones de mantenimiento en un negocio rentable, al hacer más eficientes sus actividades de mantenimiento, maximizando la productividad y reduciendo costos, los SCAM han sido utilizados en los últimos años para pasar de las órdenes de trabajo en papel a formato electrónico así las tareas de mantenimiento están mejor organizadas. También es posible con esta herramienta la implementación del mantenimiento preventivo.

Un SCAM es básicamente un sistema de información adaptado para dar servicio al mantenimiento. Éste ayuda en el proceso de recopilación de datos, registro, almacenamiento, actualización, procesamiento, comunicación y pronósticos. Es esencial para la planeación, programación y control de las actividades de mantenimiento.

La incorporación de un sistema computarizado de ayuda a la gestión en el departamento de mantenimiento es un paso importante, y debe ser analizado cuidadosamente ya que el programa debe satisfacer ciertos requerimientos básicos

---

---

para lograr de esta manera su objetivo principal que es ahorrar dinero a la empresa, por esto es fundamental la escogencia de un buen CMMS ya que a través de este el primer indicador de éxito se convertirá en un aumento de la eficiencia y este continuará generando ahorros a través del tiempo.

### **8.1.- Panorama de los Sistemas Computarizados para la Administración del Mantenimiento.**

El éxito de un SCAM puede medirse por su capacidad para apoyar el proceso del mantenimiento. Para un SCAM eficaz son esenciales dos elementos importantes: 1) su capacidad para apoyar las principales actividades en el proceso de mantenimiento, 2) la capacidad de configuración del software y el hardware en términos de su confiabilidad, calidad de la información y procesamiento oportuno y muy importante debe ser amigable con el usuario [5].

Para realizar la selección del SCAM que mejor se ajustara a las necesidades de Textilana S.A. se tomaron en consideración los factores mencionados anteriormente, además se evaluaron las opciones disponibles en español y que tuviesen soporte técnico en el país, un factor predominante fue el económico ya que esta es una industria mediana con presupuesto limitado. El SCAM seleccionado fue el MP2 Professional.

### **8.2.- MP2 Access 2000**

El MP2 Access 2000, es un sistema que esta diseñado para pequeñas y medianas instalaciones, está disponible para base de datos de Microsoft Access y Microsoft SQL Server y permite:

- Organizar y realizar un seguimiento del inventario
- Administrar los costos de equipo
- Programar tareas de mantenimiento preventivas
- Mantener registros de trabajo confidenciales

- Asignar recursos
- Generar órdenes de trabajo
- Solicitar y comprar repuestos
- Proyectar fallas de equipos

### 8.2.1. Áreas de mantenimiento que administra MP2

MP2 posee los siguientes módulos: Equipo, Tareas Preventivas de Mantenimiento, Ordenes de Trabajo - Estos tres módulos graban y almacenan los datos sobre el mantenimiento actual -y el esperado- del equipo. Al ingresar al programa su pantalla principal muestra los campos que ofrece, como se muestra a continuación:



Figura 8.1.- Pantalla principal MP2 Professional

#### 8.2.1.1.- Inventario, Compras

Estos módulos hacen el seguimiento de los ítems del inventario usados en sus operaciones de mantenimiento.

---

---

### **8.2.1.2.- Mantenimiento Estadístico Predecible**

Este módulo "predice" las fallas de equipamiento basándose en las sucesivas mediciones sobre el funcionamiento del equipo.

### **8.2.1.3 Presupuesto**

Este módulo permite especificar el gasto anticipado de cada centro de costos, departamento, etc., para cada año y comparar el presupuesto planeado con el gasto real.

### **8.2.1.4.- Administración de Activos**

Este módulo permite identificar los activos de su compañía.

### **8.2.1.5.- Reportes y Gráficos**

Este módulo contiene prácticos reportes y gráficos para poder analizar la eficiencia del mantenimiento.

### **8.2.1.6.-Equipos**

En este módulo posee la información básica del equipo, tipo de equipo, número de serie, número de modelo, fabricante y fecha de compra. Registra las fallas del equipo de cada tipo, incluyendo las razones para las fallas y las soluciones y luego hace el seguimiento de las tendencias de las roturas para solucionar problemas. Crea registros de contrato de servicios para los equipos bajo garantía. Seguidamente se observan las pantallas que ofrecen el módulo de equipos.

Nº de Equipo	Tipo de equipo	Descripción	En servicio	Localización	Sublocalización 1	Departamento	Nº de Serie	Nº de modelo
020919	63	Motor de los rodillos alimentadores 3	Sí	Acabados	Rama	02	290504-90	
020920	64	Motor de los rodillos alimentadores 4	Sí	Acabados	Rama	02	284-4317	
020921	65	Motor del Foulard	Sí	Acabados	Rama	02		S2 BCM 63 L/A
020922	66	Motor del quemador	Sí	Acabados	Rama	02		Grandes
020923	67	Motor del sistema de refrigeración 1	Sí	Acabados	Rama	02	3132007	FRS15/4-72
020924	68	Motor del sistema de refrigeración 2	Sí	Acabados	Rama	02	3132008	ELSFF4/4-31
020925	69	Motor del sistema de refrigeración 3	Sí	Acabados	Rama	02	3132019-1	R4/8/4-75
020926	70	Motor Enderezador de trama	Sí	Acabados	Rama	02	220044	S180M 71
020927	71	Motor Enderezador de trama	Sí	Acabados	Rama	02	220045	S180M 71
020928	72	Motor regulador de llama quemador 1	Sí	Acabados	Rama	02	156120	LS63E
020929	73	Motor regulador de llama quemador 2	Sí	Acabados	Rama	02	156114	LS63E
020930	74	Motor regulador de llama quemador 3	Sí	Acabados	Rama	02	156116	LS63E
020931	75	Motor regulador de llama quemador 4	Sí	Acabados	Rama	02	156117	LS63E
020932	76	Motor regulador de llama quemador 5	Sí	Acabados	Rama	02	156118	LS63E
0210	09	Tundidora	Sí	Acabados	Tundidora	02		PEERLESS TUN
021007	77	Motor del guía orllos	Sí	Acabados	Tundidora	02	726679	
021008	78	Motor del volante 1	Sí	Acabados	Tundidora	02	203482-1P44	LS100L1
021009	79	Motor del volante 2	Sí	Acabados	Tundidora	02	203483-1P44	LS100L1
0724	24	Doble Jet	Sí	Tintorería	Doble Jet	07	2409530/1	
0725	25	Flux Suau	Sí	Tintorería	Flux Suau	07	2272	FS/1450
0726	26	Rapid Suau	Sí	Tintorería	Rapid Suau	07	2538	FS/TR-150
0727	27	Teñidora	Sí	Tintorería	Teñidora	07	41481	DF71 5x2

Figura 8.2.- Pantalla principal del módulo de equipos

Nº de Equipo: 0201      Autoclave decalcado

Código de Piezas: 346      Última Fecha de Edición: 23/05/2004

Descripción: Piezas para Decoclav

Debe asignar un código de Piezas antes de poder añadir artículos.

Nº de Artículo	Sitio	Descripción	Cantidad
346-00689	A1-E1	Estopera 20 x 30 x 7	4,00
346-06449	A3-E3	Bomba hidráulica V-10 IP3P JA-10	1,00
346-06453	A3-E2	Bocina de goma 4400099	2,00
346-12915	G-A	Cilindro de entrega del freno	2,00
346-16805	G-R	Corona completa 9310630	1,00
346-24577	A3-E4	Disco de freno para morse	1,00
346-24580	A1-E5	Disco de empacadura 85x182x9mm	2,00
346-69612	A1-E1	Potenciómetro N° 4030046	1,00
346-74780	G-A	Pulsador de diferencia tipo X/MGB-140	4,00
346-77501	A3-E5	Roliner FARNIR GRAE-25 rib/Col	6,00

Figura 8.3.- Pantalla principal del campo de repuestos de cada equipo

### 8.2.1.7.- Inventario

Crea registros de inventario y de proveedores, registra las cantidades y puntos de reorden de cada ítem de los distintos sitios y almacenes, emite el inventario a los centros de costos o a las órdenes de trabajo, controla el costo del inventario con mayores funciones de seguimiento, hace el seguimiento de patrones de uso para controlarlos niveles de stock, establece puntos de requisición automático. Seguidamente se observa la pantalla principal que ofrece el sistema para el módulo de inventario:

The screenshot shows the 'MP2 Inventario' window. At the top, there are navigation buttons and dropdown menus for 'Clasificar por' (set to '(Predefinido)') and 'Filtro' (set to '(Ninguno)'). Below these are tabs for 'Visualización de la Lista', 'Visualización del Registro', 'Sustituir Artículos', 'Vendedores', 'Especificaciones/Notas', 'Adjuntos', and 'Campos definidos por el usuario'. The main area is a table with the following columns: 'Nº de Artículo', 'Descripción', 'Gravable', 'Fecha de entrada', and 'Vendedor Único'. The table contains 25 rows of inventory items, all with an entry date of 29/05/2004 and a unique vendor of 'No'.

Nº de Artículo	Descripción	Gravable	Fecha de entrada	Vendedor Único
342-03712	Anillo o" de 78 x 62 x 8	Si	29/05/2004	No
342-07736	Bobina 110v 60 cy N° 542-888-707-2	Si	29/05/2004	No
342-24677	Eje acero inoxidable 16 x 60 x 52 mm	Si	29/05/2004	No
342-55428	Juego repuesto N° 521-056-0002	Si	29/05/2004	No
342-55429	Juego repuesto N° 524-076-0002	Si	29/05/2004	No
342-58004	Limitador de carrera at 47 abridor	Si	29/05/2004	No
342-63100	Motor Brown Boveri 208v 36a N° 86768	Si	29/05/2004	No
342-72240	Rele amplificador	Si	29/05/2004	No
342-74763	Pulsador inductivo NT-10/G	Si	29/05/2004	No
346-00659	Estopera 20 x 30 x 7	Si	29/05/2004	No
346-06449	Bomba hidráulica V-10 IP3P JA-10	Si	29/05/2004	No
346-06453	Bocina de goma 4400099	Si	29/05/2004	No
346-12915	Cilindro de entrega del freno	Si	29/05/2004	No
346-16905	Corona completa 9310690	Si	29/05/2004	No
346-24577	Disco de freno para morse	Si	29/05/2004	No
346-24580	Disco de empacadura 85x182x9mm	Si	29/05/2004	No
346-69612	Potenciómetro N° 4030046	Si	29/05/2004	No
346-74780	Puleador de diferencia tipo X/MGB-140	Si	29/05/2004	No
346-77501	Roliner FAFNIR GRAE-25 rrb/Col	Si	29/05/2004	No
348-00030	Anillo de bronce	Si	29/05/2004	No
348-00035	Anillo de goma	Si	29/05/2004	No


Figura 8.4.- Pantalla principal del módulo de inventario.

### 8.2.1.8.- Mano de obra

Crea registros detallados de todos los empleados, ingresa los requisitos de capacitación, la capacitación realizada, y certificaciones conforme a las normas ISO 9000, OSHA, Joint Commission, HAZMAT, capacitación de empleados y requisitos para la mano de obra. En la siguiente pantalla se puede observar la manera en que se



encuentra dispuesta la información del personal que labora en el departamento de mantenimiento de Textilana.



The screenshot shows a window titled 'MP2 Empleados'. At the top, there are navigation buttons (back, forward, search, etc.), a 'Clasificar por' dropdown set to '(Predefinido)', and a 'Filtro' dropdown set to '(Ninguno)'. Below these are tabs for 'Visualización de la Lista', 'Visualización del Registro', 'Capacitación', and 'Tasas de salario'. The main area contains a table with the following data:

Código del empleado	Apellido	Primer nombre	Turno	Oficio	Fecha de contratación	Fecha de aum
001	Baez	Paul	1	001	09/09/2003	01/05/2004
002	Herrera	Manuel	1	002	26/05/2004	01/02/2004
003	Sousa	Eduardo	1	003	28/05/2001	01/02/2004
004	Castillo	Ladislao	1	002	11/12/2001	01/02/2004

**Figura 8.5.- Pantalla principal del módulo de empleados**

### 8.2.1.9.- Compras

Este módulo genera automáticamente cotizaciones para todos los ítems del inventario que llegan al punto de reorden. Una vez que llegan las cotizaciones de los proveedores, genera una requisición a partir de la cotización.

### 8.2.1.10.- Reportes y Análisis

Este módulo selecciona entre más de 150 reportes, entre ellos equipo, inventario, mano de obra, compras, programación, mantenimiento estadístico predictivo, tareas, requisición de trabajo y reportes de órdenes de trabajo. Selecciona entre más de 100 combinaciones de gráficos y seleccionar para desplegar un gráfico en 2 ó 3 dimensiones en diversas formas (barra, líneas, torta, etc.)

### 8.2.1.11.- Programación

En este módulo se especifican los días en que la instalación trabaja normalmente cada semana. Este programa no genera órdenes de trabajo en los días en que la instalación

no opera, pero genera las órdenes de trabajo al día siguiente laborable. Además de esto registra la información del tiempo de parada del equipo como referencia al programar el trabajo de mantenimiento.

### 8.2.1.12.- Seguridad

Este módulo crea grupos de seguridad y cuentas de usuario y contraseñas. Limita el acceso al menú, formulario, y/o campo. Oculta las opciones de menú, formularios y campos y designa formularios y campos de lectura solamente.

### 8.2.1.13.- Ordenes de Trabajo

Este módulo genera órdenes de trabajo para trabajos de mantenimiento programados, actualiza rápidamente la mano de obra, las partes y los comentarios para órdenes de trabajo múltiples. Ingresa lecturas de medidor en registros de órdenes de trabajo y MP2 actualiza el equipo y los registros de tareas.

Esta pantalla contiene la información del tipo de mantenimiento a realizar o realizado por orden de trabajo.



Figura 8.6.- Pantalla principal para tipos de mantenimiento por ODT.

En la figura 8.7. se observa la pantalla del módulo para la programación de las órdenes de trabajo.

Nº de OT: 000000002 Descripción: Cambio de Rodamientos

Descripción de demoras: Planificado preventivo para ese día

Estado: Abierto

Asignado a: 002

Asignado por: 001

Fecha de Solicitud: 24/05/2004

Hora de solicitud: 02:29:30 p.m.

Desde fecha programada: 01/06/2004

Hora programada de Inicio: 08:00:00 a.m.

Fecha programada de terminación: 01/06/2004

Duración Estimada (días): 1,00

Fecha de Realización:

Hora de Realización:

Oficio	Horas Estimadas	Cant. Personas	Prioridad
001	2,00	2	2

**Figura 8.7 Pantalla de Programación de una ODT**

#### 8.2.1.14.- Requisiciones de Trabajo

Este módulo crea requisiciones para el trabajo de mantenimiento relacionado con el equipo y/o su ubicación. Ingresas requisiciones rápidamente y crea inmediatamente órdenes de trabajo a partir de las requisiciones.

Por último, haciendo una breve descripción de las bondades y beneficios que ofrece MP2, queda decir que un programa de mantenimiento como éste, mejora la confiabilidad, disponibilidad y rendimiento de los activos que producen ingresos para las empresas, reduciendo los tiempos y dinero del proceso de mantenimiento, asegurando la disponibilidad de las partes, disminuyendo la inversión en los inventarios y dinamizando los recursos y la gestión de contratos para lograr el máximo rendimiento a menor costo. La gestión de los activos comenzará creando una lista de materiales y estructuras de montaje de partes detalladas que facilitará el mantenimiento a lo largo de la vida del activo. Otorga a los trabajadores dibujos detallados, localización de activos en cualquier parte de la cadena de abastecimiento e identificación de las partes que requieren reparación en forma rápida y precisa,

---

---

eliminando la espera y los traslados costosos que se generan cuando se intentan usar manuales impresos o con búsquedas en base de datos.

En toda la vida útil de un activo, este Software facilita la totalidad de la gestión del trabajo, la planificación y la programación que requiere la Ingeniería de la Planta.

---

---

## CAPITULO IX

### **9. - Evaluación del sistema de mantenimiento después del desarrollo de la nueva gestión y la implantación del sistema MP2.**

Luego del desarrollo de la nueva gestión de mantenimiento, a través del Proyecto SOL, y la adquisición del sistema computarizado para la administración del mantenimiento MP2 Access 2000, se realizó nuevamente la evaluación cualitativa y cuantitativa, bajo los mismos parámetros utilizados con anterioridad para proyectar las mejoras inmediatas a alcanzar. El diagnóstico se elaboró utilizando la Norma Covenin 2500-93, para determinar los progresos de la nueva capacidad de gestión mediante el análisis y calificación de la organización de la empresa, la organización de la función de mantenimiento, la planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento y la competencia del personal.

#### **9.1.-Evaluación Cualitativa**

De esta manera, se presenta a continuación la evaluación cualitativa realizada la cual está basada en inspecciones.

- **Manejo de información técnica:** Los sistemas de catalogación de equipos se encuentran organizados por área, los equipos poseen una nueva codificación, los manuales de los equipos se recopilaron y se dispusieron de una manera organizada, los registros de fallas y reparaciones se llevan en estos momentos en órdenes de trabajo donde se registra toda la información necesaria.
- **Planificación y control de las actividades de mantenimiento:** A través de las órdenes de trabajo se ha logrado recopilar la información requerida con respecto a registro de tiempos de parada, se llevan los registros de materiales y repuestos requeridos por cada actividad relacionada con el mantenimiento

---

---

de cada equipo, estándares de tiempo empleados, causas y consecuencias de fallas.

- **Funciones y responsabilidades dentro del Departamento:** Cada empleado del departamento de mantenimiento ya posee su función a desempeñar definida.
- **Motivación del Personal:** La actitud del personal de mantenimiento y la gerencia con respecto a la nueva gestión, a la importancia del mantenimiento preventivo y de lo que este representa para la efectividad y aumento de la producción es positiva.

## 9.2.- Evaluación cuantitativa

A continuación se presenta la ficha de evaluación obtenida como resultado de la aplicación de la norma COVENIN 2500-93, para observar como la implantación de esta nueva gestión incrementará el sistema de mantenimiento de Textilana.

Los resultados arrojados por la evaluación cuantitativa son un indicativo de las mejoras que se obtendrán mas adelante.

La ficha de evaluación que se muestra a continuación en la figura 9.1 demuestra de una manera gráfica como la nueva gestión de mantenimiento desarrollada, lograrán que Textilana, S.A. alcance sus objetivos planteados. En esta evaluación se obtuvo un porcentaje global de 87.64 %, es decir que superó en más de un 50 % a la evaluación realizada al inicio del desarrollo de la gestión. También se pueden observar las áreas que para el caso anterior fueron denominadas debilidades y para esta nueva evaluación se observa que en éstas su porcentaje se incremento, es decir que todas estas áreas fueron fortalecidas. Estas serán descritas a continuación:

Sistema de mantenimiento																
Ficha de Evaluación																
					Fecha: 24 de Mayo 2004											
					Evaluador: Báez Alvarado, Caraballo Rivas											
Empresa: Textilana, S.A.					Inspección N°: 0002											
A	B	C	D(D1+D2+...Dn)	E	F	G%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Area	Principio Básico	Pts		Total DEME.	Ptos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I Organización de la empresa	1. Funciones y responsabilidades	60	0+5+0	5	55											
	2. Autoridad y autonomía	40	0	0	40											
	3. Sistema de información	50	0	0	50											
	Total Obtenible	150	Total Obtenido	145												
II Organización de mantenimiento	1. Funciones y responsabilidades	80	10+5+0+15+0+0	30	50											
	2. Autoridad y autonomía	50	0+0+0+0	0	50											
	3. Sistema de información	70	0	0	70											
	Total Obtenible	200	Total Obtenido	170												
III Planificación de mantenimiento	1. Objetivos y metas	70	0+0+0+15	55	15											
	2. Políticas para planificación	70	0	0	70											
	3. Control y evaluación	60	0	0	60											
	Total Obtenible	200	Total Obtenido	145												
IV Mantenimiento rutinario	1. Planificación	100	0+0+0+0+0+5	5	95											
	2. Programación e implantación	80	0	0	80											
	3. Control y evaluación	70	0	0	70											
	Total Obtenible	250	Total Obtenido	245												
V Mantenimiento programado	1. Planificación	100	0+0+0+0+0+0+5	5	95											
	2. Programación e implantación	80	0	0	80											
	3. Control y evaluación	70	0	0	70											
	Total Obtenible	250	Total Obtenido	245												
VI Mantenimiento circunstancial	1. Planificación	100	0	0	100											
	2. Programación e implantación	80	10+10+0+5	25	55											
	3. Control y evaluación	70	0+10+0+5+10	25	45											
	Total Obtenible	250	Total Obtenido	200												
VII Mantenimiento correctivo	1. Planificación	100	0	0	100											
	2. Programación e implantación	80	0	0	80											
	3. Control y evaluación	70	0	0	70											
	Total Obtenible	250	Total Obtenido	250												
VIII Mantenimiento Preventivo	1. Determinación de parámetros	80	0	0	80											
	2. Planificación	40	0	0	40											
	3. Programación e implantación	70	0	0	70											
	4. Control y Evaluación	60	0	0	60											
Total Obtenible	250	Total Obtenido	250													
IX Mantenimiento por avería	1. Atención a las fallas	100	0	0	100											
	2. Supervisión y Ejecución	80	0+5+0++5+0+4+0	14	66											
	3. Información sobre Averías	70	0+10+0+0	10	60											
	Total Obtenible	250	Total Obtenido	226												
X Personal de mantenimiento	1. Cuantificación de las nec. personales	70	0+5+0	5	65											
	2. Selección y formación	80	0	0	40											
	3. Motivación e incentivos	50	0	0	40											
	Total Obtenible	200	Total Obtenido	145												
XI Apoyo Logístico	1. Apoyo administrativo	40	0	0	40											
	2. Apoyo gerencial	40	0	0	40											
	3. Apoyo General	20	0	0	20											
	Total Obtenible	100	Total Obtenido	100												
XII Recursos	1. Equipos	30	0	15	15											
	2. Herramientas	30	0	0	30											
	3. Instrumentos	30	0	10	20											
	4. Materiales	30	0	5	25											
	5. Repuestos	30	0	5	25											
	Total Obtenible	150	Total Obtenido	70												

Figura 9.1.- Ficha de Evaluación para los sistemas de mantenimiento

- Organización de la Empresa:** La empresa posee un organigrama actualizado general y por departamentos acorde con su estructura, la asignación de funciones y responsabilidades van a partir de ahora hasta el último nivel supervisorio para así lograr el cumplimiento de los objetivos. En cuanto a la autoridad y autonomía las personas asignadas al desarrollo y cumplimiento de las diferentes funciones cuentan con el apoyo necesario de la dirección de la organización y tienen la suficiente autoridad y autonomía para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades establecidas, finalmente para el sistema de información la empresa cuenta con una nueva estructura

---

---

técnica administrativa para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información, en la que a través de diagramas de flujo se observan y siguen los componentes estructurales partícipes en la toma de decisiones, se asignó un planificador el cual va a administrar las labores de mantenimiento y contará con las bondades que brinda la herramienta MP2.

- **Organización del mantenimiento:** Se posee una función de mantenimiento bien definida y ubicada de la organización, las personas asignadas para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades cuentan con el apoyo total de la gerencia, están en pleno conocimiento de sus funciones, la compañía adquirió para la organización de mantenimiento el sistema MP2 que le permitirá manejar y registrar la información referente a programación de mantenimiento, estadísticas, registro de fallas, programación, costos, información sobre equipos, etc.
- **Planificación del Mantenimiento:** Se establecieron planes detallados para definir las prioridades en cuanto al mantenimiento de los sistemas, se implementaron los mantenimientos preventivos y se desarrolló un sistema de codificación para el registro organizado de los equipos, se clasificó la información de cada equipo (manuales), etc.
- **Mantenimiento Rutinario:** Se preestablecieron las actividades de mantenimiento diarias y semanales que se le realizaran a los sistemas y equipos, estas se llevaran a cabo en el tiempo en los que no interfieran con el proceso productivo, las acciones y equipos de limpieza, calibración, protección se fueron programadas.
- **Mantenimiento Programado:** La organización del mantenimiento a partir de la implantación de la nueva gestión posee un programa de mantenimiento programado en el cual se especifican las acciones a ser ejecutadas.



- **Mantenimiento Circunstancial:** La ejecución de objetos de mantenimiento que se utilizan en forma circunstancial o alterna, está dentro de los planes de la organización de mantenimiento y la ejecución de estas actividades en coordinación con el departamento de producción, ahora la empresa dispone de los medios efectivos para llevar a cabo el control de ejecución de las actividades de mantenimiento circunstancial en el momento que se establezca para ello.
- **Mantenimiento Correctivo:** Se están ejecutando los mantenimiento correctivos necesarios para poner al día los equipos de la planta y se llevan a cabo de una manera organizada bajo una planificación, se establecieron ordenes de prioridades con la participación de la unidad de producción, se cuenta con programas, planes y recursos para ejecuta el mantenimiento de la forma mas eficaz posible, a través de la ODT (orden de trabajo), se llevan los registros de horas-hombre, materiales y repuestos utilizados.



Figura 9.2.- Bomba de agua cruda antes del inicio de la nueva gestión de mantenimiento.



**Figura 9.3.- Bomba de agua cruda después de realizado el mantenimiento correctivo**

En las figuras 9.2 y 9.3 se observa la bomba de agua cruda antes y después de la aplicación del mantenimiento correctivo realizado para la puesta al día de los equipos de la planta, una de las etapas requeridas para la implantación del Mantenimiento Productivo Total.

Luego de realizar estas evaluaciones se puede observar que la gestión de mantenimiento implantada ha generado unos resultados alentadores ya que los porcentajes parciales de cada área estudiada y el porcentaje global obtenido, superaron en gran medida el porcentaje obtenido en la primera evaluación realizada al principio del desarrollo de la gestión.

A continuación se muestra en las figuras 9.4 y 9.5 otra de las mejoras realizadas en sistema de la planta ya que se desincorporaron dos de los filtros de agua del sistema de tratamiento los cuales no estaban operativos, de esta manera se habilitó un área mayor para optimizar las labores de mantenimiento.



Figura 9.4.- Filtros de sistema de agua suavizada desincorporados



Figura 9.5. Sistema de agua suavizada resultante, después de la desincorporación de filtros

---

---

## CONCLUSIONES

Mediante la aplicación de las rutinas propuestas a partir del desarrollo de estos planes de mantenimiento, es posible controlar el funcionamiento de la planta, para obtener un aumento no sólo de la disponibilidad sino de la confiabilidad de los equipos que la conforman. Con esto también disminuye la aplicación de tareas correctivas, las cuales generan altos costos de reparación.

Con la incorporación de las paradas programadas se pueden llevar a cabo las labores de mantenimiento sin interrumpir el proceso productivo.

La evaluación realizada al sistema de mantenimiento, contribuyó a tomar las acciones necesarias para optimizar la gestión de mantenimiento actual de Textilana, S.A.

Al incorporar el proyecto SOL (Seguridad, Orden y Limpieza) basado en el Mantenimiento Productivo Total, se contribuirá a la optimización de la gestión actual de mantenimiento que posee Textilana, S.A., ya que a través de esta se involucrará al personal operacional en la manutención de los equipos, se disminuirán la ocurrencia de incidentes y accidentes por condiciones y actos inseguros, se fomentará el trabajo en equipo y se incentivará la cooperación entre el personal de mantenimiento y de operaciones y se maximizará el rendimiento de lo equipos.

Por medio de la codificación se conseguirá administrar de manera más eficiente la información técnica de los equipos de la planta.

A través de la incorporación de las órdenes de trabajo, se logrará el registro de variables cuantitativas y la información necesaria para mejorar la disponibilidad de los equipos.

Con la implantación del sistema computarizado MP2 se facilitará la administración y organización del departamento de mantenimiento.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar el cálculo del MCC y el Análisis de Modo y Efecto de Falla para todos los equipos de la planta, luego de recopilada la información necesaria a través de las órdenes de trabajo.

Deben evaluarse los sistemas de seguridad dentro de la planta y tomar las acciones correctivas.

Se debe hacer seguimiento al programa de mantenimiento implantado, para alcanzar de esta manera los objetivos planteados.

Calcular los indicadores de mantenimiento: mantenibilidad, confiabilidad, disponibilidad.

Realizar jornadas informativas a todo el personal de Textilana acerca de los nuevos proyectos.

Capacitar al personal de operaciones en higiene y seguridad industrial mediante cursos y charlas.

---

---

## BIBLIOGRAFÍA

- **ÁLVAREZ, Manuel, Salas Juan: Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), para una planta de pastas alimenticias.** 2003. Tesis de Grado. Caracas, Venezuela.
- **ARAUJO M., Nelson, Thielsen U. Luis R.: Planificación del mantenimiento preventivo de una planta textil.** 1970. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- **AVALLONE, Eugene & Baumaster III, Theodore Marks: Manual del Ingeniero Mecánico.** Mexico DF- Mexico. Editorial McGraw-Hill. (1996).
- **[2] COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN CT-3: CONSTRUCCION: Norma Venezolana COVENIN 3049-93: Mantenimiento. Definiciones. 2001.**
- **[4] CUATRECASAS, Lluís: TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción.** Barcelona, (España). Ediciones Gestión 2000, S.A.
- **[5] DUFFUAA S., Raouf A, Dixon J.: Sistemas de mantenimiento, Planeación y control.** México. Editorial Limusa, S.A. (2000).
- **FERMÍN L., Gustavo A, Rodríguez M. Agustín M.: Implantación de un Software para la mejora de la confiabilidad de los equipos en la industria de premezclado de concreto.** 2003. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- **HARTMAN W., Matthes H.: Manual de los sistemas de información.** 2da parte. Vol 6. Técnicas y Estándares. Madrid, España. Editorial Paraninfo.

- [3] Material de clases del Prof. Alfonso Quiroga
  
- NAVA, José Domingo: **Teoría de Mantenimiento. Fiabilidad.** 1992. Mérida, Venezuela. 1era edición. Talleres Gráficos. Universidad de los Andes.
  
- NORMA VENEZOLANA COVENIN 2500-93: **Manual para los sistemas de mantenimiento en la industria. (1era Revisión).**
  
- PAR CONSULTED LIMITED.: **Manual para consultas. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad “Plus”.**.. Publicación Nª 856548 de British Estándar.
  
- SALAZAR, Hamana, Víctor. **Técnicas de Mantenimiento Avanzado** (1989).
  
- <http://sme.uni.edu.pe/tpm.html>: TPM-Mantenimiento Productivo Total
  
- <http://www.solomantenimiento.com>: Mantenimiento Productivo Total TPM
  
- [http://www.solomantenimiento.com/articulos/mantenimiento\\_autonomo.htm](http://www.solomantenimiento.com/articulos/mantenimiento_autonomo.htm): Mantenimiento Autónomo. Revista Mantener N° 6.