UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO EN EL ÁREA DE CONVERSIÓN DE UNA EMPRESA FABRICANTE DE EMPAQUES FLEXIBLES DE AVANZADA TECNOLOGÍA".

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR Vasquez V., Julitz T

PROFESOR GUIA Ing. Ribis, Sebastian

FECHA 07 de Octubre 2008.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO EN EL ÁREA DE CONVERSIÓN DE UNA EMPRESA FABRICANTE DE EMPAQUES FLEXIBLES DE AVANZADA TECNOLOGÍA".

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: VEINTE (20) PUNTOS

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Sebastian Ribis	Nombre: Alexis Villanueva	Nombre: Diego Casañas

REALIZADO POR	Vasquez V., Julitz T
PROFESOR GUIA	Ing. Ribis, Sebastian
FECHA	07 de Octubre 2008.

SINOPSIS

Este Trabajo Especial de Grado tiene como objetivo principal desarrollar un plan de mantenimiento para algunos equipos del área de conversión de una empresa fabricante de empaques flexibles de avanzada tecnología. El estudio estipula las siguientes etapas:

CAPÍTULO I: Presentación de la Empresa

Muestra una reseña de la empresa, su descripción, estructura organizacional y sus procesos productivos.

CAPÍTULO II: Justificación del proyecto

Presenta los objetivos de este informe, así como el planteamiento del problema.

CAPÍTULO III: Marco Teórico

Contiene los conceptos necesarios para realizar la propuesta

CAPÍTULO IV: Marco Metodológico

Muestra una reseña esquematizada y explicativa de los lineamientos a seguir en la consecución de los objetivos y el tipo de investigación efectuada.

CAPÍTULO V: Levantamiento del Área de Conversión

Contiene una descripción de los procesos del área de conversión, así como un inventario de los equipos, además de analizar los tiempos de utilización de los mismos.

CAPÍTULO VI: Selección de los Equipos

Presenta los criterios utilizados para seleccionar los equipos a los cuales se les creara la propuesta de mantenimiento, además de un análisis de las paradas que estos presentan desde noviembre del 007 hasta mayo del 2008.

CAPÍTULO VII: Mantenimiento Actual

Describe la política de mantenimiento actual de la empresa, juntos con los requerimientos específicos de sustitución de piezas en los equipos seleccionados, además de un diagrama causa- efecto que muestra las fallas de la gestión de mantenimiento actual.

CAPÍTULO VIII: Propuesta del Plan de Mantenimiento

Muestra el desarrollo de la propuesta de mantenimiento preventivo para los equipos seleccionados, que contiene todas las actividades que se deben de ejecutar en el año. El costo total anual del plan propuesto es de BsF. 530.069,80, en el cual se incluye: materiales, herramientas, mano de obra y empresas subcontratadas que realizan las tareas más especiales.

CAPÍTULO IX: Conclusión y Recomendaciones

Presenta las conclusiones a las que se llegue después de realizar el estudio, además de mostrar las recomendaciones contempladas del proyecto realizado.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA 2
1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA 2
1.1.1 HISTORIA 2
1.1.2 MISIÓN 3
1.1.3 VISIÓN 3
1.1.4 ORGANIGRAMA 4
1.1.5 PRINCIPALES CLIENTES 4
1.1.6 PROCESOS ADMINISTRATIVOS Y PRODUCTIVOS 4
CAPÍTULO II: JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 6
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 6
2.2. OBJETIVOS: 7
2.2.1 OBJETIVO GENERAL 7
2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7
2.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 7
2.4. ALCANCE 8
2.5 LIMITACIONES 8
CAPÍTULO III: MARCO TEORICO 9
3.1 MANTENIMIENTO GENERAL: 9
3.1.1 DEFINICIÓN 9
3.1.2 OBJETVOS 10
3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO: 10
3.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO 11
3.2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO 11
3.3 GESTIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO BASADOS EN RIESGO Y CONFIABILIDAD (RCCM) 12
3.3.1 METODOLOGÍA ABC 12
3.4 PLANEACIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO 13
3.5 PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO 14
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLOGICO 18

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN DE INVESTIGACIÓN 18
4.1.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO 18
4.2 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN 18
4.2.1 LEVANTAMIENTO D ELA INFORMACIÓN 18
4.2.2 RECOLECCIÓN DE DATOS 19
4.3 ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA 22
CAPÍTULO V: ÁREA DE CONVERSIÓN 23
5.1 PROCESOS Y MÁQUINAS: 23
5.1.1 IMPRESIÓN 24
5.1.2 LAMINACIÓN 25
5.1.3 CORTE 25
5.1.4 ALMACEN 26
5.2 PARADAS EN MAQUINARIAS 26
5.2.1 IMPRESIÓN 28
5.2.2 LAMINACIÓN 31
5.2.3 CORTE. 34
CAPÍTULO VI: SELECCIÓN DE EQUIPOS 39
6.1 METODOLOGÍA ABC 39
6.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LO5 EQUIPOS SELECCIONADOS: 44
6.2.1 FP1808: 44
6.2.1.1 LAS FALLAS 45
6.2.1.2 LAS CAUSAS 50
6.2.2 SLC: 51
6.2.2.1 LAS FALLAS 52
6.2.2.2 LAS CAUSAS 55
CAPÍTULO VII: MANTENIMIENTO ACTUAL 57
7.1 REQUERIMIENTOS DEL MANTENIMIENTO ACTUAL 57
7.1.1 FP1808 57
7.1.2 SLC 58
7.2 DIAGRAMA CASUA-EFECTO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA PAVEMA GRÁFICA, C.A 58
7.3 SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO Y LAS TAREAS A REALIZAR 60

8.1 PLANIFICACIÓN 64
8.1.1 ZONIFICACIÓN 64
8.1.2 INVENTARIO TÉCNICO 65
8.1.3 AUDITORIA TÉCNICA 65
8.1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS 67
8.1.5 SELECCIÓN DEL TIPO DE MANTENIMIENTO 67
8.1.6 CODIFICACIÓN D ELOS EQUIPOS 67
8.1.7 FORMATOS DE CONTROL: 68
8.1.7.1 FORMATO DE ÓRDENES DE TRABAJO (O/T) 68
8.1.7.2INFORME DE TRABAJO REALIZADO (ITR) 70
8.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO POR MÁQUINA 71
8.2.1 FP1808 71
8.2.2 SLC 76
8.3 HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL 80
8.4 CALCULO DE LAS HORAS HOMBRES 82
8.5 CALCULO PERSONAL MANTENIMIENTO 83
8.6 ANÁLISIS DEL COSTO UNITARIO 85
8.7 RELACIÓN COSTO BENEFICIO 91
8.8 INDICADORES DE LA GESTIÓN DE MNATENIMEINTO 92
CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 95
9.1 CONCLUSIONES 95
9.2 RECOMENDACIONES 97
BIBLIOGRAFÍA 99

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....22
TABLA 2 ESCALA DE EVALUACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS CRITICOS FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 40
TABLA 3 RESULTADOS NIVELES DE CRITICIDAD EN EQUIPOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 42
TABLA 4 CAUSA-RAIZ FALLAS EN LA IMPRESORA FP1808. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... 50
TABLA 5 CAUSA-RAIZ FALLAS EN LA LAMINADORA SLC. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... 56
TABLA 6 AMEF IMPRESORA FP1808. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 61
TABLA 7 AMEF LAMINADORA SLC. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 62
TABLA 8 DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE ÁREA DE CONVERSIÓN . FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 66
TABLA 9 CLASIFICACIÓN D ELOS EQUIPOS DEL ÁREA DE CONVERSIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 67
TABLA 10 PROGRAMACIÓN MANTENIMIENTO UNIDADES DEL GRUPO IMPRESOR FP1808. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 72
TABLA 11 PROGRAMACIÓN MANTENIMIENTO CHILLER FP1808. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 74
TABLA 12 PROGRAMACIÓN MANTENIMIENTO TURBINA FP1808. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... 75
TABLA 13 PROGRAMACIÓN MANTENIMIENTO GRUPO REBOBINADOR SLC. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 76
TABLA 14 PROGRAMACIÓN MANTENIMIENTO TABLERO ELECTRICO SLC. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 78
TABLA 15 PROGRAMACIÓN MANTENIMIENTO MOTOR PRINCIPAL SLC. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 79
TABLA 16 CALCULO HORAS ANUALES TRABAJADAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... 82
TABLA 17 CALCULO PERSONAL DE MANTENIMIENTO PARA CADA DISPOSITIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 83
TABLA 18 CALCULO DE LOS COSTOS DE DE LOS MATERIALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... 86
TABLA 19 CALCULO DE LOS COSTOS DE LAS HERRAMIENTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 88
TABLA 20 CALCULO DE LOS COSTOS DE LOS OUTSOURCING. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 89
TABLA 21 CALCULO DE LOS COSTOS DE MANO DE OBRA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 90
TABLA 22 CALCULO COSTO TOTAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... 90

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA. FUENTE: PAVEMA GRAFICA, C.A....4
FIGURA 2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA D ELOS PROCESOS. FUENTE: PAVEMA GRAFICA, C.A....5
FIGURA 3 DIAGRAMA DE FLUJOS PROCESOS ÁREA DE CONVERSIÓN. FUENTE: PAVEMA GRAFICA, C.A....23
FIGURA 4 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA PAVEMA GRÁFICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 59
FIGURA 5 LAYOUT DE LA PLANTA. FUENTE: PAVEMA GRAFICA, C.A 64
FIGURA 6 ESQUEMA DE CODIFICACIÓN D ELOS EQUIPOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.... 68
FIGURA 7 FORMATO ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 69
FIGURA 8 FORMATO INFORME DE TRABAJO REALIZADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.... 70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 1 PARADAS PORCENTUALES EN EL ÁREA DE IMPRESIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....28
GRAFICO 2 UTILIZACIÓN MAQUINARIAS DEL ÁREA DE IMPRESIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA... ... 30
GRAFICO 3 PARADAS PORCENTUALES EN EL ÁREA DE LAMINACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA....31
GRAFICO 4 UTILIZACIÓN MAQUINARIAS DEL ÁREA DE LAMINACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.... 33
GRAFICO 5 PARADAS PORCENTUALES EN EL ÁREA DE CORTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA....34
GRAFICO 6 UTILIZACIÓN MAQUINARIAS DEL ÁREA DE CORTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA... 36
GRAFICO 7 PORCENTAJE DE TIEMPO DE USO MAQUINA IMPRESORA FP1808. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 44
GRAFICO 8 TIEMPO PERDIDO POR FALLAS MAQUINA IMPRESORA FP1808. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 47
GRAFICO 9 PORCENTAJE DE TIEMPO DE USO MAQUINA LAMINADORA SLC. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 51
GRAFICO 10 TIEMPO PERDIDO POR FALLAS MAQUINA LAMINADORA SLC. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 53

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Venezuela se requiere un gran esfuerzo por ser competitivos en cualquier área y mantenerse a la vanguardia a la hora de buscar mejoras en la productividad de cualquier empresa.

El mantenimiento es un elemento fundamental que contribuye junto con otras funciones empresariales, al logro y a la superación de los objetivos de la empresa, siendo una disciplina que combina técnicas de gestión, organización y planeación, que afecta positivamente los siguientes aspectos:

- Costos de producción
- Calidad del Producto o Servicio
- Capacidad Operacional
- Seguridad e Higiene Industrial

En nuestro país, existe una falta de cultura en cuanto a la Gestión de Mantenimiento se refiere, ya que se recurre mas al mantenimiento correctivo que al preventivo.

La empresa en estudio, PAVEMA GRÁFICA, C.A. tiene la necesidad de implantar una Gestión de Mantenimiento que permita mejorar tanto su productividad como la rentabilidad y calidad de sus productos con el fin de asegurar el buen funcionamiento y prolongar la vida útil de sus equipos e instalaciones.

CAPITULO I

PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

1. Descripción de la Empresa

1.1 Historia

PAVEMA GRÁFICA, C.A. es una empresa de capital nacional, constituida en el año 1972, que se dedica a la impresión flexo gráfica de empaques y productos flexibles sencillos o laminados. Actualmente, cuenta con varios procesos de fabricación, que contribuyen a la elaboración de películas plásticas procesadas por extrusión o coextrusión de resinas poliolefínicas.

La planta física de la compañía se encuentra en el Conglomerado Industrial Manuel Olivares Betancourt, ubicada en la Zona Industrial San Vicente II, Calle G, galpón F-4, Maracay, Estado Aragua, mientras que su oficina principal está en la ciudad de Caracas, en la Urbanización Santa Paula, Avenida Circunvalación del Sol Centro Profesional Santa Paula Torre A piso 3 Oficina 312.

PAVEMA GRÁFICA, C.A. cuenta con un equipo técnico y humano de amplia experiencia en el proceso de conversión; que utiliza la impresión flexo gráfica y la laminación sin solventes, presentación que se da en bobinas. La capacidad laboral está compuesta aproximadamente por ciento treinta (130) personas, entre empleados y obreros de nómina diaria, quienes usan tecnología de punta para la obtención de productos de calidad.

La capacidad instalada de la planta les permite obtener hasta 300 toneladas mensuales de producción tanto en Procesos de: fabricación como en el de Conversión de empaques flexibles.

PAVEMA GRÁFICA C.A., con la finalidad de adaptarse a la nueva realidad económica de Venezuela, ha venido incorporando modernos equipos para impresión en alta resolución, laminación de avanzada tecnología, y coextrusión de última tecnología, que le permiten mayor productividad y proveer un mejor servicio a sus clientes. El esfuerzo en tecnología le ha permitido obtener reconocimientos nacionales como el GRAN PRIX CYREL, (año 1998, primer lugar a nivel nacional en la categoría Envases Flexibles en Línea, segundo premio a nivel nacional en la categoría Envases Flexibles en Cuatricromía y el tercer lugar a nivel latinoamericano por mejor impresión en cuatricromía). Para el año 2000 obtuvo el segundo lugar a nivel nacional en la categoría Envases Flexibles en Línea.

1.2 Misión

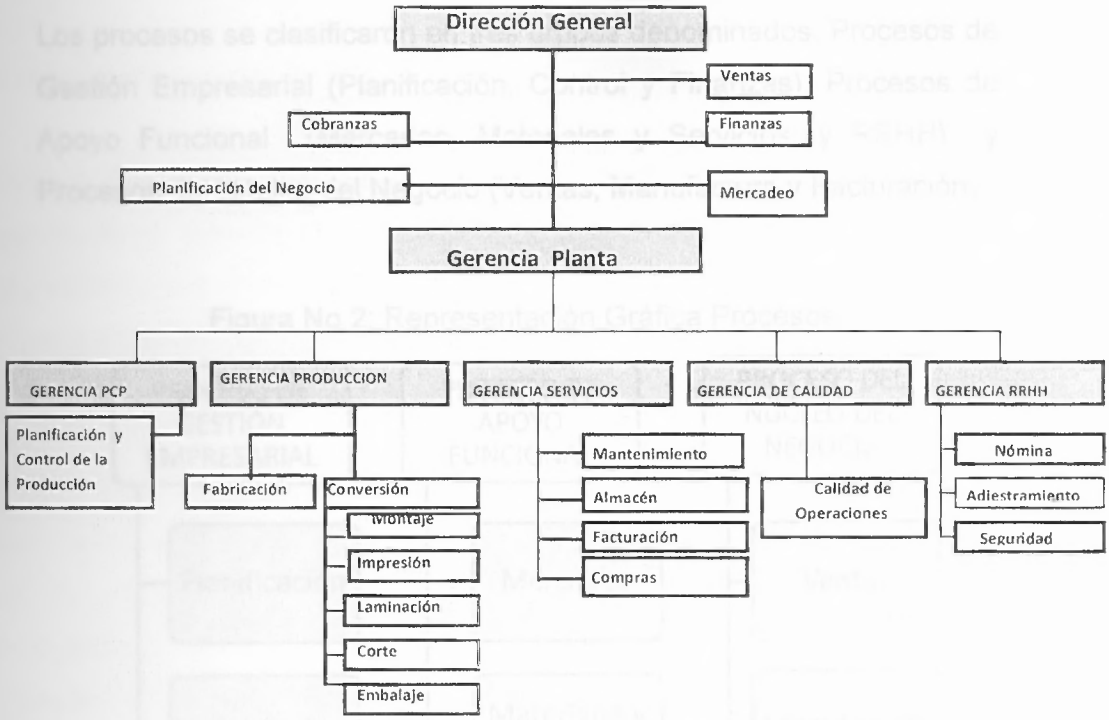
Fabricar empaques y productos flexibles de calidad para satisfacer la expectativas y necesidades de clientes, accionistas y trabajadores, mediante un modelo de gestión, basado en valores, con el uso de tecnología de avanzada, que garantice competitividad, confianza, rentabilidad y desarrollo de los recursos humanos y de la organización, en armonía con el entorno ambiental, social y cultural.

1.3 Visión

Ser una empresa líder en la fabricación de empaques y productos flexibles en Venezuela y extender las actividades al exterior. Fortalecer la orientación a la excelencia, confiabilidad, calidad y servicio al cliente. Lograr una organización planificada, sistematizada, eficiente, moderna y rentable. Desarrollar recursos humanos y procurar su identificación y compromiso con los valores de la empresa y mantener la armonía con el medio ambiente y el entorno social y cultural.

1.4 Organigrama

Figura No.1: Organigrama de la Empresa



Fuente: PAVEMA GRÁFICA, C.A.

1.5 Principales clientes

PAVEMA GRÁFICA, C.A., tiene como principales clientes actualmente a diferentes industrias, que corresponden al área de alimentos en general, productos higiénicos y entes publicitarios.

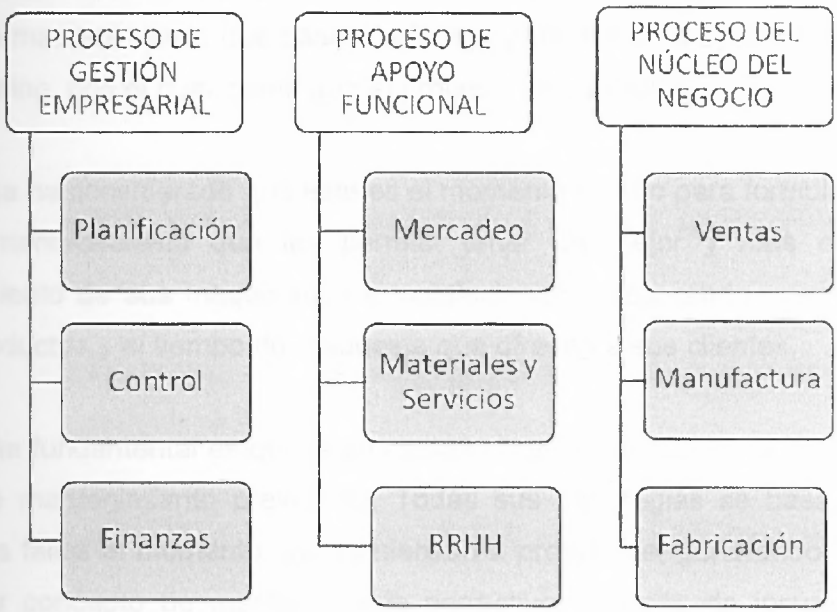
1.6 Procesos administrativos y productivos

En este año en curso, PAVEMA GRÁFICA, C.A. se está estableciendo e implementando el Proyecto de "Integración de la Organización, Procesos, Datos y Sistemas" junto con el Sistema Profit Plus; en el cual se utilizó la Metodología VAIS (Value Added Information System). Conforme a éste método se identificaron 9 procesos principales, 25

subprocesos, 118 actividades distintas y 674 elementos de información generados por unas actividades y requeridas por otras.

Los procesos se clasificaron en tres grupos denominados: Procesos de Gestión Empresarial (Planificación, Control y Finanzas), Procesos de Apoyo Funcional (Mercadeo, Materiales y Servicios, y RRHH) y Procesos del Núcleo del Negocio (Ventas, Manufactura y Facturación).

Figura No.2: Representación Gráfica Procesos.



Fuente: Elaboración propia

El presente trabajo de grado pretende atacar la parte de manufactura del proceso del núcleo del negocio.

CAPITULO II

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2.1 Planteamiento del Problema

PAVEMA GRÁFICA, C.A. ha experimentado una reestructuración a nivel organizacional durante los últimos dos años, basada en un plan de integración de sus diversos departamentos. En la primera etapa de este plan de reestructuración se recolectó la data necesaria para realizar el diseño de un plan de mantenimiento que pasará a formar parte de un proyecto de lean manufacturing, con el cual culminaría el proceso de transición.

La empresa ha considerado que este es el momento idóneo para formular un plan de mantenimiento que les permita tener un mejor y más eficaz funcionamiento de sus maquinarias e instalaciones, asegurando la calidad de sus productos y el tiempo de respuesta que ofrecen a sus clientes.

El problema fundamental es que la empresa no cuenta actualmente con una política de mantenimiento preventivo. Todas sus estrategias se basan en corregir las fallas al momento que comienzan a producirse, generando altos costos por concepto de mantenimiento correctivo, además de incurrir en paradas imprevistas de las maquinarias, lo da como resultado final la disminución de la producción y la productividad.

De esta situación, surge la necesidad de implementar un mecanismo que permita a la empresa la reducción de estas paradas, así como de los costos asociados a las mismas, mediante la puesta en marcha de un Plan de Mantenimiento, que identifique las fallas oportunamente, alargando la vida útil y aumentando la eficiencia de los equipos.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General

Proponer un plan de Mantenimiento en el área de conversión de una empresa fabricante de empaques flexibles de avanzada tecnología.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar el área de conversión.
- Realizar un inventario de los equipos que intervienen en dicha área, así como sus características.
- Identificar los recursos vitales del área de conversión, jerarquizando los equipos, a fin de seleccionar aquellos sobre los cuales se fundamentara el estudio.
- Presentar un diagnostico del mantenimiento actual.
- Establecer requerimientos de mantenimiento de los equipos seleccionados.
- Detectar fallas existentes en el mantenimiento actual.
- Diseñar un plan de mantenimiento a los equipos seleccionados.

2.3. Justificación e Importancia

Actualmente PAVEMA GRÁFICA, C.A. establece mantenimientos correctivos de emergencia, cuando ocurren paradas inesperadas en los equipos, que acarrean una disminución de la producción y un aumento de los costos.

El propósito de este trabajo especial de grado es la propuesta de un plan de mantenimiento integral que se adapte a las necesidades de PAVEMA GRÁFICA, C.A..

2.4. Alcance

Se propone un plan de mantenimiento en el área de conversión de una empresa fabricante de empaques flexibles de avanzada tecnología.

2.5. Limitaciones

El presente informe se limitará específicamente a cumplir con los objetivos específicos propuestos. No abarcará la implementación de las recomendaciones, ni la evaluación de los resultados posteriores a su aplicación, por lo tanto su aplicación dependerá de la gerencia.

En este trabajo no será presentada aquella información que se considere confidencial por parte de la empresa.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Mantenimiento General

3.1.1 Definición

Existen muchas definiciones de mantenimiento, entre ellos podemos citar a Duffuaa, Raouf y Dixon (2004), donde el mantenimiento se define como: "... la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las labores designadas."[1] Por otra parte Ribis (2008) lo define como: "... todas aquellas actividades orientadas a la conservación de equipos, instalaciones, edificaciones y servicios a fin de de asegurar la disponibilidad de los mismos a la organización para el logro de sus funciones y objetivos."[2] Mantenimiento, es entonces, un conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones.

La labor del departamento de mantenimiento está muy relacionada a la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador, ya que se tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones las máquinas, herramientas y equipos de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

---

[1] Duffuaa S., Raouf A., Campbell J.D.: *Sistemas de Mantenimiento planeación y Control.* Editorial Limusa Wiley, México 2004, pag. 29.

[2] Ribis, S.: *Introducción al Mantenimiento.* Instituto Universitario de Tecnología Industrial, Material electrónico, 2008, lámina 2.

3.1.2 Objetivos

"El objetivo principal de un departamento de mantenimiento es la conservación de los equipos, servicios, instalaciones y edificaciones, en condiciones tales que las fallas imprevistas sean mínimas y que la economía, seguridad y eficiencia sean máximas..."[3], para ello es necesario cumplir con los siguientes objetivos:

- Maximizar la disponibilidad de la maquinaria y equipos para la producción, asegurándose de que no existan paradas durante las operaciones de producción.
- Mantener el equipo en condiciones satisfactorias para lograr seguridad en las operaciones.
- Mantener el equipo a su máximo de eficiencia de operación.
- Preservar el valor de las instalaciones, minimizando su deterioro.
- Reducir al mínimo el tiempo de ocio que resulta de las paradas.
- Mantener un alto nivel de Ingeniería practica en la ejecución del trabajo elaborado.
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- Cumplir con las normas de seguridad y medio ambiente.
- Conseguir las metas anteriores de la forma más económica posible.

3.2 Tipos de Mantenimiento

[3] Ribis, S.: *Técnicas Básicas de Mantenimiento, Introducción y Tipos de Mantenimiento.* Instituto Universitario de Tecnología Industrial, Material electrónico, 2008, lámina 2.

3.2.1 Mantenimiento Preventivo

Se puede definir como el conjunto de acciones necesarias para conservar un equipo en buen estado, independientemente de la apararición de las fallas

Este tipo de mantenimiento busca preveer las fallas con base en parámetros de diseño y condiciones de trabajo supuestas. El objetivo básico del mantenimiento preventivo es la planificación de actividades que eviten problemas posteriores a la empresa.

Se fundamenta en:

- **Mantenimiento Sistemático:** se basa en el tiempo, tiene una frecuencia determinada y trata de actividades básicas como inspeccionar, limpiar, engrasar, reponer y restaurar piezas para prevenir averías.

- **Mantenimiento predictivo:** se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua. Para ello, se usan para ello instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

3.2.2 Mantenimiento Correctivo

Se lleva a cabo con el fin de corregir, reparar, cambiar o modificar cualquier herramienta, maquinaria o equipo cuando se ha detectado alguna falla o posible falla que pudiera poner en riesgo el funcionamiento seguro de la herramienta o equipo y de la persona que lo utiliza. Se clasifica en:

- No planificado: Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

- Planificado: Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

3.3 Gestión de Planes de Mantenimiento Basados en Riesgo y Confiabilidad (RCCM)

El RCCM es definido, según Ribis (2008), "... como un proceso organizacional para la toma de decisiones acerca de tareas de mantenimiento requeridas enfocado en los modos de fallas críticos y eliminando intervenciones donde no hay valor agregado."[4]

3.3.1 Metodología ABC

Para analizar los equipos, en base a su nivel de criticidad, se utiliza como herramienta el método de clasificación ABC, que consiste en clasificar los equipos en base a ciertos criterios preestablecidos en tres categorías: categoría A, B y C, las cuales están definidas más adelante en la sección 7.1 del capítulo VII.

---

[4] Ribis, S.: *Gestión de Planes de Mantenimiento Basados en Riesgo y Confiabilidad RCCM*. Instituto Universitario de Tecnología Industrial. Material Electrónico, 2008, lamina 3.

Esta metodología es la base utilizada en la selección de los equipos a los cuales se les aplica el Plan de Mantenimiento generado en este informe.

3.4 Planificación del Trabajo de Mantenimiento

Esta etapa se puede definir como el conjunto de procesos donde se preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de realizar un trabajo de mantenimiento. Ribis (2008) la define como "... el uso de un método sistemático y organizado de análisis de trabajo y disponerlo de tal manera, que tanto los hombres como las actividades, se utilicen de la forma más racional posible."[5]

Esta etapa consta de una serie de actividades que darán al ejecutor del plan la mejor manera de afrontarlo, con los recursos humanos y materiales necesarios. Estas actividades, explica Ribis, son las siguientes:

- **Zonificación de la empresa:** se basa en determinar las aéreas o zonas específicas donde se llevaran a cabo las tareas del plan de mantenimiento. Esta división permite conocer la ubicación física de los equipos a los cuales se les tendrán que aplicar las actividades de mantenimiento.
- **Inventario Técnico:** consiste en recavar toda la información posible de los equipos que componen el sistema a mantener.
- **Auditoria Técnica:** determina las condiciones reales de funcionamiento de cada uno de los equipos a mantener. El parámetro matemático que se emplea es el porcentaje de disponibilidad, el cual indica si los equipos están operativos o no.

---

[5] Ribis, S.: *Teoría Básica del Mantenimiento Planificación.* Instituto Universitario de Tecnología Industrial. Material Electrónico, 2008, lamina 2.

- **Clasificación de los equipos:** consiste en dividir los equipos en equipos mecánicos y eléctricos.
- **Selección del plan de mantenimiento:** resultado de las dos actividades anteriores se selecciona el tipo de mantenimiento que mejor se adapte a las necesidades del equipo.
- **Codificación de los equipos:** es un conjunto de letras y números (alfanumérica) ordenados de manera tal que permite identificar totalmente la actividad de mantenimiento que se le va a realizar a un equipo en particular.
- **Formatos de Control:** en ellos se registran las actividades de mantenimiento de forma efectiva, de manera que se pueda controlar el sistema para su mejora y ahorros de tiempos y costos. Los formatos que se utilizan son las ordenes de trabajo, mediante el cual se ejecuta una orden de trabajo de mantenimiento, así como su alcance; y los informes de trabajos realizados donde se registran los trabajos realizados, así como los tiempo y recomendaciones de mejoras.

3.5 Programación del Mantenimiento

La programación del mantenimiento consiste en acoplar tanto los procesos como los recursos necesarios, asignándoles una secuencia de ejecución, para llevar a cabo una actividad de mantenimiento.

La programación del plan, es la secuencia que seguirán las actividades en el período de tiempo que el ejecutor asuma el plan. Según Ribis (2008) hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- Manuales del fabricante
- Actividades a realizar
- Materiales a usar
- Herramientas

- Outsourcing (si se utilizan)
- Recursos humanos
- Normas de seguridad
- Frecuencia
- Tiempo estándar
- Métodos de programación

Una de las herramientas que se utiliza para visualizar esta secuencia de actividades en el tiempo es la carta Gantt, la cual lleva el nombre de su creador Henry Gantt, este gráfico es una forma fácil para calendarizar tareas. Es esencialmente una gráfica en donde las barras representan cada tarea o actividad. La longitud de cada barra representa la longitud relativa de la tarea, mientras que las tareas son inscritas en la posición izquierda.

Una vez que se tiene la programación de las tareas que se realizaran en los equipos se realizan los Procedimientos Estándares (POE), donde se muestran todos los pasos que se deben realizar para llevar a cabo una actividad.

Para analizar los costos se elabora un análisis de costos unitarios (ACU), esto se realiza acumulando el total de costos en herramientas requeridas (tomando en cuenta su depreciación), los materiales a utilizar, Outsourcing (si se necesita) y la mano de obra necesaria para cumplir con las tareas. A esto se le agrega un porcentaje de administración para cerrar con un total estimado de costo de implementación del Plan de Mantenimiento.

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar la marcha del sistema, ya sea administrativo, productivo o de mantenimiento. Estos índices relacionan variables administrativas, económicas y de producción; permiten medir la ejecución del plan y observar el nivel de éxito del mismo mientras se ejecuta.

Antes de desarrollar un Plan de Mantenimiento es necesario conocer la situación actual de la empresa. Existen herramientas para realizar este análisis, entre ellas están:

- Diagrama Causa- Efecto

  Puede utilizarse como herramienta para identificar las razones que ocasionan una deficiente Gestión de mantenimiento. Es útil para clasificar las causas y organizar relaciones mutuas. El efecto es la característica que necesita la mejora y las causas son los factores que la influencian. En el caso de mantenimiento es útil para identificar causas tales como: excesivo tiempo muerto, insuficiencia materia prima, baja productividad de los trabajadores, averías recurrentes, etc.

- Gráfico de Pareto

  Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

  La gráfica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción sin malgastar esfuerzos.

Entre otras técnicas utilizadas para detectar fallas y aplicar correcciones, se tiene a:

- **El Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)** que es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o minimizar el riesgo asociado a las mismas.

Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

* Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.

* Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.

* Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.

* Analizar la confiabilidad del sistema.

* Documentar el proceso.

- **Diagrama de dispersión**

- **Gráficas de control**

CAPITULO IV

MARCO METODOLOGICO

En este capítulo se explicará el método de investigación utilizada para llevar a cabo los objetivos planteados. Se explicará la forma de recolección de datos y el manejo de la información.

4.1 Tipo de Investigación

4.1.1 Investigación de Campo

Consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes.

La investigación es de carácter descriptivo, ya que tiene por objeto la elaboración de una propuesta, basada en el diseño de un plan que permita solucionar y organizar una necesidad de tipo práctica. Es de tipo no experimental, dado que no se manipulan variables directamente, sino que se toman de datos históricos que se llevan en la empresa y charlas con los trabajadores de la misma, el resultado es la base de información del trabajo.

4.2 Etapas de la Investigación

4.2.1 Levantamiento de la Información

Se comenzó tomando toda la información referida a la empresa, tal como: reseña histórica, principal clientes, misión, visión, procesos

productivos y administrativos, maquinarías empleadas y estructura organizacional. Igualmente se recogió la información relacionada al funcionamiento y mantenimiento de las máquinas, además del manejo y el uso de las mismas.

4.2.2 Recolección de datos

Los datos fueron tomados de un historial que guarda la empresa desde el año 2006 hasta mayo del 2008, donde se representan los tiempos de utilización de los equipos en cuanto a: Tiempos de producción, paradas por producción, tiempo de preparación, paradas por mantenimiento y otras paradas. También se tomaron los históricos de las fallas de los equipos seleccionados desde noviembre del 2007 hasta Mayo del 2008.

Este diseño es de carácter factible, ya que elabora una solución posible, para satisfacer una necesidad y solucionar un problema.

Fases de la Investigación:

- Fase 1: Levantamiento del Área de Conversión

  En esta fase se describen los procesos que conforman esta área, junto con las materias primas y las maquinarías involucradas. Basado en los registro históricos que lleva la empresa desde el año 2006 hasta mayo del 2008 se registran los tiempos utilizados para cada una de las siguientes paradas: tiempo de producción, paradas por producción, tiempo de preparación, paradas por mantenimiento y otras paradas. También se representa gráficamente los porcentajes de utilización de las maquinarías que conforman los distintos departamentos.

- Fase 2: Selección de los equipos

En esta fase se clasifican los equipos según su nivel de criticidad, Dicha clasificación se realizo a través de la metodología ABC, sometiendo a los equipos a una evaluación basada en factores mutuamente excluyentes, tales como: seguridad, calidad/inocuidad, utilización, continuidad operativa, tiempo medio para reparar, tiempo medio entre fallas y costo; donde se les dio una escala del 1 al 3 cada uno de estos criterios, lo que permitió seleccionar los equipos en los que se iba a basar este informe.

- Fase 3: Situación Actual de los Equipos Seleccionados

En esta fase se representa los porcentajes de utilización de los equipos seleccionados, así como también, los porcentajes de tiempos perdidos por fallas desde noviembre del 2007 hasta mayo del 2008. Se dan a conoces las posibles causas de las fallas y sus consecuencias, y los requerimientos de mantenimiento correctivo que les debe hacer actualmente a los equipos seleccionados. A su vez, se representan los factores que influyen en la gestión de mantenimiento a través de un diagrama causa – efecto.

- Fase 4: Elaboración del Plan de Mantenimiento

Con el conocimiento de las causas y los efectos de la situación actual de los equipos seleccionados, se elabora el plan de mantenimiento. Se toman a consideración: Mano de Obra, Inventario de Materiales y Herramientas y los costos asociados, asi como también la generación de indicadores con el cual se puede medir el resultado del plan a largo plazo. Se crearon los procedimientos estándares para realizar las actividades de

mantenimiento que se programaron para la generación de este plan.

- Fase 5: Conclusiones y Recomendaciones

Esta fase analiza el cumplimiento o no de los objetivos, así como las sugerencias para la empresa donde se realizo el Trabajo Especial de Grado.

4.3 Esquema de la Metodología

Tabla No. 1: Esquema de la metodología utilizada

ACTIVIDADES	FUENTES	HERRAMIENTAS
Recopilación Teórica Levantamiento del área Inventario de equipos	Duffua y Otros (2004) Ribis (2008) Gonzalez (2006) PAVEMA GRÁFICA, C.A.	Libros Fuentes electrónicas Manuales de equipos
Selección de Equipos	Personal PAVEMA GRÁFICA, C.A. Datos Históricos de la empresa	Metodología ABC Árbol de decisión
Diagnostico situación actual	PAVEMA GRÁFICA, C.A.	Gráfico de Pareto Diagrama Causa- Efecto
Elaboración del Plan	Ribis (2008) Personal PAVEMA GRÁFICA, C.A.	Material electrónico Libros Carta Gantt POE Microsoft Excel

PROPUESTA

Fuente: Elaboración propia

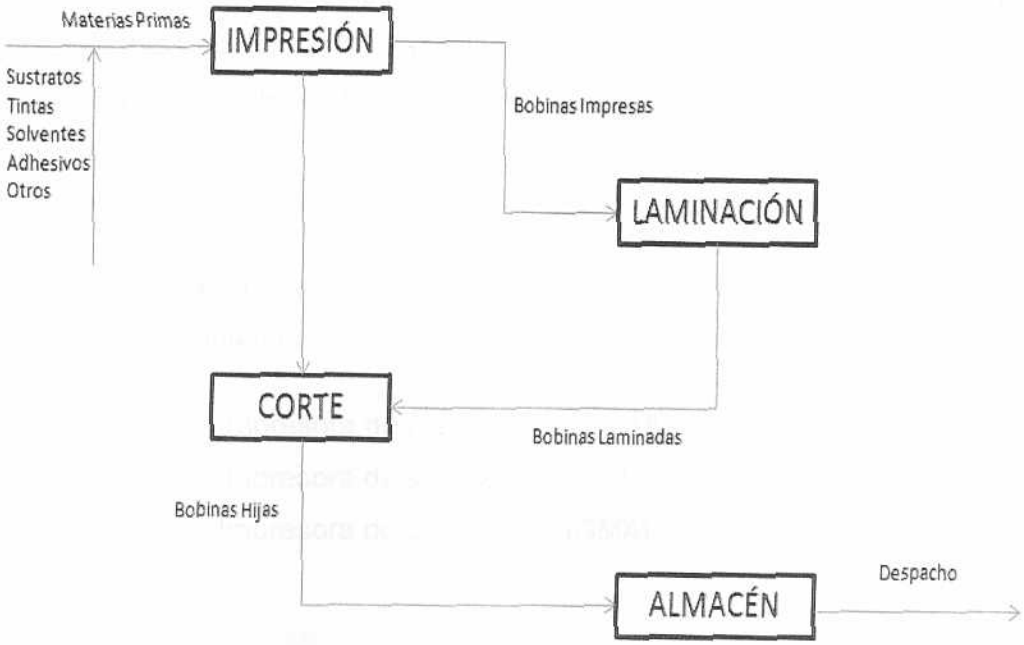
CAPITULO V

ÁREA DE CONVERSIÓN

5.1 Procesos y Maquinaria

El proceso que se analiza tiene que ver con la conversión de empaques flexibles de la empresa Pavema Gráfica C.A., que está conformada por las operaciones de: impresión, laminación, corte y embalaje. En la etapa de impresión se estampa el diseño que el cliente desea en bobinas de polipropileno o polietileno; la segunda es la que adhiere otra capa de polipropileno o polietileno al interior del empaque; la tercera se encarga de cortar las bobinas impresas en bobinas más pequeñas, y la cuarta es la que se encarga de acomodar y empacar las bobinas provenientes del corte en paletas para su traslado a las instalaciones del cliente.

Figura No. 3: Diagrama de Flujos Procesos del Área de Conversión



Fuente: PAVEMA GRÁFICA, C.A.

Como se observa en el diagrama anterior no todos los productos son laminados, es decir, algunos productos pueden salir del departamento de impresión al departamento de corte.

Las materias primas que se utilizan en el área de conversión son sustratos, tintas, solventes, adhesivos, bobinas y otros.

A continuación se presenta una breve descripción de todos los procesos involucrados en el área de conversión junto con sus respectivas maquinarias:

5.1.1 Impresión

En esta etapa se procede a imprimir el material, estampando el diseño que el cliente desea en el sustrato de la bobina. Las materias primas involucradas en este proceso son: Sustratos, Tintas, Solventes y Adhesivos, entre otras.

Existen tres impresoras que trabajan a distintas velocidades, según las variables como son la viscosidad de la tinta, sustrato o bobina virgen, aceleración de la tinta, numero de colores y otros. Todas estas variables cambian de un producto a otro haciendo que la velocidad de procesamiento sea casi única para cada producto.

Las maquinarias presentes en este departamento son las siguientes:

- Impresora de ocho colores FP1808 (Ver anexo No.1)
- Impresora de seis colores FS1500 (Ver anexo No.2)
- Impresora de un color PUIGMAL (Ver anexo No.3)

5.1.2 Laminación

En el proceso de laminación consiste en agregar una capa extra de polietileno o polipropileno a la bobina impresa, esto se realiza con el fin de darle mayor resistencia, y evitar que la tinta entre en contacto con los alimentos entre otros.

Las materias primas que se utilizan para este proceso vienen dadas por: bobinas impresas provenientes del área de impresión, materiales laminados, sustratos y adhesivos.

Al igual que en las impresoras la velocidad depende de diferentes factores como son el sustrato, tratamiento de corona, composición adhesivo solvente y la cantidad que se vaya a procesar.

Las maquinarias presentes en este departamento son las siguientes:

- Una Laminadora SLC (Ver anexo No.4) apta para el laminado de materiales con adhesivos, sin solventes de uno a dos componentes 100 % sólidos. Especial para laminar materiales tales como: polietileno, polipropileno, metalizados y poliéster, sin solventes.
- Una Laminadora SCHIAVI (Ver anexo No.5) apta para el laminado de materiales con adhesivos, sin solventes de uno a dos componentes 100 % sólidos. Especial para laminar materiales tales como: polietileno, polipropileno y poliéster, sin solventes. Esta máquina no se encuentra en funcionamiento actualmente.

5.1.3 Corte

En esta etapa se recibe el material que viene de impresión y de laminación para luego ser cortado en el tamaño que especifica cada

cliente. Una vez cortado, este material es enviado al almacén de productos terminados.

Las maquinarias presentes en este departamento son las siguientes:

- Una Cortadora (KMEC) (Ver anexo No.6) diseñada para cortar papel, polietileno y polipropileno.
- Tres Cortadoras (COM) (Ver anexo No.7)) especial para cortes de materiales como polietileno, polipropileno y papel

5.1.4 Almacén

Se reciben todos los productos ya cortados para ser embalados y luego enviados al almacén de producto terminado, donde permanecen hasta ser despachados.

5.2 Paradas en Maquinarias

PAVEMA GRÁFICA, C.A. mantiene un histórico de sus operaciones, desde enero del año 2006 hasta mayo del 2008 (ver anexo No.8) donde se registra el tiempo usado para cada una de las siguientes actividades:

- Tiempo de producción

  Es el tiempo que dedica la maquinaria a producir directamente, es decir, que la máquina se encuentra a una velocidad y en producción.

- Paradas por producción

  Son todos aquellos tiempos perdidos durante el proceso de producción, donde la máquina se encuentra parada por problemas dados por: Defectos en la materia prima, falla en la maquinaria por mal manejo de los mismos, descalibración de

alguna de las piezas, limpieza de equipos, procesos implícitos dentro del proceso productivo, procesos de verificación necesarios, falta de programación, entre otros.

- Tiempo de preparación

Es el tiempo transcurrido entre una orden de producción y otra, donde se realizan todos los cambios en la maquinaria para adaptarla al nuevo trabajo que se va a procesar en la misma. Aquí la maquinaria no se encuentra operativa.

- Paradas por mantenimiento

Son aquellas paradas atribuidas a defectos de la maquinaria en sí, por averías en la columna de sus partes y/o piezas.

- Otras paradas

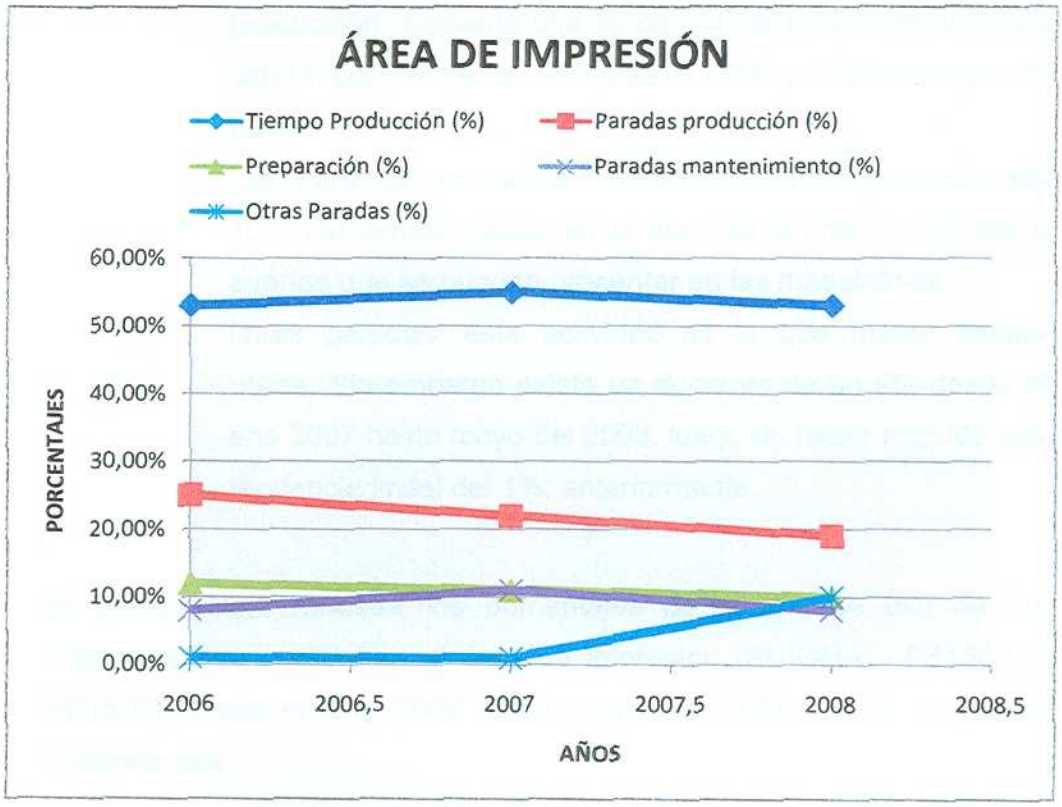
Son todos aquellos tiempos donde la maquinaria no se encuentra produciendo, por problemas que no son atribuibles a ninguno de los otros tiempos de paradas mencionados anteriormente. Entre ellas se encuentran: paradas por falta de materia prima, falta de personal, fallas de la energía eléctrica, adiestramiento de personal, entre otros.

Gracias a estos datos fue posible conocer los porcentajes de utilización de dichas maquinarias, que se calcularon tomando la premisa que la empresa trabaja tres (3) turnos, de ocho (8) horas cada uno, de lunes a viernes y un (1) turno, de ocho (8) horas, los días sábados. Hay que tomar en cuenta que la empresa no trabaja los 365 días al año, sino que según la Convención Colectiva del Trabajo celebrada entre Pavema Gráfica, C.A. y el Sindicato Profesional de Trabajadores Bolivarianos de la Empresa y Otras Actividades y Conexas del Estado Aragua (01-01-2007 a 31-12-2009), tienen 12 días feriados libres remunerados, en los cuales la maquinaria no funciona. Por ello se tienen un total de 6.392 horas anuales disponibles en cada máquina.

5.2.1 Impresión

Estos datos expresados en unidades de tiempo, fueron agrupados por departamentos arrojando el gráfico No.1, el cual representa los tiempos porcentuales de todas las maquinas que comprende el área de impresión (PUIGMAL, FP1808 Y FS1500) desde el año 2006 hasta mayo del 2008.

Gráfico No.1: Paradas Porcentuales en el Área de Impresión



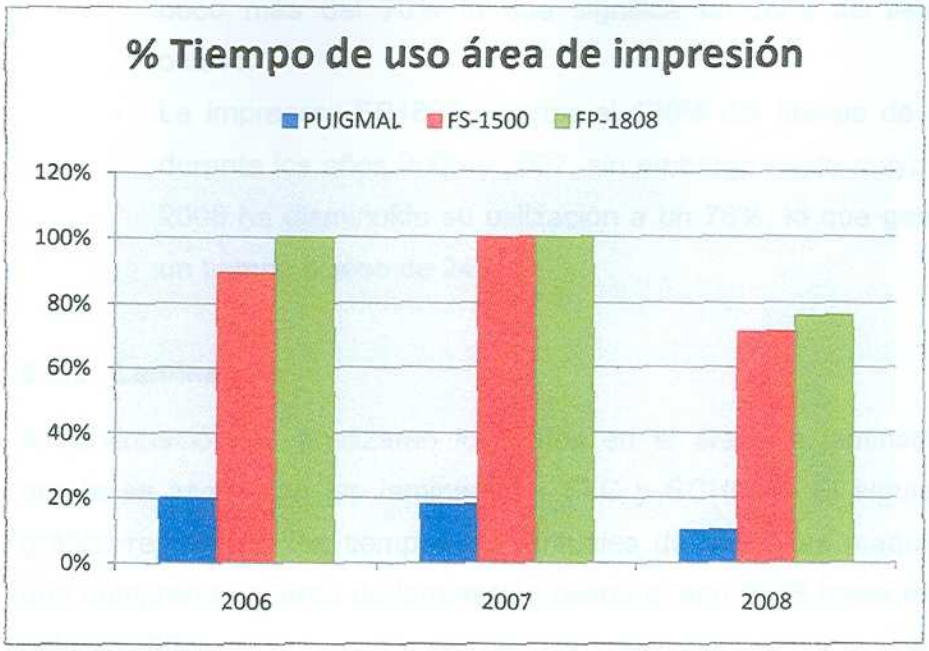
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los tiempos de utilización, del gráfico anterior, se puede observar que:

- El tiempo de producción tiene una tendencia casi lineal, arrojando un tiempo mucho mayor que todos los demás tiempos, el cual se encuentra entre 53 y 55%.
- Las paradas por producción están representadas por una recta con pendiente negativa que en el 2006 arroja un porcentaje de 25% disminuyendo hasta 19% en mayo del año 2008. Es la segunda actividad que ocupa mayor tiempo en esta área.
- El tiempo de preparación, al igual que las paradas por producción, presenta una tendencia de pendiente negativa con un porcentaje de 12% para el 2006 y 10% en mayo del 2008.
- Las paradas por mantenimiento utilizan un promedio del 10% del tiempo usado en el área de impresión, debido a averías que se puedan presentar en las maquinarias.
- Otras paradas: esta actividad es la que menor tiempo utiliza. Sin embargo existe un aumento de un 9% desde el año 2007 hasta mayo del 2008, luego de haber seguido una tendencia lineal del 1%, anteriormente.

El gráfico No.2 muestra los porcentajes de tiempo de uso de las máquinas que conforman el área de impresión (PUIGMAL, FS1500 Y FP1808) desde el año 2006 hasta mayo del 2008. En él se puede observar que:

Gráfico No.2: Utilización maquinarias del área de impresión



Fuente: Elaboración Propia

- El porcentaje de tiempo de uso de la impresora PUIGMAL fue de un 20% y este viene decreciendo hasta llegar a un 10% en el año 2008. Esto se debe a que muy pocos productos pasan por esta impresora, ya que solo se corren los trabajos de un solo color. Este porcentaje muestra que la máquina tiene un tiempo ocioso de un 90% para mayo del año 2008.
- En cuanto a la impresora de seis colores FS1500 tiene un porcentaje de uso de un poco más del 90% en el año 2006 dejando un tiempo ocioso del 10%, pero para el año 2007 se observa que la maquina alcanza el 100%. Esto quiere decir, que la máquina estuvo trabajando las 6392 horas que fueron programadas al año. Sin embargo, hasta mayo del 2008 no se observa la misma tendencia que traía de años

anteriores. El porcentaje de uso para este año es de un poco más del 70% lo que significa un 30% de tiempo ocioso.

- La impresora FP1808 alcanza el 100% del tiempo de uso durante los años 2006 y 2007, sin embargo hasta mayo del 2008 ha disminuido su utilización a un 76%, lo que genera un tiempo ocioso de 24%.

5.2.2 Laminación

A continuación se analizaran los datos en el área de laminación, donde se involucran las laminadoras SLC y SCHIAVI. El siguiente gráfico representa los tiempos porcentuales de todas las máquinas que comprende el área de laminación desde el año 2006 hasta mayo del año 2008.

Gráfico No.3: Paradas porcentuales en el área de laminación

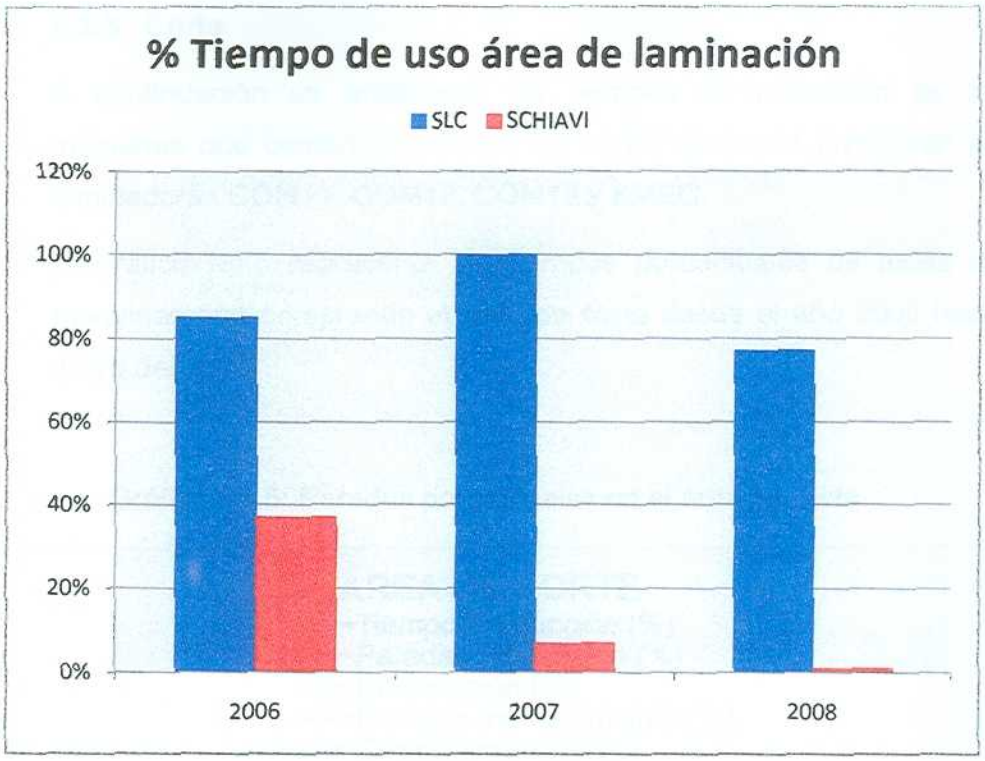
Fuente: Elaboración propia

Analizando cada una de las actividades se tiene que:

- Tiempo de producción: Las maquinas aumentaron su tiempo de producción desde un 42% en el 2006 hasta un 51% en el 2007 manteniéndose en forma lineal hasta mayo del año 2008. Al igual que el área de impresión, esta es la actividad con mayor porcentaje de tiempo.
- Paradas por producción: esta actividad es una recta con pendiente negativa que en el 2006 arroja un porcentaje de 31% disminuyendo hasta 19% en mayo del año 2008, es la segunda actividad que ocupa mayor tiempo en esta área. Aunque esta actividad tuvo una disminución de un poco más del 10% se espera que continúe decreciendo.
- Tiempo de preparación: muestra un aumento del tiempo del 5% al 10% durante los años 2006 y 2007, donde se mantiene linealmente hasta mayo del 2008.
- Paradas por mantenimiento: A diferencia del área de impresión, estas paradas ocupan la tercera posición en cuanto a mayor porcentaje de tiempo utilizado, y aunque los porcentajes no son comparables con las paradas por producción, se observa una disminución en el tiempo por mantenimiento desde un 20% en el año 2006 hasta un 15% en el año 2007 donde comienza a crecer nuevamente hasta llegar a un 18% aproximadamente.
- Otras paradas: no representa un porcentaje elevado de uso de tiempo. Sin embargo al igual que el área de impresión se observa un aumento desde el año 2007, el cual se espera que disminuya.

El gráfico No.4 muestra los porcentajes de tiempo de uso de las máquinas que conforman el área de impresión (PUIGMAL, FS1500 Y FP1808) desde el año 2006 hasta mayo del 2008. En él se puede observar que:

Gráfico No.4: Utilización maquinarias del área de laminación



Fuente: Elaboración propia

- La laminadora SCHIAVI fue utilizada en un 39% durante el año 2006 y ha disminuido su utilización hasta mayo del 2008. Esta laminadora actualmente no se encuentra en funcionamiento, lo que significa que todos los productos laminados solo pasan por la laminadora SLC.

- El porcentaje de tiempo de uso en la laminadora SLC durante el año 2006 fue de un poco más del 80%. Sin embargo en este año la laminadora SCHIAVI aun se

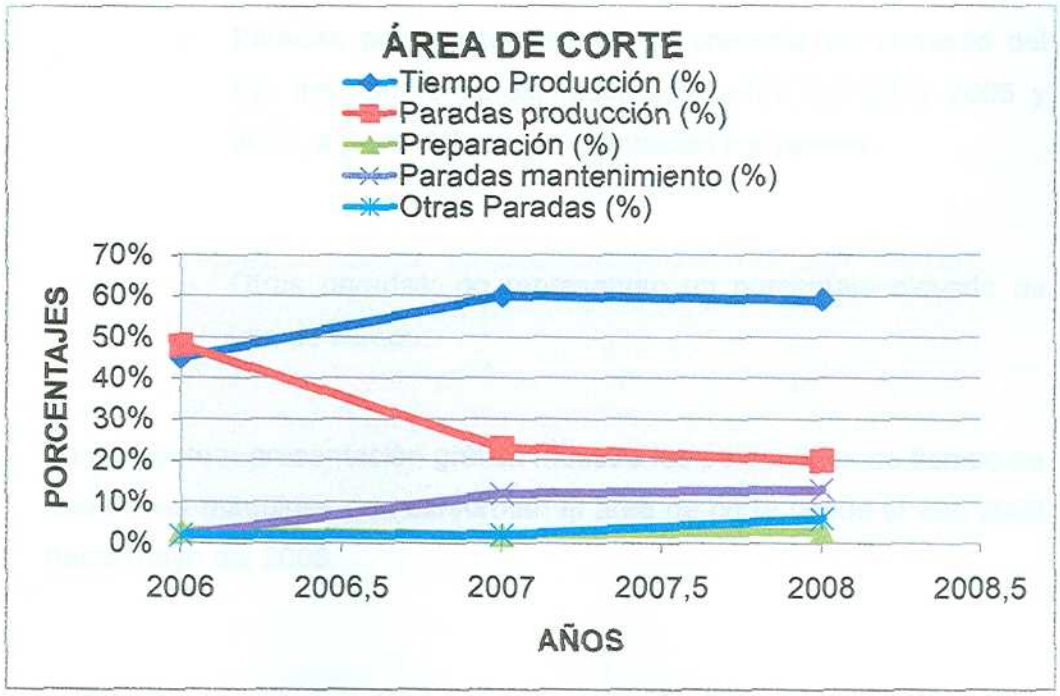
encontraba en funcionamiento. Para el año 2007 la SLC alcanza el 100% del tiempo de uso. En el año 2008 esta laminadora arroja un porcentaje de utilización de casi el 80% generando un tiempo ocioso del 20%.

5.2.3 Corte

A continuación se analizaran los tiempos de utilización de las máquinas que conforman el área de corte, donde se involucran las laminadoras COM11, COM12, COM13 y KMEC.

El gráfico No.5 representa los tiempos porcentuales de todas las maquinas que comprende el área de corte desde el año 2006 hasta mayo del 2008.

Gráfico No.5: Paradas porcentuales en el área de corte



Fuente: Elaboración propia

Analizando cada una de las actividades se tiene que:

- Tiempo de producción: Las maquinas aumentaron su tiempo de producción desde un 45% en el 2006 hasta un 60% en el 2007, manteniéndose en forma lineal hasta mayo del 2008.

- Paradas por producción: tuvo una reducción considerable de casi un 30% entre los años 2006 y 2007. Actualmente sigue la misma tendencia, pero en menor escala, donde arroja un porcentaje de 20%.

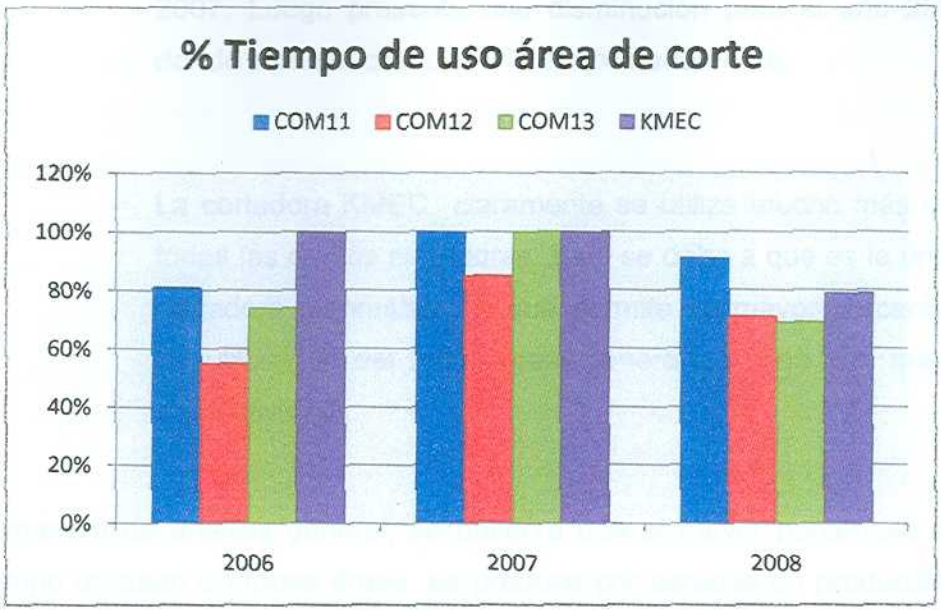
- Tiempo de preparación: No representa un porcentaje elevado, ya que se ha mantenido por debajo del 9%.

- Paradas por mantenimiento: se presenta un aumento del 8% del tiempo aproximadamente entre los años 2006 y 2007, a partir del cual se mantienen los valores.

- Otras paradas: no representan un porcentaje elevado de uso de tiempo.

La siguiente representación gráfica muestra los porcentajes de tiempo de uso de las máquinas que conforman el área de corte desde el año 2006 hasta mayo del 2008.

Gráfico No.6: Utilización maquinarias del área de laminación



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que:

- El tiempo de utilización de la COM11 aumenta en más de 20% durante los años 2006 y 2007 y luego desciende un poco más del 5% hasta mayo del 2008. Sin embargo su porcentaje de utilización se considera ideal oscilando entre un 80% y un 95%. Es la más usada entre todas las cortadoras de marca COMEXI.

- La cortadora COM12 muestra el mismo comportamiento que la COM11 pero en una menor escala, dicho valor oscila entre 55% aproximadamente en el año 2006, luego asciende a 80% en el 2007 para disminuir hasta un 70% en el año 2008.

- La COM13 tiene un aumento durante el los años 2006 y 2007. Luego presenta una disminución para el año 2008 donde alcanza casi un 70% aproximadamente.

- La cortadora KMEC claramente se utiliza mucho más que todas las demás cortadoras. Esto se debe a que es la única cortadora automática, lo que permite un mayor porcentaje de utilización del tiempo real generando a su vez mayor productividad.

A manera de análisis general, se observa que el mayor porcentaje del tiempo utilizado en todas áreas se produce por paradas de producción, ya que son, considerablemente mayor que las paradas por mantenimiento. Por ello, es recomendable atacar estas paradas en primera instancia. Sin embargo, este trabajo de grado propone un plan de mantenimiento para ser aplicado en Pavema Gráfica C.A., por lo tanto está enfocado a las paradas por mantenimiento.

Se puede observar en los gráficos No.1, No.3 Y No.5 que el mayor porcentaje por paradas en mantenimiento se presenta en el área de laminación con un valor oscilante entre el 15% y el 18%, debido a que existen solo dos laminadoras y una de ellas (SCHIAVI) prácticamente no se encuentra en funcionamiento, lo que quiere decir que todos aquellos productos que se laminan pasan por la misma laminadora, lo puede que esté afectando el funcionamiento de la laminadora SLC, ya que esta puede estar trabajando por encima de su capacidad, o también puede ocurrir que no se le esté dedicando el tiempo necesario para realizarle un mantenimiento apropiado.

Al estudiar los porcentajes de utilización de las maquinas (gráficos No.2, No.4 y No.6) en los distintos departamentos del área de conversión, se puede observar que durante el año 2007 existe una tendencia por parte de casi todas las maquinas de alcanzar el 100% del tiempo teórico, lo que significa que estos equipos están trabando las 6392 horas anuales, estipuladas para llevar a cabo el proceso productivo, e inclusive pueden llegar a sobrepasar este tiempo trabajando por encima del tiempo teórico disponible, es decir, trabajando feriados y domingos para cumplir con las exigencias de los clientes. Este sobretiempo puede ser causa de múltiples variables como son:

- Falta o cambio en la programación.
- Falta de insumos y/o recursos.
- Paradas por averías imprevistas.
- Mayor tiempo en la preparación de las máquinas.
- Bajas velocidades en las corridas.
- Otras.

Cuando las máquinas son usadas en todo el horario de trabajo, no se generan tiempos de intervención, lo que significa que el departamento de mantenimiento no puede programar actividades de mantenimiento preventivo, sino situaciones fuera de las normales.

CAPITULO VI

SELECCIÓN DE EQUIPOS

6.1 Metodología ABC

Las maquinarias del área de conversión fueron clasificadas mediante la metodología ABC de acuerdo a su nivel de criticidad, definiéndose los valores de A, B y C como:

- A: La falla del equipo tiene repercusiones significativas sobre la seguridad, la calidad o el proceso productivo. Necesidad de operar a plena capacidad.
- B: La falla del equipo afecta parcialmente al proceso productivo, pudiendo comprometer la calidad o cantidad producida.
- C: La falla del equipo no trae consecuencias relevantes para el proceso productivo.

En la realización de dicha clasificación de criticidad los equipos fueron sometidos a una evaluación basada en factores mutuamente excluyentes. Los criterios evaluados fueron los siguientes:

- Seguridad
- Calidad/inocuidad
- Utilización
- Continuidad Operativa
- Tiempo medio para reparar (TMPR)
- Tiempo medio entre fallas (TMEF)
- Costo

Cada uno de estos criterios está conformado por tres niveles que van desde un valor mínimo (1) hasta un valor máximo (3), definiéndose cada nivel como se presenta a continuación:

Tabla No.2: Escala de evaluación para la selección de equipos críticos

CRITERIO	1	2	3
Seguridad	La falla del equipo provoca graves efectos sobre el hombre, las instalaciones y/o el medio ambiente.	La falla del equipo causa riesgos para el hombre las instalaciones y/o el medio ambiente.	La falla del equipo no representa un riesgo para el hombre, las instalaciones o el medio ambiente.
Calidad/Inocuidad	La falla del equipo afecta la inocuidad del producto.	La falla del equipo afecta la calidad del producto y la facturación de la empresa.	La falla del equipo no tiene efectos sobre el producto o la facturación de la empresa.
Utilización	El equipo está entre el 20% de equipos más utilizados de la línea.	El equipo está entre el 20% y el 80% de los equipos más utilizados de la línea.	El equipo está entre el 20% de los equipos menos utilizados de la línea.

Continuidad Operativa	La falla del equipo provoca la interrupción total del proceso productivo.	La falla del equipo provoca la interrupción de un sistema o unidad importante o reduce la producción.	Existe equipo de reserva o es más económico reparar el equipo después de la falla.
TMPR	El equipo está entre el 20% de equipos con mayor TMPR.	El equipo está entre el 20% y el 80% de los equipos con mayor TMPR.	El equipo está entre el 20% de los equipos con menor TMPR.
TMEF	El equipo está entre el 20% de equipos con menor TMEF.	El equipo está entre el 20% y el 80% de los equipos con menor TMEF.	El equipo está entre el 20% de los equipos con mayor TMEF.
Costo	El costo de reparación del equipo es mayor a BsF/Hr 30.000.	El costo de reparación del equipo está entre 15.000 a 30.000 BsF/hr.	El costo de reparación del equipo es menor a BsF/Hr 15.000.

Fuente: Elaboración propia

Mediante la experiencia del departamento de mantenimiento de Pavema Gráfica C.A. y en conjunto con los reportes de fallas, histórico que se tiene desde el mes de noviembre del 2007 hasta el mes de mayo del 2008, se realiza la evaluación de los criterios y se clasifica de acuerdo a un árbol de

decisión que se puede observar en el anexo No.9, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla No.3: Resultado niveles de criticidad en equipos

MAQUINARIAS	SEG.	CAL	UTI.	CONT. OP.	TMPR	TMEF	COSTO	NIVEL CRITICIDAD
Montadora Micropuntos	3	2	1	1	3	3	3	B
Montadora espejo	3	2	2	2	3	3	3	C
FP1808	1	1	1	1	2	2	1	A
FS1500	1	1	2	2	2	2	1	A
PUIGMAL	2	2	3	3	3	3	2	C
SLC	2	1	1	1	2	2	2	A
SCHIAVI	2	2	3	3	3	3	3	C
KMEC	2	2	2	2	2	2	2	C
COM	2	2	2	2	2	2	2	C

Fuente: Elaboración propia

Observando los resultados anteriores se observa que en el nivel de criticidad A se encuentran las siguientes maquinarias:

- Impresora FP1808
- Impresora FS1500
- Laminadora SLC

En el nivel de criticidad B:

- Montadora Micropuntos

Y en el nivel de criticidad C:

- Montadora Espejo
- Impresora PUIGMAL
- Laminadora SCHIAVI
- Cortadora KMEC
- Cortadoras COM

Para efectos de estudio, en este trabajo solo se consideraran para el plan de mantenimiento los equipos con nivel de criticidad A, con la excepción de la impresora FS1500 (seis colores), la cual se encuentra dentro de esta clasificación por la ponderación que se le dio, en cuanto a la parte de seguridad. Sin embargo, se considera de mayor importancia trabajar con la impresora FP1808 (de ocho (8) colores), debido a que la impresora de ocho colores puede llevar a cabo las corridas que pasan por la de seis colores, no ocurre lo inverso o sea que la impresora de seis colores (FS1500) no puede llevar a cabo impresiones de la FP1808.

Por lo tanto las maquinarias seleccionadas para ser realizar este plan de mantenimiento son:

- **Impresora FP1808**
- **Laminadora SLC**

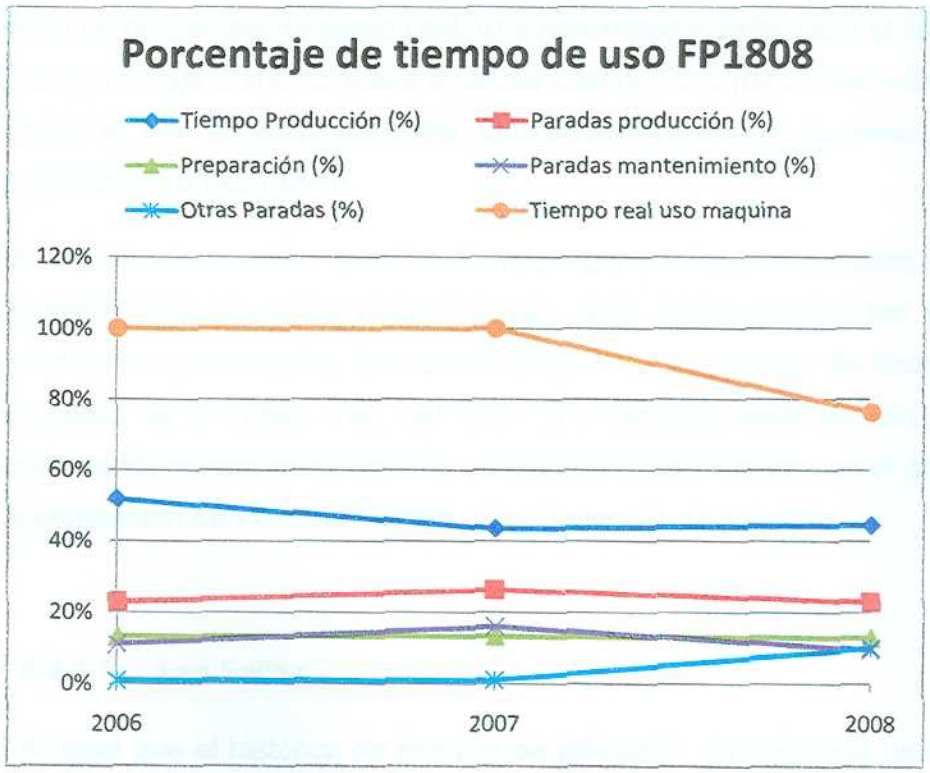
6.2 Situación Actual de los Equipos Seleccionados

A continuación se analizarán las maquinas escogidas. Para ello se utilizaron los tiempos de utilización desde el año 2006 hasta el mes de mayo del año 2008 (Ver anexo No.8) y las tiempos de paradas por mantenimiento desde noviembre del 2007 hasta mayo del 2008 de cada una de estas maquinas (Ver anexo No.10).

6.2.1 FP1808

El gráfico No.7 representa los porcentajes de tiempo de utilización y el porcentaje de uso real de la impresora FP1808 desde el año 2006 hasta mayo del 2008.

Gráfico No.7: Porcentaje de tiempo de uso máquina impresora FP1808



Fuente: Elaboración Propia

En dicha representación gráfica se puede observar que el porcentaje de tiempo real alcanza el 100% en los años 2006 y 2007, lo que quiere decir que la máquina se utilizó las 6.392 horas anuales programadas para llevar a cabo la producción, es decir, que no se genera tiempo disponible para llevar a cabo tareas de mantenimiento preventivo. Incluso opera los días feriados y domingos para cumplir con la producción exigida por los clientes, causado por a cambios o falta de programación, insuficiencia de recursos e insumos, bajas velocidades en las corridas o averías imprevistas en dicha impresora. Para el año 2008 el porcentaje de utilización real está por debajo del 80% lo que significa un tiempo ocioso de casi un 20%.

En cuanto al porcentaje arrojado por paradas en mantenimiento, se observa que no se presenta una tendencia clara. En el año 2006 se arroja un porcentaje de tiempo del 10% aproximadamente, para el 2007 este porcentaje aumenta hasta alcanzar casi un 20% para luego volver a bajar al 10% en mayo del 2008. Esto se debe a que no se tiene un mantenimiento planificado.

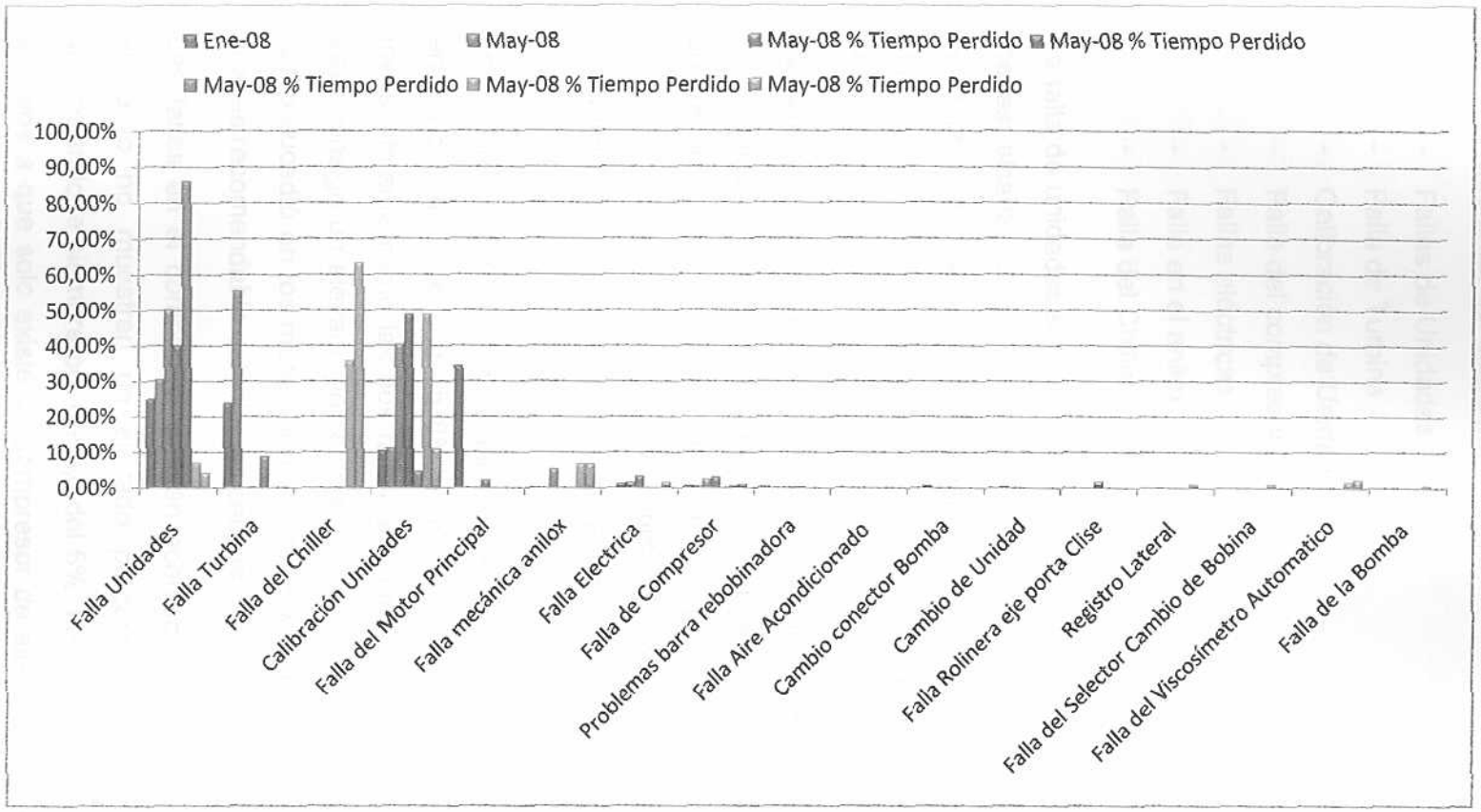
Es importante recalcar que los tiempos generados por paradas de mantenimiento no están entre los más altos como pueden ser las paradas por producción, las cuales arrojan un porcentaje de tiempo promedio de un poco más del 20%. Sin embargo este estudio se fundamenta en una propuesta de un plan de mantenimiento en el área de conversión de Pavema Gráfica, para mejorar esta situación.

6.2.1.1 Las Fallas

Al igual que el histórico de tiempos de utilización de cada una de las maquinas desde el año 2006 hasta mayo del 2008, también se cuenta con los tiempos y costos de las paradas por mantenimiento desde noviembre del 2007 hasta mayo del 2008 (Ver anexo No.10).

Dichos datos se representan por medio de un diagrama de Pareto a través de porcentajes de tiempos perdidos tal como se muestra en el gráfico No.8.

Gráfico #8: Tiempo perdido por fallas máquina impresora Fp1808



Fuente: Elaboración propia

Se observa lo siguiente; del diagrama anterior:

- Fallas de Unidades
- Falla de Turbina
- Calibración de Unidades
- Falla del compresor
- Fallas eléctricas
- Falla en el anilox
- Falla del Chiller

La falla de unidades se presenta mensualmente durante estos siete (7) meses, alcanzando un porcentaje de más del 70% del tiempo perdido en marzo del 2008 y un 50% en enero del mismo año. Sin embargo en abril se observa una disminución significativa donde arroja un porcentaje por debajo del 10%.

La calibración de unidades también ocurre mensualmente arrojando los porcentajes de tiempos elevados más en enero y febrero del 2008 donde dicho valor se encuentra en un 40% y en abril del mismo año en un 45%. Esta calibración de unidades puede evidenciarse en cualquiera de las ocho unidades que posee la impresora FP1808.

Las fallas en la turbina suceden tres veces durante estos siete meses, en noviembre 2007 con 22%, diciembre del mismo año con un 55% y en marzo del 2008 con un 8%. A pesar que esta falla no acontece mensualmente como las dos fallas anteriores, cuando aparece puede traer consigo un elevado porcentaje de tiempo perdido en la máquina, como sucedió en los meses de noviembre y diciembre del 2007 por lo cual es recomendable estudiar las causas que ocasionan el problema.

Las fallas en el compresor también acontecen de forma regular, sin embargo no muestran un elevado porcentaje de tiempo perdido encontrándose siempre por debajo del 5%. La regularidad de esta falla se debe a que solo existe un compresor de aire para toda el área de

conversión y esta falla la presentan todas las maquinarias. Pavema tiene planificado comprar un compresor de aire adicional antes de que finalice el presente año.

Las fallas eléctricas se evidencian en una escala menor al 5%, pero de forma regular durante los meses diciembre 2007, enero, febrero y mayo del 2008. El motor principal mostró problemas en los meses de noviembre 2007 con un porcentaje de casi un 40% y en febrero 2008 con menos del 5%.

Las Fallas en el Chiller se producen durante los meses de abril y mayo 2088 alcanzando casi el 60%.

6.2.1.2 Las Causas

A continuación se presenta un cuadro causa- raíz de las fallas que arrojan los mayores porcentajes de tiempo perdidos, de acuerdo a lo observado en el gráfico No.8, en la impresora FP1808.

Tabla No.3: Causa-Raíz fallas en la impresora FP1808

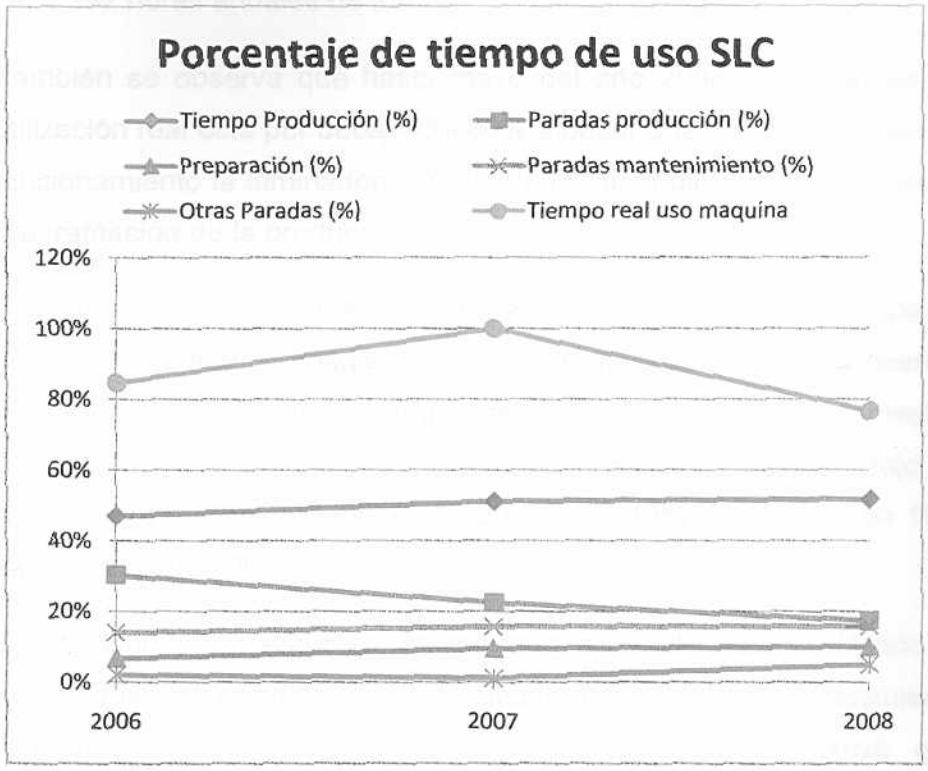
FALLA FUNCIONAL	MODOS DE FALLA	POSIBLES CAUSAS
Falla mecánica en unidades	(1) Trancadas por tintas	Falta de limpieza de bombas y mangueras
	(2) Fugas de aire	Falta de inspección por fugas
	(3) Paralelismo	Falta de engrase en usillos guías
Fallas Aire Acondicionado	(4) Fallas en el Chiller	Falta cambio de filtro, refrigerante, cambio de aceite en el compresor, revisión de fugas y limpieza de serpentines.
Turbina	(5) Montaje y Desmontaje de turbina	Requiere balance de turbina

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 SLC

El gráfico No. 9 representa los porcentajes de tiempo de utilización de la laminadora SLC desde el año 2006 hasta mayo del 2008.

Gráfico No.9: Porcentaje de tiempo de uso laminadora SLC



Fuente: Elaboración propia.

En esta representación gráfica se puede observar que el porcentaje de tiempo real de uso de esta laminadora presenta gran variabilidad. En el 2006 este porcentaje fue de un poco más del 80%, para el 2007 alcanzar el 100% aproximadamente, y luego disminuir hasta un 78% hasta mayo del 2008.

El aumento porcentual del tiempo real de uso entre el año 2006 y 2007 se debe a que para el primero de estos años Pavema contaba con dos laminadoras (SLC y SCHIAVI), pero para el año 2007 se redujo casi al

mínimo el uso de la laminadora SCHIAVI hasta llegar al año 2008 donde esta laminadora no se encuentra en funcionamiento. Por lo tanto a partir del año 2007 la gran mayoría de los productos que pasaban por el área de laminación eran tratados con la laminadora SLC. Por ello, para el año 2007, el porcentaje de uso real de esta maquinaria alcanza las 6.392 horas anuales de trabajo.

También se observa que hasta mayo del año 2008 el porcentaje de utilización real está por debajo del 80% a pesar que no se encuentra en funcionamiento la laminadora SCHIAVI, lo que indica una mejora en la programación de la producción.

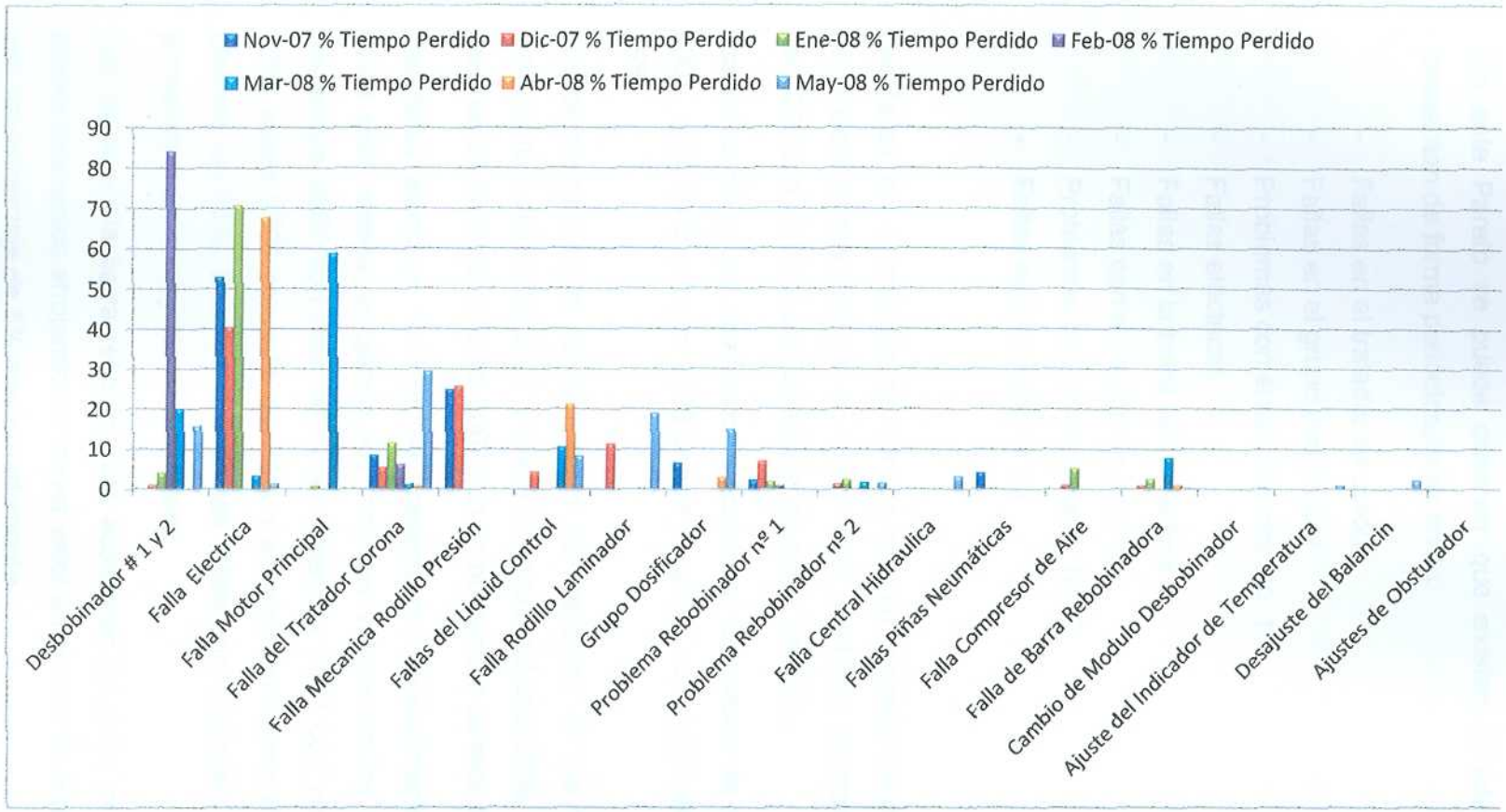
En cuanto a las paradas por mantenimiento, se observó que el porcentaje de tiempo desde el 2006 hasta mayo del 2008 se encuentra por debajo del 20%.Sin embargo este tiempo va en aumento a medida que transcurre el tiempo, para el año 2006 dicho porcentaje arrojo un valor del 16%, aumentó en el año 2007 a un 18%, llegando a un 19% hasta mayo del 2008.

Estos valores porcentuales indican que no se le está prestando el mantenimiento correcto a la laminadora SLC. Un mantenimiento controlado resultaría en una recta con pendiente negativa que disminuya en el tiempo y los resultados arrojados por esta representación gráfica demuestran todo lo contrario, lo que significa un aumento del costo y una disminución del tiempo de producción en la máquina.

6.2.2.1 Las Fallas

A continuación se presenta un diagrama de Pareto (gráfico No.10) donde se puede visualizar de manera clara los tiempos por cada una de estas paradas por mantenimiento en la laminadora SLC. Dichos tiempos están expresados en porcentajes de tiempo perdidos desde noviembre 2007 hasta mayo del año 2008.

Gráfico No.10: Tiempo perdido por fallas en la laminadora SLC



Fuente: Elaboración propia

En este Pareto se puede observar que existen paradas que se presentan de forma periódica, tales como:

- Fallas en el tratador de corona
- Fallas en el grupo dosificador
- Problemas con el rebobinador No. 1
- Fallas eléctricas
- Fallas en la barra rebobinadora
- Fallas con el líquido de control
- Problemas con el rebobinador No. 2
- Fallas desbobinador 1 y 2

Las fallas en el tratador de corona ocurren mensualmente durante estos siete meses teniendo su mayor valor en el mes de mayo del año del 2008 con un valor que se encuentra cerca del 30%.

Las fallas del grupo dosificador suceden en los meses de noviembre 2007, abril 2008 y mayo 2008 donde se arroja su mayor valor con un 15%.

Los problemas en el rebobinador 1 se presentan en los meses de noviembre y diciembre 2007 y enero y febrero del año 2008. Su mayor valor se dá en diciembre del 2007 con un porcentaje de más del 15%.

Las fallas eléctricas también se presentaron mensualmente durante estos siete meses, arrojando sus mayores valores en los meses de noviembre 2007 con más del 50%, diciembre 2007 con un valor del 40%, enero 2008 con más del 70% y en abril del mismo año, donde alcanza un 65%. Esta es una de las fallas que sobresale con altos porcentajes en la mayoría de los meses.

Las fallas en la barra rebobinadora acontecen en cinco de los siete meses evaluados arrojando su mayor valor en el mes de febrero 2008, con un porcentaje de 8% aproximadamente.

Las fallas en el líquido de control ocurren en cuatro de estos siete meses. En el mes de abril del año 2008 tiene su mayor valor porcentual con un poco más del 20%.

El rebobinador No.2 presentó problemas durante la mayoría de los meses. Actualmente este rebobinador no se encuentra en funcionamiento, lo que trae como consecuencia que el operador utilice más tiempo del necesario para realizar los cambios de bobina laminada, lo que aumenta los costos y disminuye el tiempo de producción.

Los problemas que exhibe el grupo desbobinador también son constantes, desarrollándose desde diciembre 2007 hasta mayo del 2008, su porcentaje más elevado se presenta en el mes de febrero 2008 donde arrojaron un valor de más del 80% del tiempo perdido para este mes.

6.2.1.1 Las Causas

A continuación se presenta un cuadro causa- raíz de las fallas que arrojan los mayores porcentajes de tiempo perdidos, de acuerdo a lo observado en el gráfico No.10, en la laminadora SLC.

Tabla No.4: Causa-Raíz de las Fallas de la laminadora SLC

FALLA FUNCIONAL	MODOS DE FALLA	POSIBLES CAUSAS
Grupo Rebobinador	(1) Fallan ejes, trinquetes y acoples	No se colocan los pernos necesarios para ajustar las bobinas de forma segura
	(2) El rebobinador No. 2 no se encuentra en funcionamiento	No se le ha realizado la reparación correspondiente
	(3) Brazo presor cortante no funciona	
Fallas eléctricas	(4) Problemas en el tablero eléctrico	Falla tarjeta electrónica, falta de limpieza y revisión y ajuste de las conexiones. falla en el potenciómetro, ocasionada por desgaste, genera señal errada y por ende, parada de la máquina
Motor Principal	(5) Falla en Motor	Falta de personal especializado

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VII

MANTENIMIENTO ACTUAL

Actualmente Pavema Grafica solo cuenta con un desarrollo de actividades de mantenimiento correctivo, que se utiliza solo cuando ocurren paradas inesperadas en los equipos.

Algunos de las partes y piezas que conforman los equipos seleccionados en la matriz de la tabla No.3, no se encuentran funcionando, por lo que se genera un aumento en el tiempo de preparación de la maquina, puesto que los operadores deben realizar manualmente los trabajos que deberían de ser realizados automáticamente. Además se realizan las corridas a velocidades menores, porque existe el riesgo de generar paradas en las máquinas.

7.1 Requerimientos del Mantenimiento Actual

Antes de implementar un programa de mantenimiento, es necesario realizar la puesta a punto de los equipos, esto no es más, que la reparación y compra de todos aquellos dispositivos que no se encuentran en funcionamiento, en los equipos seleccionados, ya que causan los aumentos de las paradas por mantenimiento, por producción y otras paradas, disminuyendo el tiempo de producción y aumentando los costos. Para ello, se hace una lista de los suministros que se requieren:

7.1.1 FP1808

Para la impresora es necesario instalar los siguientes dispositivos:

- Rebobinador No. 2
- Brazo presor cortante
- Correa del túnel de secado

7.1.2 SLC

En esta laminadora es necesario colocar lo siguiente:

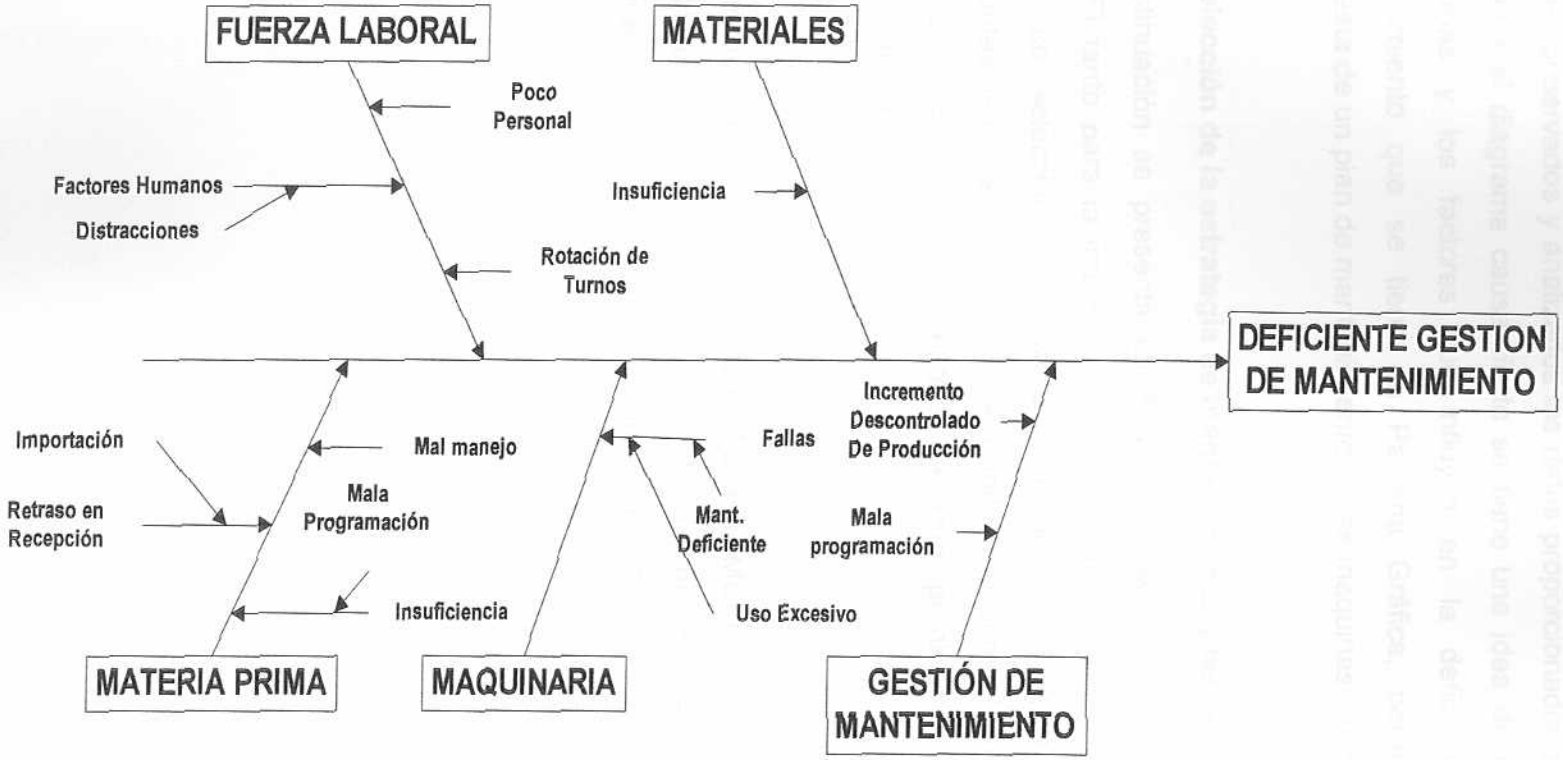
- Electrodo del tratador de corona
- Pieza obsturador del grupo dosificador (ver anexo No.11)
- Rebobinador No. 2 y el brazo presor cortante
- Campana extractora de gases (ver anexo No.12)
- Tapa protectora del grupo desbobinador
- FIFE (lector de alineación de la bobina virgen con respecto a la impresa)

De manera general también es recomendable adquirir otro compresor de aire, puesto que todas las máquinas del área trabajan con aire comprimido y solo existe un compresor en la empresa. Igualmente se debe solicitar una planta eléctrica, puesto que la electricidad falla regularmente ocasionando una parada total de la producción, cada vez que esto ocurre.

7.2 Diagrama causa efecto de los factores que influyen en la gestión de mantenimiento de la empresa Pavema Gráfica, C.A.

A continuación se presenta un diagrama causa – efecto donde se pueden identificar todos aquellos factores que influyen de manera directa e indirecta en la gestión de mantenimiento de la empresa Pavema Gráfica.

Figura No.4: Diagrama causa-efecto de los factores que influyen en la Gestión de Mantenimiento de la empresa PAVEMA GRÁFICA, C.A.



Fuente: Elaboración propia

Una vez observados y analizados los datos proporcionados por la empresa junto con el diagrama causa-efecto se tiene una idea de cuáles son los problemas y los factores que influyen en la deficiente gestión de mantenimiento que se tiene en Pavema Gráfica, permitiendo así la propuesta de un plan de mantenimiento en las maquinas seleccionadas.

7.3 Selección de la estrategia de mantenimiento y las tareas a realizar

A continuación se presenta un Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF) tanto para la impresora FP1808 como para la Laminadora SLC, donde se seleccionan las fallas potenciales en estos dos equipos, resultantes de las tablas No.3 y No.4, donde se exponen las posibles causas de las fallas con mayores porcentajes de tiempo perdidos, lo cual se observa en los gráficos No. 8 y No.10.

Este análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF) se usa como base para formular la programación de actividades de mantenimiento, tanto para la impresora FP1808 como para la laminadora SLC.

Tabla No. 5: Tabla AMEF impresora FP1808

FALLAS POTENCIALES	TAREAS				
	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
(1) Unidades Trancadas por tinta	Limpiar Bombas y mangueras de tintas		Realizar limpieza a las pantallas de secaje	Cambio de sellos, correas, estoperas y rodamientos	
(2) Fugas de Aire		Realizar inspección visual			
(3) Paralelismo		Engrase y ajuste de Tornillos guías usillos			
(4) Fallas en el Chiller		Revisión de fugas	limpieza de serpentines		Cambio de aceite del compresor y cambio de filtro

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 6: Tabla AMEF laminadora SLC

FALLAS POTENCIALES	TAREAS		
	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
(1) Fallan ejes, trinquetes y acoples	Ajuste de pernos. Limpieza rodillos	Cambio de correas	Cambio de rodamientos
(4) Tablero eléctrico	Limpieza y ajuste de conexiones		Cambio potenciómetro y revisión de tarjeta electrónica. Realizado por OUTSOURCING
(5) Motor principal	Engrase y ajuste de Tornillos guías usillos		Cambio de: rodamientos, estoperas, correas, limpieza y rectificado de conectores, cambio de carbones en los motores DC, barnizado y secado de bobinas Realizado por OUTSOURCING

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las tablas anteriores, existen tareas realizadas por Outsourcing debido a que la empresa no cuenta con el personal adecuado para realizar dichas actividades.

7.4 Procedimiento de Operación Estándar (POE)

Una vez definida la estrategia de mantenimiento y las tareas a realizar en ambos equipos, se realizan las planillas de procedimiento estándar (POE) (ver anexo No. 15), las cuales, definen todos los pasos a seguir para llevar a cabo las tareas de mantenimiento definidas en las tablas No. 5 y No.6, que incluyen el código del equipo y la firma del responsable de llevar a cabo las actividades.

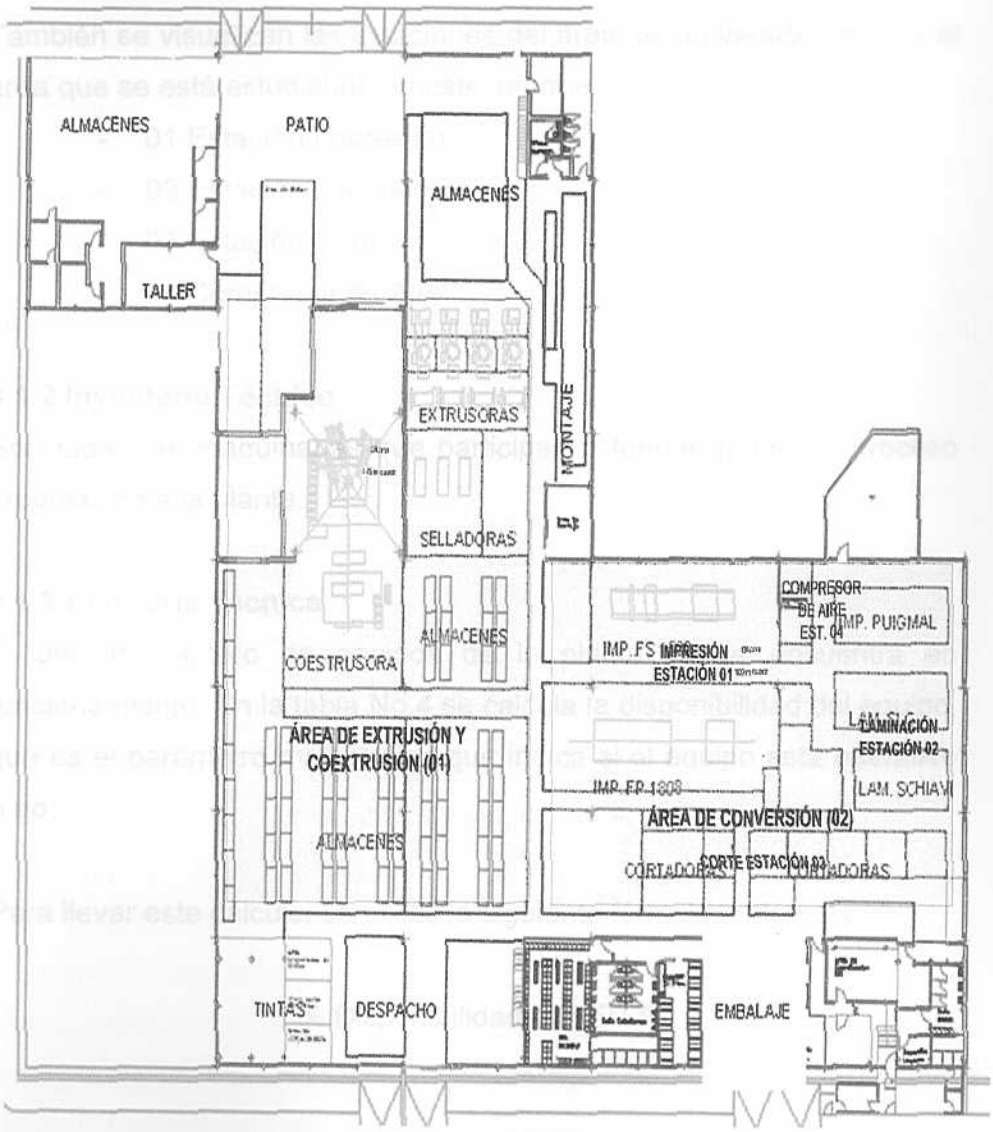
CAPITULO VIII

PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

8.1 Planificación

8.1.1 Zonificación

Figura No.5: Layout de la Planta



Fuente: PAVEMA GRÁFICA, C.A.

La figura No.11 muestra el layout de la planta, se puede observar la división de dos áreas:

- 01 Área de Extrusión y Coextrusión, está conformada por la extrusora y la coextrusora.
- 02 Área de Conversión, esta es el área en la que se basa este informe. Está conformada por las impresoras, laminadoras y cortadoras, que se exponen en el capítulo VI.

También se visualizan las estaciones del área de conversión, que es el área que se está estudiando en este informe:

- 01 Estación Impresión
- 02 Estación Laminación
- 03 Estación Corte
- 04 Compresor de Aire

8.1.2 Inventario Técnico

Son todas las maquinarias que participan o forman parte del proceso productivo de la planta.

8.1.3 Auditoria Técnica

El universo entero de equipos de la planta no se encuentra en funcionamiento. En la tabla No.4 se calcula la disponibilidad del equipo, que es el parámetro matemático que indica si el equipo esta operativo o no.

Para llevar este cálculo, se utilizó la siguiente fórmula matemática:

% Disponibilidad= TPF/TT

Donde:

TPF= Tiempo de Funcionamiento en condiciones normales (Tiempo real)

TT= Tiempo Total (tiempo teórico)

Tabla No.7: Disponibilidad de los equipos del área de conversión

MAQUINARIA	AREA	ESTACIÓN	% PROMEDIO DISPONIBILIDAD ANUAL
FP1808	02	01	76%
FS1500	02	01	71%
PUIGMAL	02	01	10%
SLC	02	02	77%
SCHIAVI	02	02	1%
KMEC	02	03	79%
COM11	02	03	91%
COM12	02	03	71%
COM13	02	03	69%

Fuente: Elaboración propia

Este valor porcentual fue calculado con los datos de tiempo de uso real y tiempo de uso teórico, desde el año 2006 hasta el año 2008 (desde Enero hasta Mayo del presente año), de todos los equipos del área de conversión. Se observa que no todos equipos están en funcionamiento ya que la laminadora SCHIAVI no se encuentra operativa.

8.1.4 Clasificación de los Equipos

Los equipos a mantener dentro de la planta, fueron clasificados de la siguiente manera:

Tabla No.8: Clasificación de los equipos del área de conversión

MAQUINARIA	CLASIFICACIÓN
FP1808	Mecánica Fija
FS1500	Mecánica Fija
PUIGMAL	Mecánica Fija
SLC	Mecánica Fija
SCHIAVI	Mecánica Fija
KMEC	Mecánica Fija
COM11	Mecánica Fija
COM12	Mecánica Fija
COM13	Mecánica Fija

Fuente: Elaboración propia

8.1.5 Selección del Tipo de Mantenimiento

Una vez analizados los datos se selecciona el plan de mantenimiento que mejor se adapta a los equipos seleccionados, siguiendo el criterio de Mantenimiento Preventivo, tanto Predictivo como Sistemático.

8.1.6 Codificación de los equipos

La codificación de los equipos permite identificar de manera más rápida y sencilla el o los equipos que requieran mantenimiento. Para elaborar esta codificación se tomo en cuenta parámetros tales como: La

zonificación, el sistema al que depende el equipo, el tipo de equipo, el número de parte, el tipo de mantenimiento y la frecuencia del mismo.

La estructura de la codificación es la siguiente:

Figura No. 6: Esquema de codificación de los equipos

01	02	MSLC	SN	008	01	02
Área : 01 Extrusión y Coextrusión 02 Conversión	Estación : 01 Impresión 02 Laminación 03 Corte 04 Compresor	Máquina : MIFP MIFS MIPU MSLC MSCH MKME COM1 COM2 COM3 COMP	Sistema: Ej: SN, sistema neumático	Numero de Parte	Tipo preventivo: 01 Sistemático 02 Predictivo	Frecuencia: Ej: 02 Bimensual

Fuente: Elaboración propia

Cada actividad de mantenimiento tendrá su codificación por equipo mediante caracteres alfanuméricos.

8.1.7 Formatos de Control

8.1.7.1 Formato de Órdenes de Trabajo (O/T)

Las ordenes de trabajo deben de contener las fechas de inicio y fin del trabajo de mantenimiento, la cantidad de mano de obra que realiza el trabajo, los materiales y herramientas que se van a utilizar, así como la descripción del procedimiento. Las O/T se prenumenran para fines de control y se debe de realizar una para cada tarea, con un formato original y al menos una copia. El formato de Orden de Trabajo que se utilizará en PAVEMA GRÁFICA, C.A. es el siguiente:

Figura No.7: Formato de Orden de Trabajo de Mantenimiento

PAVEMA GRAFICA C.A.

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO # _____

Fecha Inicio:
___/___/_____.

Código del Equipo:
_____

Fecha Fin:
___/___/_____.

Materiales:
_____
_____

Mano de Obra:
_____
_____

Descripción Actividad:
_____
_____
_____
_____

Responsable:_____

_____
Firma

Fuente: Elaboración propia

8.1.7.2 Informe de Trabajo Realizado (ITR)

Se registra de forma detallada el trabajo que fue realizado, los materiales, herramientas y mano de obra que se requirió para llevar a cabo la tarea y el tiempo en que fue realizada. Este formato, debe sugerir recomendaciones para la mejora de la operación de los sistemas, así como requerir repuestos, partes o piezas que puedan ser necesarios para futuros trabajos. Se usa como base para el control de inventario, costo e inversión. El formato que se utilizara en PAVEMA GRÁFICA, C.A., es el siguiente:

Figura No.8: Formato de Informe de Trabajo Realizado

PAVEMA GRAFICA C.A.

INFORME DE TRABAJO REALIZADO # _____

Fecha : ___/___/_____.

Código del Equipo: _____

Actividad Realizada:
_____
_____

Responsable:_____

Materiales:_____
_____
_____

Observaciones y Recomendaciones:
_____
_____
_____
_____

_____
Firma

Aprobado por:_____

Fuente: Elaboración propia

8.2 Programa de Mantenimiento por Máquina

La programación de mantenimiento crea de manera esquemática las actividades, frecuencia, horas hombre, materiales, herramientas, etc., que requiere cada uno de las actividades que se le van a realizar a cada una de las máquinas, así como también los costos asociados.

Las actividades programadas, que se presentan en este capítulo, son las causantes de las fallas con mayores porcentajes de tiempo perdido que se exponen en los gráficos No. 8 (FP1808) y No. 10 (SLC). El resto de las actividades programadas para la impresora FP1808, se presentan en el anexo No. 13 y para la laminadora SLC en el anexo No.14, como un aporte adicional para el trabajo.

Se diseñó adicionalmente la carta Gantt (ver anexo No. 16 y No. 17), de los equipos seleccionados. Es importante recalcar que las cartas Gantt contienen todas las actividades programadas para estos dos (2) equipos,

8.2.1 FP1808

Según las causas observadas en la tabla No.3, la programación de mantenimiento preventivo que le corresponde a la impresora FP1808, es la siguiente:

Tabla No.9: Programación Mantenimiento Unidades Grupo impresor

	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	H - H	TOTAL H-H/ año	M.O
UNIDADES GRUPO IMPRESOR	**02 01 MIFP GI 001 01 12**				
	Engrase y ajuste de tornillos guías de husillos	Mensual	80	960	1 Operador 3 Asistentes
	02 01 MIFP GI 005 01 50				
	Limpieza de mangueras de tintas	Semanal	2	100	1 Operador
	02 01 MIFP GI 007 01 12				
	Inspección visual mangueras de aire	Mensual	2	24	1 Operador
	02 01 MIFP GI 006 01 50				
	Limpieza Bombas de tinta	Semanal	5	250	1 Operador
	02 01 MIFP GI 002 02 02				
	Cambio de sellos, estoperas y rodamientos	Semestral	96	192	2 técnicos 1 asistente

	Cambio Correas dentadas	Semestral	64	128	2 técnicos
	02 01 MIFP GI 004 01 04				
	Limpieza pantallas de secaje	Trimestral	32	128	1 Asistente 1 técnico
	TOTAL ANUAL HH		**1782**		
	MATERIALES A USAR		Correas, solvente, grasa ISOFLEX BVU 15, dieléctrico, sellos, estoperas, rodamientos, alambre.		
	HERRAMIENTAS A UTILIZAR		Escalera, montacargas, destornilladores, juego de pinzas, juego de llaves, alicates, juego de dados, aceitera.		

Fuente: Elaboración propia

Nota: Existen 8 unidades de impresión para esta impresora.

Tabla No.10: Programación Mantenimiento Chiller FP1808

	02 01 MIFP CH 001 01 01				
	ACTIVIDAD	**FRECUENCIA**	**H - H**	**TOTAL H-H/ año**	**M.O**
	Revisión de Fugas	Mensual	1/2	6	1 Operador 1 Asistentes
	02 01 MIFP CH 002 02 02				
	Cambio de filtro	Anual	2	2	1 técnico 1 asistente
CHILLER					
	02 01 MIFP CH 003 01 06				
	Cambio aceite compresor	Anual	12	12	1 técnico 1 asistente
	02 01 MIFP CH 003 01 06				
	Limpieza de serpentines	mensual	4	48	1 Asistente 1 técnico
	TOTAL ANUAL HH		**68**		
	MATERIALES A USAR		Aceite mineral R22, filtro piedra, aceite, cepillos, paños.		
	HERRAMIENTAS A UTILIZAR		Destornilladores, pinzas, llaves.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla No.11: Programación Mantenimiento Turbina FP1808

	02 01 MIFP TS 001 02 01				
	ACTIVIDAD	**FRECUENCIA**	**H - H**	**TOTAL H-H/ año**	**M.O**
TUNEL DE SECADO	Balance de turbinas	Anual	16	16	Outsourcing
	TOTAL ANUAL HORAS ESPC.		**16**		
	MATERIALES A USAR				
	HERRAMIENTAS A UTILIZAR		Montacargas, escalera, destornilladores, juego de pinzas, juego de llaves, alicates, juego de dados, pistola jet, paños.		

Fuente: Elaboración propia

8.2.2 SLC

Según las causas observadas en la tabla No.3, la programación de mantenimiento preventivo que le corresponde a la laminadora SLC, es la siguiente:

Tabla No.12: Programación Mantenimiento Grupo Rebobinador SLC

GRUPO REBOBINADOR	**02 02 MSLC GR 002 01 12**				
	Ajuste de Pernos	Mensual	0,33	3,96	1 Operador
	02 02 MSLC GR 002 02 00				
	Cambiar Pernos	Cuando se requiera	3		1 Operador 1 técnico
	02 02 MSLC GR 001 01 12				
	Limpieza rodillos	Mensual	1	12	1 Operador 1 Asistente
	02 02 SLC GR 003 01 01				
	Cambio de rodamientos	anual	16	16	2 Técnicos

02 02 SLC GR 004 02 02				
Cambio Correas	Semestral	6	12	2 Técnicos
TOTAL ANUAL HH		**43,96**		
MATERIALES A USAR		Pernos, grasa ISOFLEX NVU 1, paños, correas.		
HERRAMIENTAS A UTILIZAR		Destornilladores, pinzas, llaves, alicates, dados, montacargas, escalera.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla No.13: Programación Mantenimiento Tablero Eléctrico SLC

TABLERO ELÉCTRICO	**02 02 MSLC TE 002 01 12**				
	Limpieza interna del tablero principal	Mensual	1,25	15	1 Operador 1 técnico
	Revisión y ajuste de todas las conexiones	Mensual	1,25	15	1 Operador 1 técnico
	02 02 SLC TE 004 02 01				
	Cambio tarjeta electrónica	Anual	12	2	Outsourcing
	Cambio de Potenciómetro				
	TOTAL ANUAL HH		**30**		
	TOTAL ANUAL HORAS ESPC.		**2**		
	MATERIALES A USAR		Potenciómetro, paños, Dieléctrico, Solvente limpiante.		
	HERRAMIENTAS A UTILIZAR		Destornilladores, pinzas, llaves, alicates, dados.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 14: Programación Mantenimiento Motor Principal

	02 02 MSLC MP 001 02 01				
	TIPO DE ACTIVIDAD	**FRECUENCIA**	**HORAS HOMBRE**	**TOTAL HORAS HOMBRE ANUAL**	**PERSONAL EJECUTOR**
MOTOR PRINCIPAL	Cambio de Rodamientos	Anual	36	36	Outsourcing Especialista COMEXI
	Limpieza o rectificado de conectores				
	Cambio de carbones de motores DC				
	Barnizado y secado de bobinas				
	TOTAL ANUAL HORAS ESPC.		**36**		
	MATERIALES A USAR		Cepillo, paños, agua		
	HERRAMIENTAS A UTILIZAR		Destornilladores, juego de pinzas, juego de llaves, alicates, juego de dados, aceitera.		

Fuente: Elaboración propia

8.3 Higiene y Seguridad Industrial

Pavema Gráfica, C.A. cuenta con un departamento de Higiene y Seguridad Industrial donde se hacen cumplir las leyes que exige nuestro país en la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente (LOPCYMAT), cuidando en todo momento la integridad física y mental de sus trabajadores.

Este departamento junto con el resto de los trabajadores de la empresa trabajan bajo un programa que se denomina programa de Seguridad, Orden y Limpieza (SOL), que se encarga no solo de resguardar la integridad física y mental de los trabajadores, sino que también educa a los operadores a mantener la limpieza, y el orden en cada uno de sus puestos de trabajo. Este adiestramiento se realiza por medio de charlas periódicas donde se presentan diagramas de flujo con los pasos que debe de realizar cada operador en su puesto de trabajo cuando llega y cuando abandona el mismo.

Es muy importante que a la hora de implementar esta propuesta el departamento de higiene y seguridad industrial incluya este plan de mantenimiento dentro del programa SOL, comprometiéndose a seguir manteniendo un ambiente de trabajo seguro. Para ello se proponen las siguientes Normas de Seguridad:

- Los operadores deben de colocarse los implementos de seguridad antes de realizar cualquier labor.
- Respetar las zonas señalizadas como alto riesgo.
- Seguir manteniendo el orden y la limpieza en cada uno de los puestos, antes durante y después de realizar el mantenimiento programado.
- Utilizar mascarillas siempre que se trabaje con solventes y tintas.

- Sancionar a todos aquellos trabajadores que no acaten estas normas.
- Todos los requisitos de seguridad deben de incluirse en la Programación de Operación Estándar (POE).

Los implementos de seguridad recomendados son:

- Guantes
- Cofia
- Mascarilla
- Tapones auditivos
- Botas de seguridad

8.4 Cálculo de las Horas Hombres

Para realizar este cálculo es necesario tomar en cuenta La ley Orgánica del Trabajo de la República Bolivariana de Venezuela, donde se estable en el artículo 195 que "...la jornada diurna no podrá exceder de ocho (8) horas diarias..."

A este número hay que restarle las vacaciones, tal como establece la ley orgánica del trabajo donde queda establecido que .." Cuando el trabajador cumpla un (1) año de trabajo ininterrumpido para un patrono, disfrutará de un período de vacaciones remuneradas de quince (15) días hábiles. Los años sucesivos tendrá derecho además a un (1) día adicional remunerado por cada año de servicio, hasta un máximo de quince (15) días hábiles..."

Tabla No. 15: Cálculo Horas anuales trabajadas

	Cálculo de horas trabajadas por persona anuales
HORAS TRABAJADAS	$\frac{8\ \text{hr}}{1\ \text{día}} \times \frac{5\ \text{día}}{1\ \text{semana}} \times \frac{52\ \text{semana}}{1\ \text{año}} = 2080\ \text{HH anuales}$
HORAS VACACIONES	$\frac{8\ hr}{1\ día} \times \frac{15\ día}{1\ año} = 120$ horas año
HORAS NETAS TRABAJADAS	2080 – 120 = 1960 horas anuales

Fuente: Elaboración propia

Realizado este cálculo tal cual lo estipula la ley se procede a estimar la cantidad de horas necesarias en el área de mantenimiento para poder

conocer la cantidad de personal necesario para llevar a cabo esta propuesta de mantenimiento.

8.5 Cálculo Personal Mantenimiento

Una vez obtenidas las horas de disponibilidad al año para cada uno de los empleados, se puede calcular la cantidad de personal que se va a requerir en el área de mantenimiento.

A continuación se presenta una tabla en la que se indican las horas necesarias para el mantenimiento de cada una de estas máquinas, este total de horas incluye la programación de actividades planteadas en los anexos No. 13 y No. 14, es decir, que las horas requeridas para tareas de mantenimiento no solo cubren las tareas para prevenir las fallas principales (las que generan más tiempo perdido), sino que también estos trabajadores estarán disponibles para realizar las demás labores de mantenimiento.

Tabla No. 16: Cálculo personal mantenimiento para cada dispositivo

MÁQUINA	HORAS DISPONIBLES AÑO	No. TRABAJADORES REQUERIDOS	HORAS TRABAJO (Anuales)
FP1808	1960	4	6369
SLC	1960	2	3407

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de seis (6) trabajadores además de los dos (2) operadores, sin embargo es recomendable incluir dos (2) trabajadores

más que tengan el conocimiento y experiencia en área de mantenimiento para prestar ayuda cuando sea necesario, lo que arroja un total de:

$$\boldsymbol{Número\ de\ Trabajadores = 4 + 2 + 2 + 2 = 10\ trabajadores}$$

Sabiendo que la empresa cuenta con tan solo cinco (5) trabajadores con el conocimiento suficiente para llevar a cabo estos trabajos de mantenimiento, además de los dos (2) operadores de las maquinarias, se recomienda la inclusión de tres (3) trabajadores dentro del departamento de mantenimiento de la empresa, para cumplir con el programa asignado.

8.6 Análisis del Costo Unitario

Este análisis permite estimar el costo de implementación del programa de mantenimiento propuesto, además de los costos del AMEF programado en los anexos No. 13 y No. 14. Para su realización se utiliza el costo anual de materiales y herramientas, así como también el costo de la mano de obra y los Outsourcing que se requieren para llevar a cabo las algunas de las tareas de mantenimiento, ya que no se cuenta con el personal adecuado.

Para la obtención de estos costos se hizo una investigación sobre el precio de los materiales y herramientas que se van a utilizar, así como también del precio por hora de trabajo. Esta información fue proporcionado por Pavema Gráfica, C.A. El salario cumple con la Ley Orgánica del trabajo, y tiene un monto de 1.070 BsF mensuales.

Es muy importante resaltar que el mismo personal que labora actualmente en la empresa es el encargado de realizar algunas de las labores de mantenimiento. Solo representaría un aumento con respecto a la actualidad en lo que a Costo de Mano de Obra se refiere, la contratación de tres (3) nuevos empleados como se explico previamente en la sección 8.6, es decir, que el único incremento final en el segmento económico sería el salario que estos tres (3) nuevos empleados devengarían. Sin embargo, en el análisis de costos para llevar a cabo este plan toma en cuenta los salarios de cada uno de los operadores y empleados devengan por realizar las actividades de mantenimiento.

A continuación se presentan los cálculos realizados para obtener el costo que representa la implementación de la propuesta:

Tabla No. 17: Cálculo del costo de los materiales

Material	Cantidad	Precio Unitario (BsF.)	Precio Total Anual (BsF./año)
Dieléctrico	30	30,00	900,00
Solvente limpiante	40Gal.	35,00	1.400,00
Kit sellos para sistemas neumáticos	9	7.580,00	68.220,00
Correas Rodillos Guías	90	400,00	36.000,00
Motor de paso para Alineador	1	3.750,00	535,714
Correas Sistemas de Transmisión	85	420,00	35.700,00
Engranajes Sistemas de Transmisión	130	75,00	9.750,00
Correas Grupo impresor	28	330,00	9.240,00
Kit de sellos grupo impresor	4	1.625,00	6.500,00
Estoperas	60	180,00	10.800,00
Rodamientos	140	130,00	18.200,00

Grasa ISOFLEX BVU 15	15 lts	130,00	1.950,00
Aceite mineral R22	15 lts.	35,00	525,00
Filtro de piedra	4	350,00	1.400,00
Manómetro	1	800	800,00
Sellos bomba	15	100,00	1.500,00
Guaya polipasto	1/3	6.500,00	2.166,67
Manguera	2	750,00	1.500,00
Total Costos Materiales (BsF./año)			**120.667,67**

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 18: Cálculo del costo de las herramientas

Herramientas	Cantidad	Precio Unitario (BsF.)	Precio Total (BsF.)	Depreciación Anual por Unidad (BsF./Año)	Precio Total - Depreciación
Escalera	3	250,00	750,00	93,75	656,25
Juego de Destornilladores	5	40,00	200,00	40,00	160,00
Juego de Pinzas	4	70,00	280,00	56,00	224,00
Pistola Jet	1	1320,00	1320,00	132,00	1188,00
Alicates	5	18,00	90,00	18,00	72,00
Juego de dados	2	100,00	200,00	40,00	160,00
Juego de llaves	3	90,00	180,00	36,00	144,00
Paños	200	2,5	500,00	250,00	250,00
Aceitera	4	10,00	40,00	8,00	32,00
Barra magnética	1	2.300,00	2.300,00	230,00	2070,00
Montacarga	1	60.000,00	60.000,00	4.000,00	56.000,00
Cepillo para limpiar filtros	3	50,00	150,00	50,00	100,00
Total Costo de Herramientas					**61.056,30**

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 19: Cálculo de los costos por Outsourcing

Actividad	Costo por hora (BsF./hora)	Total Costo Anual (BsF./año)
Cambio Tarjeta Electrónica FP1808 y SLC.	29.600,00	61.200,00
Balance de Turbina	125,00	2.0000,00
Análisis Calentador de Combustión	3.000,00	5.000,00
Mantenimiento General Compresor de Aire	1.250,00	10.000,00
Mantenimiento Motor Principal SLC	120,	4.320,00
Mantenimiento General Motores AC y DC laminadora SLC	120,00	60.480,00
Mantenimiento General Motor Polipasto	138,889	5.000,00
Cambio de Gomas Tratador de Corona	335,00	6.700,00
Mantenimiento General y Cambio de sellos Central Hidráulica SLC	395,833	9.500,00
Total Costos Anuales por Outsourcing BsF/año		**162.200,00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 20: Cálculo del Costo Mano de Obra

	Salario Base (BsF./mes)	Número de Trabajadores	Meses	**Costo Total Anual (BsF./año)**
Mano de Obra	1.070,00	10	12	**128.400,00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 21: Cálculo del Costo Total del Plan de Mantenimiento

Análisis de los Costos Unitarios (BsF./año)	
Herramientas	61.056,30
Materiales	120.667,67
Outsourcing	162.200,00
Mano de Obra	128.400,00
Subtotal de Costos	**472.324,97**
Adicional 20% Subtotal	94.464,80
Costo Total	**566.789,00**

Fuente: Elaboración propia

8.7 Relación del Costo – Beneficio

PAVEMA GRÁFICA, C.A. al no tener, actualmente, una política de mantenimiento preventivo, destina todos sus esfuerzos en materia de mantenimiento exclusivamente a la parte correctiva. Por ello, normalmente se tiene que detener la producción para realizar estas labores, retrasando la producción e incurriéndose en altos costos para su rápida reparación, repercutiendo también en la calidad del producto final y afectando la vida útil de equipo o máquina.

Para el año 2007, los costos anuales por mantenimiento correctivo, alcanzaron los 360.000 BsF.[1]. Estos costos no incluyen el salario del personal encargado de las labores de mantenimiento, que para ese año fue de 89.880 BsF[1], tomando en cuenta los 7 trabajadores existentes. Por ello el costo total, por este concepto, alcanzan los 495.000,00 BsF.

El presupuesto del plan de mantenimiento generado en este informe es de 567.000 BsF. aproximadamente, lo que significa un incremento en cuanto a la inversión en el área de mantenimiento del 15 % anual aproximadamente. A pesar de que la implementación de este plan requiere una inversión mayor, hay que tomar en cuenta todos los beneficios a corto, mediano y largo plazo que puede proporcionar la puesta en marcha del mismo. Este plan no pretende incrementar los costos actuales en materia de mantenimiento, sino crear una gestión en la que se pueda crear conciencia de la importancia que representa esta área dentro de la empresa y poder asegurar una mayor vida útil a las maquinarias y equipos dentro de la misma, así como también una mayor productividad y calidad final de los productos.

---

[1] Datos obtenidos de la Gerencia de Administración de Pavema Gráfica, C.A.

8.8 Indicadores de la Gestión de Mantenimiento

Para el siguiente plan propuesto se listan los siguientes indicadores o índices de mantenimiento, que se encargan de medir la eficiencia del plan que se está llevando a cabo. En general, estos índices se pueden clasificar en dos categorías: los indicadores económicos (de costos) y los indicadores del la eficiencia técnica de las instalaciones. Estos indicadores, a su vez, se pueden dividir en tres clases que están relacionadas y reflejan los objetivos del mantenimiento. Estas clases son: la administración del mantenimiento, la eficiencia del mantenimiento y los costos del mantenimiento. Para cada una de las clases se tomaron los indicadores que mejor se ajustan al plan propuesto. También se crearon las planillas respectivas para llevar los datos a futuro de cada uno de estos índices (ver anexo No.18).

8.9.1 Administración del Mantenimiento

- Horas de tiempo extra por mes:

$$\% = \frac{Horas\ de\ tiempo\ extra\ totales\ trabajadas}{Horas\ totales\ trabajadas} * 100$$

- Productividad de los trabajos por mes:

$$\% = \frac{Horas\ estándar}{Horas\ totales\ trabajadas} * 100$$

- Utilización de los trabajadores:

$$\% = \frac{Horas\ consumidas\ en\ trabajo\ productivo}{Horas\ totales\ programadas\ para\ el\ trabajo} * 100$$

- Índice de productividad compuesta (CPI) de los trabajadores

$$CPI = Productividad * Utilización$$

- Ordenes de trabajos planeados y programados diariamente

$$\% = \frac{Ordenes\ de\ trabajos\ planeados\ y\ programados}{Ordenes\ de\ trabajos\ totales\ y\ ejecutados} * 100$$

- Horas programadas contra horas trabajadas:

$$\% = \frac{Horas\ programadas}{Horas\ totales\ trabajadas} * 100$$

9.9.2 Eficacia del Mantenimiento

- Disponibilidad (A):

$$A = \frac{Tiempo\ de\ producción\ planeado - Tiempo\ muerto\ no\ planeado}{Tiempo\ de\ producción\ planeado}$$

- Velocidad (S):

$$S = \frac{Cantidad\ real\ de\ producción}{Cantidad\ planeada\ de\ producción}$$

- Calidad (Q):

$$Q = \frac{Cantidad\ real\ de\ producción - Cantidad\ no\ aceptada}{Cantidad\ real}$$

- Eficacia Global del Equipo (OOE):

$$OOE = A * S * Q$$

- Numero de Fallas en el Sistema (NFS):

$$NFS = \frac{Número\ de\ paradas\ por\ producción}{Número\ de\ horas\ brutas\ de\ operación}$$

- Tiempo Muerto del Equipo Ocasionado por Averías:

$$\% = \frac{Tiempo\ muerto\ ocasionado\ por\ averías}{Tiempo\ muerto\ total} * 100$$

9.9.3 Costos por Mantenimiento

- Costo de Mantenimiento por Unidad de Producción:

$$Costo\ por\ unidad = \frac{Costo\ total\ mantenimiento}{Unidades\ producidas}$$

- Costo de Hora de Mantenimiento:

$$BsF. = \frac{Costo\ total\ mantenimiento}{Horas\ Hombres\ totales\ trabajadas}$$

- Costo de Mantenimiento Preventivo (MP) Relacionado con el Mantenimiento Correctivo:

$$\% = \frac{Costo\ total\ MP\ (incluyendo\ las\ pérdidas\ de\ producción)}{Costo\ total\ de\ averías} * 100$$

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

Una vez analizada la situación actual de la empresa PAVEMA GRÁFICA, C.A. en cuanto al mantenimiento de las maquinarias se refiere, se tienen las siguientes conclusiones.

Una vez realizado el chequeo en sitio del área de conversión se observa que durante todos los equipos, excepto la laminadora SCHIAVI, están operativos. Sin embargo durante el año 2007 se observó una tendencia, en casi todos los departamentos, de alcanzar el 100% del tiempo de uso teórico, lo que significa que las maquinarias estuvieron trabajando las 6392 horas anuales estipuladas para llevar a cabo el proceso productivo. Al trabajar las 6392 horas anuales, las máquinas, no generan tiempo posible de intervención, por lo cual el departamento de mantenimiento no puede programar actividades de mantenimiento preventivo, sino en horario y situaciones fuera de los normales.

También se pudo observar que para el año 2008, en la mayoría de las máquinas se aumentó su tiempo ocioso, disminuyendo su tiempo real de uso, lo que puede significar que no se le está dando el uso correcto.

Al evaluar los equipos, en base a su nivel de criticidad y utilizando como herramienta el método de clasificación ABC, se determina que tanto la impresora FP1808 como la laminadora SLC, son los equipos con el mayor nivel de criticidad , y serán objeto de estudio por lo que fueron considerados para el plan de mantenimiento.

La empresa no cuenta con una política de mantenimiento preventivo, por tanto, ninguno de estos dos equipos tienen un cronograma previo de mantenimiento planificado.

Realizado el análisis de los equipos seleccionados, en cuanto a tipo, frecuencia y causas de las fallas, además de un diagnostico general de la gestión de mantenimiento de PAVEMA GRPAFICA, C.A., y con base en la Planificación, Programación y Análisis de Costos, se diseñó un plan de mantenimiento preventivo donde se detallaron frecuencias, procedimientos y actividades a realizar a lo largo de un periodo de un año.

Se elaboró un Análisis de Costos donde se estimaron los costos de materiales, herramientas, mano de obra y Outsourcing que realizaran algunas de las tareas de mantenimiento, para calcular el valor total de la inversión que la empresa debe realizar para llevar a cabo la implementación del plan de mantenimiento propuesto.

Para hacerle seguimiento al plan se generaron una serie de parámetros para dar Indicadores de Administración, Eficiencia y Costos de Mantenimiento, y medir la eficiencia del mismo una vez que se ponga en marcha el presente programa.

9.2 Recomendaciones

Se proponen una serie de recomendaciones o sugerencias, para que sean consideradas por la gerencia de la empresa:

- Implementar el plan para la gestión de mantenimiento propuesto, de manera que proporcione mejoras en la operación integral de la planta e incorporarlo en el Manual de Políticas y Procedimientos de la empresa.

- Generar los Procedimientos de Operación Estándar (POE) para todas las actividades planteadas en el AMEF

- Capacitar al personal para que adquieran todos los conocimientos necesarios que garanticen la efectividad del plan propuesto.

- Contratar a tres (3) personas adicionales, para llevar a cabo junto con el personal actual las actividades de mantenimiento programadas en este informe.

- Adquirir al menos un compresor de aire adicional, puesto que solo hay uno que funciona para toda la planta y su función es muy importante.

- Comprar una planta eléctrica, para evitar paradas en la producción por falta de energía eléctrica.

- Crear un almacén de materiales y herramientas necesarios para el cumplimiento del plan propuesto.

- Colocar en cada máquina el cronograma de actividades de mantenimiento, dentro de una carpeta que permanezca al alcance del operador.

- Reparar o sustituir las piezas dañadas en los equipos seleccionados.

- Poner en práctica los indicadores generados en este informe para medir la eficiencia del plan y proponer mejoras a largo plazo.

- Documentar los accidentes y riesgos laborales que ocurran en la empresa, dar a conocer a los trabajadores que realizan labores de mantenimiento todos los riesgos que implica la ejecución del trabajo e incluir el plan de gestión de mantenimiento en el programa Seguridad, Orden y Limpieza (SOL), para resguardar la seguridad del personal de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

- DUFFUAA S., Raouf A., CAMPBELL J.D.: Sistemas de Mantenimiento planeación y Control. Editorial Limusa Wiley, México 2004.

- RIBIS, S.: Introducción al Mantenimiento. Instituto Universitario de Tecnología Industrial, Material electrónico, 2008.

- RIBIS, S.: Gestión de Planes de Mantenimiento Basados en Riesgo y Confiabilidad RCCM. Instituto Universitario de Tecnología Industrial. Material Electrónico, 2008.

- RIBIS, S.: Teoría Básica del Mantenimiento Planificación. Instituto Universitario de Tecnología Industrial. Material Electrónico, 2008.

- www.inpsasel.gov.ve/paginas/lopcymat.htm (14/09/2208)

-http://www.mintra.gov.ve/legal/leyesorganicas/ley_organica_trabajo.pdf (20/09/2008).

-http://www.monografias.com/trabajos16/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml (23/08/2008)

- http://www.solomantenimiento.com/m_rcm.htm (22/08/2008)