



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y TURISMO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MASTER
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL MENCIÓN MANTENIMIENTO**

***Título: Implementación del Sistema Alternativo de Mantenimiento en la
Empresa Gráfica de Villa Clara.***

Autora: Ing. Esperanza Velazquez Pérez

Tutora: Dra. Yodaira Borroto Pentón

Santa Clara – Cuba

Marzo 2014

RESUMEN

La aplicación de una buena gestión del mantenimiento en la empresa estatal cubana, ha devenido en una de las vías por las que la empresa moderna puede incrementar sus niveles de productividad y competitividad.

La Empresa Gráfica de Villa Clara (EGVC) en correspondencia con su tecnología y características, determinará la organización estructural del sistema de mantenimiento a aplicar, lo que constituye el objeto de la presente investigación.

Este trabajo se elabora desde una base conceptual que contiene la definición del mantenimiento industrial hasta el esclarecimiento de sus objetivos, funciones, principios, metas y características de su organización, y establece las premisas que sustenta la validación de un procedimiento para la aplicación del Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM) en la EGVC, a partir de la caracterización del equipamiento tecnológico instalado con el objetivo de determinar el sistema de mantenimiento a aplicar a cada equipo, así como la organización de cada subsistema de mantenimiento propuesto, dando así solución al problema científico planteado. Esto constituye el resultado principal de esta investigación, y contribuye a la mejora de la gestión del mantenimiento en la empresa.

ABSTRACT

The application of a good administration of the maintenance in the company state Cuban, it has become in one of the roads for those that the modern company could increment their levels of productivity and competitiveness.

The Graphic Company of Clear Villa in correspondence with their technology and characteristic it will determine the structural organization of the system of maintenance to apply, the one which constitutes the object of this letter investigation.

This work is elaborated from a conceptual base that it contains the definition of the industrial maintenance until the clarification of their objectives, functions, beginnings, goals and characteristic of their organization, and establish the premises that sustain the validation of a procedure for the application of the Alternating System of Maintenance (SAM) in the Graphic Company of Clear Villa, starting from the characterization of the technological equipment installed with the objective of determining the system of maintenance to apply to each team, as well as the organization of each subsistema of nominative maintenance, giving solution to the scientific expounded problem so. This constitutes the principal result of this investigation, and it contributes to the improvement of the administration of the maintenance in the company.



INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.1 Base conceptual del mantenimiento	6
1.1.1. El Mantenimiento en las organizaciones	7
1.1.2. Objetivos del mantenimiento	8
1.1.3 Funciones del mantenimiento	9
1.2 Sistemas de Mantenimiento	10
1.2.1 El Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)	12
1.2.2. El Sistema de Mantenimiento Predictivo o por Diagnóstico	12
1.2.3. El Sistema de Mantenimiento Correctivo o contra averías	13
1.2.4. El Mantenimiento Productivo Total (MPT)	14
1.2.5. El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)	15
1.2.6. Mantenimiento basado en riesgo (MBR)	15
1.2.7. Análisis Causa-Raíz	16
1.2.8. Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM)	17
1.3 Gestión del mantenimiento	19
1.3.1. Definición de la Gestión del Mantenimiento	21
1.3.2 Funciones de la Gestión del mantenimiento	22

1.3.3. Auditoría del mantenimiento	24
1.3.4. Indicadores de Mantenimiento.	26
1.4 Análisis de criticad del equipamiento	29
1.5 Mantenimiento en la Industria en Cuba	32
1.5.1 Breve reseña del mantenimiento industrial en Cuba	32
1.5.2 Características del mantenimiento en la industria Gráfica en Cuba.	36
1.6 Conclusiones parciales	38
CAPÍTULO II: PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SAM.	39
2.1 Fase No. 1: Inicio o preparación	40
2.1.1 Etapa 1. Conformación del equipo de trabajo.	40
2.2 Fase No. 2: Diagnóstico de la gestión del mantenimiento	40
2.2.1 Etapa 2. Caracterizar el área de mantenimiento de la empresa	40
2.2.2 Etapa 3. Diagnóstico de la gestión del mantenimiento	41
2.3 Fase No. 3: Análisis de criticidad del equipamiento	44
2.3.1 Etapa 4. Clasificación del equipamiento	44
2.4 Fase No. 4: Organización, planificación y gestión del mantenimiento con el SAM	45
2.4.1 Etapa 5. Organización del Sistema de mantenimiento predictivo o por diagnóstico	48
2.4.2 Etapa 6. Organización del Sistema de mantenimiento preventivo planificado	48
2.4.3 Etapa 7. Organización del Sistema de mantenimiento correctivo	48
2.4.4 Etapa 8. Organización del trabajo de planificación, ejecución y control de la actividad de mantenimiento con el SAM.	49
2.4.5 Etapa 9. Evaluación periódica del SAM.	49
2.5 Conclusiones parciales	48
CAPITULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SAM EN LA EGVC	53
3.1. Fase No. 1: Inicio o preparación	54
3.1.1 Etapa 1. Conformación del equipo de trabajo.	54
3.2 Fase No. 2: Diagnóstico de la gestión del mantenimiento	54
3.2.1 Etapa 2. Caracterizar el área de mantenimiento de la empresa	54
3.2.2 Etapa 3. Diagnóstico de la gestión del mantenimiento	56
3.3 Fase No. 3: Análisis de criticidad del equipamiento	64
3.3.1 Etapa 4. Clasificación del equipamiento	65
3.4 Fase No. 4: Organización, planificación y gestión del mantenimiento con el SAM en la EGVC	67
3.4.1 Etapa 5. Organización del Sistema de mantenimiento predictivo o por diagnóstico	67
3.4.2 Etapa 6. Organización del Sistema de mantenimiento preventivo planificado	68
3.4.3 Etapa 7. Organización del Sistema de mantenimiento correctivo	69
3.4.4 Etapa 8. Organización del trabajo de planificación, ejecución y control de la	

actividad de mantenimiento con el SAM	69
3.4.5 Etapa 9. Evaluación periódica del SAM	69
3.5 Conclusiones parciales	70
CONCLUSIONES GENERALES	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento, como alternativa de decisión, es uno de esos elementos que hasta muy recientemente no ha desempeñado más que una función reactiva, limitada en medios y destinada exclusivamente a garantizar el cumplimiento de los programas de fabricación. El enorme costo de las paradas en la producción ha obligado a cambiar por completo ese punto de vista, y el mantenimiento ha devenido en uno de los medios por los que la empresa moderna puede incrementar considerablemente los niveles de productividad y competitividad.

Los activos físicos funcionan generalmente durante un largo período y normalmente se desgastan en forma gradual, tanto física como moralmente. El desgaste físico, más o menos fuerte, se debe a su explotación o a agentes naturales e influye sobre sus partes componentes y grupos constructivos, los cuales se desgastan en intervalos diferentes e incluso, llega un momento en que, para resolverlo, son necesarias las correspondientes medidas de reparaciones en forma de una reproducción por partes

Las empresas generadoras de bienes y/ o servicios que utilizan instalaciones, edificios, máquinas, equipos, herramientas, utensilios, dispositivos, etc., para lograr su objetivo social y empresarial, necesitan que estos activos se mantengan en buen estado de funcionamiento, de confiabilidad, de mantenibilidad y de disponibilidad, acorde con sus necesidades, por lo cual las organizaciones empresariales deben procurar que la vida útil de sus activos físicos sea la máxima alcanzable al mínimo costo posible.

Con respecto a la actividad de mantenimiento, son múltiples los factores a tener en cuenta: objetivos, funciones, formas de ejecutarlo, de organizarlo, de dirigirlo, métodos a seguir, así como el sistema a aplicar. En la actualidad se procura el perfeccionamiento de estos factores y entre ellos, en particular, el relacionado con el sistema de mantenimiento a aplicar, el cual debe garantizar una alta confiabilidad operacional de los equipos con el mínimo costo (Omarov, 1977; Kaufmann, 1975; Fernández, Matos & Prim, 1983; Heber González, 1984; Idhammar, 1984; Kamenitzer, 1985; Navarrete Pérez & González Martín, 1986; Nakajima, 1988; Portuondo Pichardo, 1990; Taboada Rodríguez et al., 1990; Kohler, 1990; Van Kessel 1992; Pérez Jaramillo, 1992; Muntasell i Arcarons, 1994; Encinas Beltrán, 1994; Tavares de Carvalho, 1994; Larralde Ledo, 1994; Monteiro Leite, 1995; De la Paz Martínez, 1996; Corretger Rauet, 1994; Gilbert Chevalier, 1996; Torres, 1997; Moubray, 1997; Dounce Villanueva, 1998; Lourival Tavares, 1999; Sánchez Sánchez, 1999; Sotuyo Blanco, 2000; Amendola, 2002) referenciados en Borroto Pentón (2005).

En Cuba antes de 1959 y con la excepción de determinadas industrias, no estaba formalizada la actividad de mantenimiento. Sin embargo, desde 1961 ha existido un reconocimiento a la importancia de esta, en particular desde el proceso de institucionalización del país, a partir del cual se fomenta y se establece su dirección por parte del Estado y del Partido, por su decisiva influencia en el ahorro de recursos y en el normal funcionamiento del proceso productivo. A partir de los años 90' con la llegada del llamado "período especial" la función mantenimiento comenzó a degradarse en las empresas, caracterizándose esta etapa por la desorganización en esta actividad, falta de recursos materiales, financieros para asumir el mantenimiento preventivo planificado, el mantenimiento comienza a ser reactivo, unido esto a la obsolescencia moral y física del equipamiento y las instalaciones. La Empresa Gráfica de Villa Clara (EGVC), no escapa de esta situación y como en la mayoría de las empresas cubanas, son muchos los esfuerzos que se realizan para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, reduciendo la tasa de fallos, tratando además de conseguirlo con una optimización del binomio calidad/costo de mantenimiento

Dentro de los ingentes esfuerzos por la producción, muchos no han recordado la importancia que tiene la actividad integral de mantenimiento para el logro de ese objetivo cardinal, surgiendo con frecuencia innumerables contradicciones entre mantenimiento y producción. Y es que también tiene que producirse la reconversión en el mantenimiento, comenzando por entender que el Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado establecido y casi generalizado en las empresas e industrias cubanas, presenta grandes problemas que lo hacen difícil de ejecutar y altamente costoso, además de que los procedimientos normados para su ejecución se violan continuamente al ser impracticables y que en definitiva, la actividad integral de mantenimiento es ineficiente, pues parte de un sistema que ya se ha vuelto caduco en su concepción original, ante las nuevas exigencias y reglas de la producción en entornos competitivos.

A partir del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba en Mayo del 2011, se ponen en vigor los lineamientos que regirán la política económica y social del país, donde se trata el mantenimiento en 16 de ellos; proponiendo como objetivos fundamentales:

- ✓ Priorizar la actividad del mantenimiento en el país
- ✓ Aumentar la disponibilidad del equipamiento industrial y de transporte
- ✓ Aumentar la fabricación y recuperación de piezas de repuesto
- ✓ Potenciar los servicios de reparación y mantenimiento (fomentar la contratación del mantenimiento)

- ✓ Vincular el mantenimiento y las reparaciones con el uso eficiente de la energía (Lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución, 2011).

Coincidiendo con De la Paz Martínez (1996); Borroto Pentón (2005); Mora Gutiérrez (2012); Carvajal Brenes (2012); GEMPIL (2012) decimos que la reconversión en la actividad de mantenimiento debe verse, en primera instancia, como la adopción de un sistema que se adapte a las necesidades de cada empresa y principalmente a las características y el estado técnico del equipamiento instalado en ellas entre otros elementos.

La Empresa Gráfica de Villa Clara “Enrique Núñez Rodríguez” que pertenece al Grupo Empresarial de la Industria Ligera (GEMPIL) y que forma parte del Ministerio de Industrias (MINDUS), tiene entre los objetivos fundamentales la confección de periódicos nacionales para toda la región central del país (Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spíritus y Ciego de Ávila), así como la confección de folletos, tabloides, libros y otras producciones de la industria gráfica, la misma está insertada en el Perfeccionamiento Empresarial desde el año 2002 y exhibe resultados satisfactorios dentro de la organización. Cuenta entre sus clientes fundamentales las editoriales nacionales, conocedores de la actividad que se realiza y muy exigentes en la calidad del producto que se les entrega.

A partir de concepciones y experiencias, tomando como base las deficiencias detectadas en la actividad de mantenimiento, a finales del año 2012 se establece por directivas del nuevo ministerio, la implementación del Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM) en la Industria Gráfica, enfocada a la reducción de los costos de producción, garantizando niveles de calidad conformes con las exigencias de los clientes a partir del funcionamiento eficiente del equipamiento tecnológico y la mejora de la infraestructura fabril, garantizando una asistencia técnica eficaz a través de una adecuada formación y gestión de competencias, constituyendo así una herramienta para la planificación, el aseguramiento, control y perfeccionamiento de la industria. Todo esto establece el compromiso de documentar e implementar el SAM con vista a mantener el equipamiento tecnológico en condiciones óptimas.

Entre los principales problemas que presenta la industria gráfica en Cuba, se encuentra el equipamiento tecnológico envejecido, instalado en la mayoría de las empresas, proveniente en su totalidad de los países del extinto campo socialista, existiendo dificultades con la política inversionista en cuanto a la adquisición de piezas de repuesto para satisfacer la demanda del mantenimiento ya que el sistema de compras de repuesto es muy lento y con muchas limitaciones, la adquisición de herramientas, muchas veces deficitarias, además de la preparación de la fuerza laboral para las tareas del mantenimiento, la desorganización y la existencia de un único sistema de mantenimiento en la empresa, el presupuesto para la

actividad de mantenimiento no obedece a un análisis de necesidades lo que garantiza sólo en alguna medida la adquisición de recursos, entre otras dificultades.

Lo anteriormente expuesto caracteriza la situación problemática que originó la presente investigación y conduce a un **problema científico a resolver** ¿cómo implementar el SAM en la EGVC que considere el contexto operacional de cada equipo y que posibilite dar respuesta a las exigencias del MINDUS?

Derivado de lo anteriormente descrito y basado en la construcción del marco teórico – referencial de la investigación, expuesto en el capítulo I del presente Trabajo Investigativo, se formuló como **hipótesis general de la investigación** la siguiente: mediante la implementación del SAM en la EGVC, se contará con un diagnóstico de la gestión del mantenimiento, la clasificación del equipamiento, el sistema de mantenimiento a aplicar en cada equipo, así como la organización de cada sistema de mantenimiento propuesto, permitiendo el mejoramiento del mantenimiento en la organización.

En correspondencia con la hipótesis de la investigación planteada, el objetivo general de la investigación consiste en: implementar del SAM en la Empresa Gráfica de Villa Clara.

Para alcanzar el objetivo general antes expuesto se proponen los objetivos específicos siguientes:

- 1.- Perfeccionar el procedimiento para la aplicación del SAM diseñado por De la Paz Martínez (1996).
- 2.- Aplicar el procedimiento perfeccionado a la Empresa Gráfica de Villa Clara.

Los aportes metodológicos de la presente investigación están dados por el perfeccionamiento del SAM, incluyendo en la propuesta el diagnóstico y la evaluación de la gestión del mantenimiento, un levantamiento en planta y la inclusión de criterios que permiten la clasificación del equipamiento. El aporte práctico está dado porque queda definida en la empresa una caracterización de equipamiento, la organización de los subsistemas de mantenimiento propuestos, dando así respuesta a las exigencias del MINDUS.

Para su presentación, este Trabajo Investigativo ha sido estructurado en tres capítulos principales. En el primer capítulo se resume la base conceptual del mantenimiento, los sistemas, la gestión, análisis de criticidad y el mantenimiento en la industria gráfica en Cuba conformando así el marco teórico-referencial de la investigación; en el segundo se presenta la propuesta de solución al problema científico planteado, a partir del perfeccionamiento del procedimiento de De la Paz Martínez (1996) para la aplicación del SAM y el tercero y último, dedicado a la aplicación del procedimiento propuesto, mostrando la comprobación de la

hipótesis general de la investigación; además, se incluyen un grupo de conclusiones y recomendaciones que resaltan los principales resultados obtenidos en la investigación.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se muestra un análisis de las definiciones que aparecen en la literatura especializada y otras fuentes, con vistas a precisar los principales aspectos conceptuales involucrados en la investigación para el logro de los objetivos propuestos, conformando así el cuerpo principal del marco teórico referencial.

La revisión realizada se estructuró de forma tal que permitiera el análisis del estado del “arte” y de la práctica en la temática cuyo núcleo es el mantenimiento industrial (Ver figura 1.1) permitiendo sentar las bases teórico - prácticas del proceso de investigación y con ello, contribuir a sustentar los principales resultados obtenidos haciendo énfasis en la gestión del mantenimiento en la Industria gráfica en Cuba.

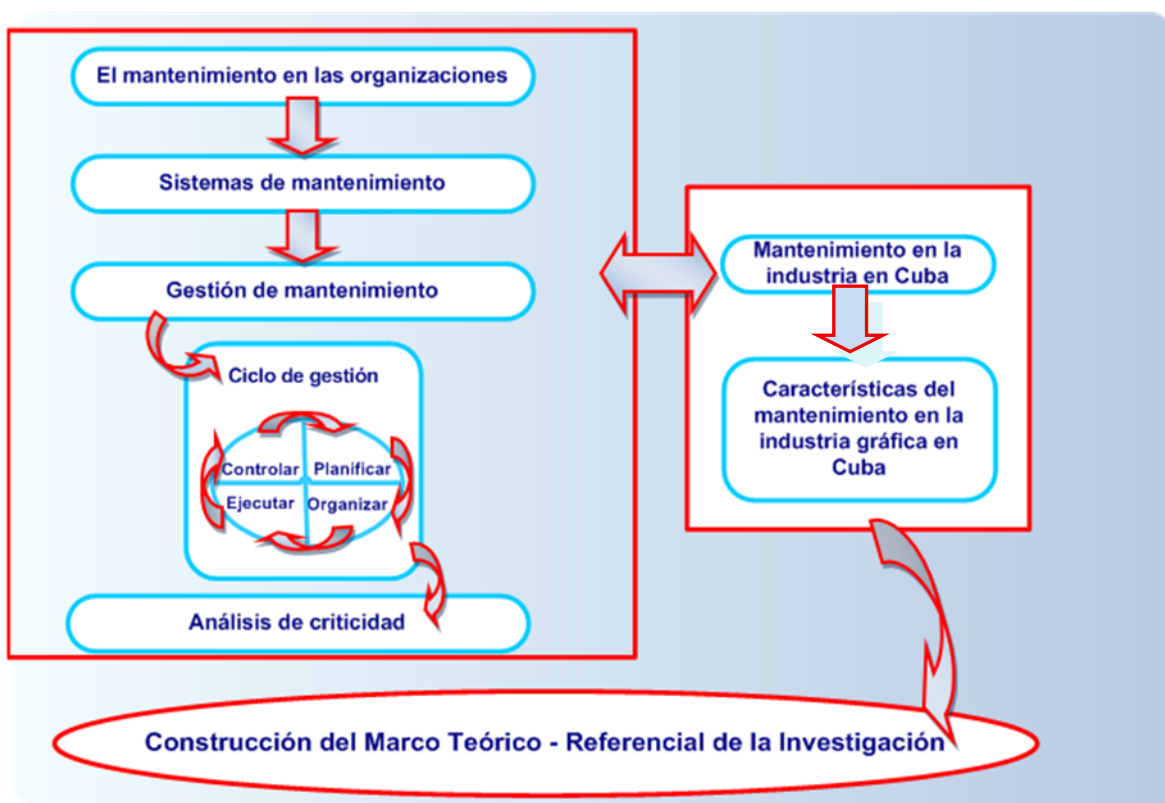


Figura 1.1. Estrategia seguida en el análisis de la bibliografía para la construcción del marco teórico referencial de la investigación. (Fuente: elaboración propia).

1.1 Base conceptual del mantenimiento

De las alternativas de decisión sobre los activos fijos (ampliación, modernización, mantenimiento o reemplazo) es importante tomar la más conveniente después de un período de explotación de los mismos, y esta decisión puede ser tomada bajo riesgo, bajo incertidumbre, bajo conflicto o bajo certeza según las circunstancias existentes. El

mantenimiento como alternativa de decisión frente al desgaste de los activos fijos se trata con mayor profundidad en la presente investigación.

1.1.1 El Mantenimiento en las organizaciones

Las empresas generadoras de bienes y/ o servicios que utilizan instalaciones, edificios, máquinas, equipos, herramientas, utensilios, dispositivos, etc., para lograr su objetivo social y empresarial, necesitan que estos activos se mantengan en buen estado de funcionamiento, de confiabilidad, de mantenibilidad y de disponibilidad, acorde con sus necesidades, por lo cuál las organizaciones empresariales deben procurar, que la vida útil de sus activos físicos sea la máxima posible al mínimo costo alcanzable; lo cual se logra a través del mantenimiento industrial como una entidad de servicio a la producción.

La forma de maximizar la eficacia, la eficiencia, la efectividad y la productividad de los activos, es mediante el conocimiento y la aplicación de las leyes que gobiernan la relación entre producción y mantenimiento.

Se pueden encontrar infinidad de definiciones para el concepto de mantenimiento, la alternativa de decisión tiene su base en la definición dada sobre este término; diversos autores se han referido al asunto, entre ellos: (Omarov, 1977; Kaufmann, 1975; NC 92-10-78; Heber González, 1984; Portuondo Pichardo, 1990; Kohler, 1990; Van Kessel, 1992; Benaim, et al., 1994; Muntasell Arcarons, 1994; Payement, 1994; Cáceres y Comando, 1995 y Gilbert Chevalier, 1996), referenciado en (Borroto Pentón, 2005; De la Paz Martínez, 2011; UPADI, 2012; Mora Gutiérrez, 2009 y Mora Gutiérrez, 2012).

A partir de los estudios realizados respecto al tema la autora coincide con De la Paz Martínez (2011) quien define el mantenimiento como: la integración de acciones técnicas, organizativas y económicas, encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos físicos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil económica, con una mayor disponibilidad y confiabilidad, para cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el medio ambiente y la seguridad del personal.

El mantenimiento industrial, en la Poligrafía, se presenta como un conjunto de técnicas encaminadas a mantener la tecnología a lo largo de su ciclo de vida, llegando a utilizar el equipamiento con la máxima disponibilidad técnica y al menor costo, garantizando una asistencia técnica eficaz a través de una adecuada formación y gestión de competencias (GEMPIL, 2012). En la actualidad tiene que producirse un cambio en la gestión del mantenimiento, comenzando por entender que el sistema de mantenimiento preventivo planificado (MPP) establecido y casi generalizado en las empresas cubanas, presenta

grandes problemas que lo hacen difícil de ejecutar y altamente costoso, por lo que la actividad de mantenimiento es ineficiente, ante un mercado cada vez más exigente y con entornos competitivos cada vez mayores.

1.1.2 Objetivos del mantenimiento

El mantenimiento industrial, en forma general, es una actividad dirigida a conservar los equipos e instalaciones en condiciones óptimas de funcionamiento, durante un periodo predeterminado y al menor costo, contribuyendo así a lograr los objetivos de la organización y brindando satisfacción a las expectativas de las partes interesadas, es decir: los dueños de la empresa, sus empleados, clientes y proveedores, así como de la sociedad donde la organización desarrolla sus actividades productivas (Martínez, 2007).

Un grupo considerable de autores: (Batista Rodríguez, 2000; Sotuyo Blanco, 2001; Da Silva Neto y Goncalves de Lima, 2002; Fabro, 2003; García Ahumada, 2001; García Garrido, 2003; Torres, 2003; Stefano, 2006; Lodola, 2006; Mora Gutiérrez, 2012), coinciden en definir el objetivo del área de mantenimiento, de manera general, como: “conseguir el nivel máximo de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y/o de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible”.

Borroto Pentón (2005) plantea que entre los principales objetivos del mantenimiento se puede señalar:

- ✓ Garantizar la máxima disponibilidad del equipamiento y las instalaciones, al mínimo costo posible.
- ✓ Mejorar la fiabilidad del servicio, teniendo en cuenta las horas de funcionamiento del equipamiento, calidad del servicio, seguridad de las personas y mínimo deterioro ambiental.
- ✓ Prolongar la vida útil económica de los activos fijos.
- ✓ Contribuir al confort de las instalaciones.
- ✓ Cuidar la imagen de la institución desde el punto de vista del entorno físico.

Los objetivos del mantenimiento en la EGVC, según Manual del SAM, GEMPIL (2012) que rige la actividad para las empresas gráficas en Cuba son:

- ✓ Garantizar un coeficiente de disponibilidad técnica del equipamiento mayor a un 90%.
- ✓ Elevar la productividad y eficiencia de los equipos.
- ✓ Satisfacer los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- ✓ Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.

Estos objetivos están subordinados a las exigencias de las producciones principales y permite dar respuesta a los planes de producción previstos, cumpliendo con las expectativas de los clientes en cuanto a calidad, lo que implica: maximizar la productividad, incrementar el ahorro energético, minimizar el impacto en el medio ambiente, maximizar la seguridad e higiene, conservar el sistema de producción y/o servicios funcionando con el mejor nivel de fiabilidad posible, reducir la frecuencia y gravedad de los fallos, adaptarse rápidamente a los cambios del entorno (flexibilidad) y controlar y reducir los costos a su mínima expresión.

1.1.3 Funciones del mantenimiento

La función principal del mantenimiento es maximizar la disponibilidad que se requiere para la producción de bienes y servicios, al preservar el valor de las instalaciones, para minimizar el deterioro de los equipos, lográndolo con el menor costo posible y a largo plazo (Mora Gutiérrez, 2012; Borroto Pentón, 2005; Alfonso Yanes, 2008).

La función de mantenimiento se define como la ejecución de todas las actividades inherentes de mantenimiento que contribuyan al funcionamiento continuo de los sistemas productivos, de los equipos de proceso, dentro de las características originadas de diseño, conservándolos en un estado óptimo corporal para la utilización más racional, mediante un uso efectivo y eficiente del presupuesto y del personal de ingeniería de conservación (Mora Gutiérrez, 2009).

Las funciones de mantenimiento caracterizan y justifican la existencia de una subdivisión de la empresa dedicada al mantenimiento (Portuondo Pichardo, 1990), referenciado en Borroto Pentón (2005). Estas funciones pueden clasificarse en dos grupos: primarias y secundarias. Por su parte Corretger Rauet (1994), plantea que son las que comprenden sus relaciones con los servicios de producción u otros departamentos de la empresa y las que corresponden a sus propias responsabilidades como servicio autónomo.

En la EGVC la función del mantenimiento está encaminada a la ejecución de una política sistemática de mantenimiento y reparaciones, que permita restituir las capacidades potenciales de los medios de producción, garantizar la continuidad de la producción y la obtención de un producto final con la calidad requerida, para lo cual se establece como estrategia:

- 1) Conservar la capacidad de trabajo del equipamiento
- 2) Disminuir a la mínima expresión los paros imprevistos del equipamiento
- 3) Contribuir al aumento de la productividad del trabajo
- 4) Prevenir la ocurrencia de imprevistos.

La autora de la presente Tesis de Maestría considera que las funciones de mantenimiento para cualquier organización deben estar en consonancia con sus objetivos, políticas o estrategias de mantenimiento que se apliquen.

Varios autores (Portuondo Pichardo y Pérez Tejeda, 1994; Mora Gutiérrez, 2012; Navarrete Pérez y González Martín, 1987; Mora Gutiérrez, 2009) señalan con igual significado: política, estrategia, sistema y tipo de mantenimiento. Es política de mantenimiento de la EGVC, propiciar el cumplimiento de metas y objetivos, garantizando una elevada disponibilidad técnica del equipamiento tecnológico y de apoyo que permita la realización de los procesos productivos con el máximo de eficiencia, eficacia y calidad, además de un mínimo de costos, interrupciones y riesgos (Políticas y Estrategias EGVC, 2010).

Desarrollando y preservando para ello una fuerza de trabajo capacitada y comprometida, con basta experiencia y especialización; además de mecanismos de aprovisionamiento que gestionan los suministros de recursos para cada período a partir de demandas precisadas, con respaldo financiero y contractual. Influyendo y actuando con filosofía preventiva, apoyado en la ciencia e innovación tecnológica para elevar el rendimiento y productividad de los procesos, así como, favoreciendo las condiciones laborales, la reducción del impacto ambiental, y la modernización.

1.2 Sistemas de mantenimiento

La tarea de mantenimiento siempre ha estado sujeta a diferentes formas de realización que se relacionan directamente con los tipos de mantenimiento a aplicar, numerosos autores refieren varios de ellos (Ortiz Álvarez, 2000; Saavedra, 2000; Malaguera, 2001; Martín, 2003), referenciados en Borroto Pentón, De la Paz Martínez y Marrero Delgado (2005). Estos tipos de mantenimiento han ido evolucionando y combinándose con el paso de una generación a otra, no quedando obsoletos, pero si mezclándose con otros tipos para dar paso a las formas modernas de gestión del mantenimiento.

En Cuba, algunos autores (Fernández, Matos y Prim, 1983; Navarrete Pérez y González Martín, 1986; Portuondo Pichardo, 1990; Taboada Rodríguez, *et al.*, 1990) han identificado como sistemas de mantenimiento a los siguientes: sistema controlado mediante la supervisión en la producción, sistema regulado, sistema por interrupción en la producción o contra avería, sistema inspectivo, predictivo o por diagnóstico y sistema de MPP, estos son referenciados en Rojas Álvarez y Borroto Pentón (2011). También es conocido en la industria cubana el Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM) como integrador de varios de los sistemas tradicionales (Portuondo Pichardo *et al.*, 1989; De la Paz Martínez, 1996; Aguilera Martínez, 2001). Este Sistema se implementó en el MINIL desde 1996.

En la actualidad existen infinidad de herramientas, técnicas, metodologías y filosofías de mantenimiento. Algunas de las más utilizadas pueden ser (Nakajima, 1991; Moubray, 1997; Ellmann, 2001; Sotuyo Blanco, 2001; Amendola, 2003; Alkaim, 2003; Fabro, 2003; Alfonso Llanes et al., 2003; García González-Quijano, 2004; Yañez Medina, 2004; Gómez de la Vega y Valbuena Chourio, 2004; Tavares et al., 2005; Borroto Pentón, 2005; Carvajal Brenes, 2012; De la Paz Martínez, Borroto Pentón y Alfonso Yanez, 2013; Torres, 2005):

- ✓ Mantenimiento Autónomo/Mantenimiento Productivo Total (MPT)
- ✓ Mejoramiento de la Confiabilidad Operacional (MCO)
- ✓ Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC/RCM)
- ✓ Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR)
- ✓ Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en Reversa (MCC-R)
- ✓ Análisis Causa Raíz (ACR)
- ✓ Análisis de Criticidad (AC)
- ✓ Optimización Costo Riesgo (OCR)
- ✓ Inspección Basada en Riesgo (IBR)

Como se ha podido apreciar, son muchas las denominaciones de las formas en que se pretende efectuar el mantenimiento a los activos fijos, todos expresan como hacer el mantenimiento y los mismos serán tratados de manera más detallada en los apartados siguientes.

El desarrollo de las actividades de mantenimiento, se encuentra en relación directa con las estrategias que hayan sido definidas y establecidas por los altos niveles directivos de la empresa, cada una de las cuales presenta ciertas desventajas. Entre las distintas formas de enfrentar el mantenimiento en las instalaciones industriales, se destacan las siguientes:

- ✓ Operar hasta el fallo, que consiste en dejar que el equipo continúe funcionando hasta que se produzca el fallo de un componente, o un conjunto de ellos, que inhabilite al equipo, para luego proceder a su sustitución. Durante el tiempo de permanencia en servicio del equipo, el equipo es sometido a mantenimiento preventivo programado básico (limpieza, lubricación, ajustes, etc.)
- ✓ Mantenimiento a plazo fijo que consiste en establecer un programa de interrupciones para realizar trabajos de mantenimiento en equipos importantes. Incluye reparación y/o sustitución de aquellas piezas a las cuales se les pueda estimar su tiempo de vida útil. Respecto a la estrategia anterior resultaría menos costosa y los tiempos de parada más breves.

- ✓ Mantenimiento basado en la condición del equipo (mantenimiento predictivo) que es cuando se somete a monitoreo la condición o estado del equipo, hasta detectar una señal que haga presumir la existencia de un deterioro incipiente, que podrá en algún momento provocar el fallo del mismo. En ese momento se programa la parada para el mantenimiento correspondiente (Martínez, 2007).

1.2.1 El sistema de mantenimiento preventivo planificado (MPP)

El sistema de mantenimiento preventivo planificado es una filosofía de mantenimiento en el que las intervenciones se basan en el tiempo de operación de los equipos (Borroto Pentón y De la Paz Martínez, 2009). Cuando se aplica esta filosofía es necesario establecer los llamados ciclos de mantenimiento.

El MPP puede ser definido como una lista completa de actividades de mantenimiento para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, máquinas y equipos mediante el mantenimiento técnico racional, cambio y reparación de las piezas y conjuntos desgastados, realizados bajo un plan de mantenimiento detallado y con las programaciones que permitan su ejecución y control, elaborado con anterioridad.

El sistema de MPP establece distintos tipos de intervenciones que se clasifican en dos grandes grupos: los servicios técnicos y las reparaciones programadas (Tavares, 1999).

Las actividades de servicios técnicos más empleadas en el MPP son las revisiones periódicas, las cuales no son más, que los servicios de mantenimiento que se realizan entre dos reparaciones programadas, incluye vigilancia sistemática de las condiciones del activo físico y la eliminación de los defectos observados. Si como resultado de la revisión se detecta que los defectos encontrados afectan la calidad del trabajo del equipo, se trata de eliminarlos de inmediato o en la próxima reparación.

Las reparaciones programadas son aquellos trabajos en los cuales se reparan o sustituyen piezas y conjuntos desgastados del activo físico por otros más nuevos.

Las reparaciones de los diferentes grupos de activos físicos se organizan en forma diferente, así pues los edificios, las instalaciones y los medios de transporte son reparados sobre la base de contratos concertados con empresas especializadas si la empresa no posee sus propios medios de reparación (Portuondo Pichardo, Montes de Oca Ubiña y Morera, 1989).

Las reparaciones periódicas se realizan según un plan establecido previamente y comprenden el volumen fundamental de los trabajos de mantenimiento, se dividen en reparaciones pequeñas o ligeras, medianas y generales o capital.

1.2.2 El sistema de mantenimiento predictivo o por diagnóstico

Este sistema está basado, fundamentalmente, en detectar un fallo antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función del tipo de equipo, sistema productivo entre otros aspectos.

Su objetivo es eliminar la ocurrencia de averías cuando el equipamiento está insertado en el proceso productivo. Ese objetivo podrá ser alcanzado con la implantación de técnicas de detección y diagnóstico que permitan determinar la condición de funcionamiento del equipo, entre ellas: análisis de vibraciones, tribología, termografía, análisis de corriente en motores y ultrasonidos (Palomino Marín, 1995; García Garrido, 2009; Mora Gutiérrez, 2009).

En el “sistema” se realiza un monitoreo del equipamiento crítico, de modo que sea posible conocer la “condición” de este y su ritmo de cambio al paso del tiempo. Este es precisamente el principal objetivo del monitoreo de condición y los dos métodos principales que se emplean en este son:

- ✓ Monitoreo de tendencia: consiste en medir e interpretar en forma continua o regular, datos recogidos durante la operación de la máquina, a fin de indicar variaciones en la condición de la misma o de sus componentes y lograr así un funcionamiento seguro y económico.
- ✓ La verificación de condición: consiste en realizar una medición de control con la máquina en funcionamiento, utilizando algún indicador adecuado y luego utilizarla como una medida de la condición de la máquina en ese momento.

Esto requiere poseer un registro histórico para el tipo particular de máquina lo cual hace al método menos flexible que el anterior. Sin embargo, puede resultar muy útil en una situación donde existan varias máquinas similares que funcionen juntas, lo cual permitirá una verificación comparativa entre la máquina monitoreada y otras que sean nuevas o estén en buen estado.

1.2.3 El sistema de mantenimiento correctivo o contra averías

El sistema de mantenimiento correctivo o contra averías consiste en la ejecución de las reparaciones programadas a partir de defectos detectados por el mantenimiento de línea o por el inspector durante su rutina, y de las no programadas que se realizan posteriormente a la ocurrencia de una avería. En este último caso, se trata de aquellos equipos a los que se ha decidido dejar en servicio hasta que ocurra la avería, pues esta se encuentra localizada y puede ser controlada (Malaguera, 2001; Tavares, 1999).

El análisis de averías tiene como objetivo determinar las causas que han provocado las averías, (sobre todo las averías repetitivas y aquellas con un alto costo) para adoptar medidas preventivas que las eviten.

La mejora de los resultados de mantenimiento pasa, necesariamente, por estudiar los incidentes que ocurren en la planta y aportar soluciones para que no ocurran (Benain, 1994; Torres, 1997). Si cuando se rompe una pieza simplemente se cambia por una similar, sin más, probablemente no se esté actuando sobre la causa que produjo la avería, sino tan solo sobre el síntoma. Evidentemente, si una pieza se rompe es necesario sustituirla: pero si se pretende retardar o evitar el fallo es necesario estudiar la causa y actuar sobre ella .

El mantenimiento correctivo actúa sobre el fallo, pero no siempre lo hace de la misma manera, pues en gran parte depende del nivel de criticidad del equipamiento. Atendiendo a esto se puede clasificar como:

- ✓ **De emergencia:** ocurre sobre equipos críticos. La intervención no puede diferirse en el tiempo. Es totalmente indeseable
- ✓ **De urgencia:** ocurre sobre equipos críticos o semicríticos. La intervención puede diferirse en el tiempo. No es deseable pero es soportable.
- ✓ **De oportunidad:** ocurre sobre equipos no críticos o redundantes. La intervención puede diferirse en el tiempo. Es deseable para el equipo seleccionado.

En ocasiones, en una misma avería confluyen varias causas simultáneamente, lo que complica enormemente el estudio del problema y la aportación de soluciones, pues a veces es complicado determinar cuál fue la causa principal y cuáles tuvieron una influencia menor en el desarrollo de la avería. Es importante tener en cuenta esto, pues con determinar una única causa en muchas ocasiones no se consigue evitar el problema, y hasta que no se resuelven todas las causas que la provocan no se obtienen resultados significativos.

1.2.4 El mantenimiento productivo total

El mantenimiento productivo total o Total Productive Maintenance (TPM) son un conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organizaciones que conforman procesos básicos o línea de producción, pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua (Nakajima, 1988; Ortiz Álvarez, 2000; Lezana, 1995). En este contexto el MPT asume el reto de cero fallos, cero incidentes, cero defectos para mejorar la eficacia de un proceso, permitiendo reducir costos y stocks intermedios y finales, con los que la productividad mejora. Teniendo así, como acción

principal: cuidar y explotar los sistemas y procesos básicos productivos, manteniéndolos en su “estado de referencia” y aplicando sobre ellos la mejora continua (Carvajal Brenes, 2012).

1.2.5 El mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC)

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) o Reliability Centered Maintenance (RCM), es una metodología que permite identificar los sistemas de mantenimiento óptimos para garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos de producción (Amendola, 2002; Moumbray, 1997; Mora Gutiérrez, 2009; Salguero Manosalvas, 2010; Rodríguez Machado, Borroto Pentón y Alfonso Llanes, 2012), lo que garantiza un análisis sistemático, objetivo y documentado, aplicable a cualquier tipo de instalación industrial, muy útil para el desarrollo u optimización de un plan eficiente de mantenimiento preventivo en una instalación industrial, que contribuya a la mejora de la confiabilidad de la misma y, por consiguiente, al incremento de la rentabilidad de los procesos implicados y del valor de los activos fijos.

Según Pérez Jaramillo (2004), uno de los mayores retos para las personas encargadas en temas de mantenimiento no es sólo aprender todas las técnicas existentes, sino identificar cuáles son las adecuadas para aplicar en su propia organización y cuáles no, tanto desde el punto de vista técnico como económico. Tomando una decisión correcta es posible mejorar el rendimiento de los activos y al mismo tiempo incluso reducir los costos de mantenimiento

El MCC es una forma ideal para desarrollar planes de mantenimiento en equipos complejos y para los que no existe mucha documentación al respecto, Lo anterior ahorra errores y pruebas costosas y dispendiosas tan comunes al desarrollar planes de mantenimiento. Una revisión MCC de los requerimientos de mantenimiento para cada uno de los equipos existentes y que opera en las instalaciones, permite tener una base firme para establecer políticas de trabajo, y decidir qué repuestos se deben tener en el inventario (García Garrido, 2009; Amendola, 2003).

1.2.6 Mantenimiento basado en riesgo (MBR)

Es un proceso que identifica, evalúa y realiza un mapeo de los riesgos industriales, los cuales pueden comprometer la integridad del equipo.

La aplicación del MBR reduce la probabilidad de una falla inesperada en un equipo que interviene directamente en la producción de la empresa. La estrategia del MBR tiene por objetivo reducir el riesgo general de fallas catastróficas de las instalaciones operativas. Donde existen zonas de riesgo alto y medio: concentrar un esfuerzo de mantenimiento mayor, y en zonas de bajo riesgo, el esfuerzo se reduce al mínimo para disminuir el alcance

total del trabajo y el costo del programa de mantenimiento de una manera estructurada y justificable (Mora Gutiérrez, 2012).

El MBR sugiere un conjunto de recomendaciones sobre cuántas tareas preventivas se van a realizar. El resultado de una evaluación cuantitativa del riesgo será típicamente un número, como el impacto de los costos por unidad de tiempo que puede ser utilizado para dar prioridad a una serie de elementos que han sido evaluados por los riesgos, lo que requiere una gran cantidad de datos tanto para la evaluación de probabilidades como para la evaluación de las consecuencias.

El árbol de fallas o los árboles de decisión se utilizan a menudo, para determinar la probabilidad de que una cierta secuencia de acontecimientos dará lugar a una consecuencia determinada (Torres, 2003).

La planificación de actividades de mantenimiento de equipos e instalaciones se fundamenta en la aplicación de una metodología sistemática, basada en la utilización de criterios objetivos, permitiendo identificar los componentes que más influyen en el riesgo de la instalación, sobre los cuales habrá que focalizar los esfuerzos de inspección, y definir, para cada caso, el alcance, la periodicidad y métodos óptimos para su mantenimiento (Crespo Márquez, 2004).

El análisis de riesgos permite identificar los componentes que más influyen en el riesgo de la instalación, al punto de focalizar en ellos los esfuerzos de inspección, y definir el programa óptimo de inspección, en función de su influencia en el riesgo, determinándose el alcance, la periodicidad y la técnica de mantenimiento. Su aplicación garantiza alto nivel de integridad mecánica de los equipos y reducción de los mecanismos de fallo posibles, esto se consigue tras la identificación de los equipos que poseen un mayor riesgo, a cuyo mantenimiento se destinan mayores esfuerzos y recursos.

Uno de los mayores atractivos del MBR, es que permite aumentar la seguridad de las instalaciones reduciendo los costos, tanto directos como indirectos asociados al fallo de equipos.

El objetivo final es aumentar la disponibilidad y reducir el costo para mejorar los resultados económicos de la empresa.

1.2.7 Análisis causa-raíz

El Análisis Causa-Raíz (ACR), es una herramienta utilizada para identificar las causas que originan los fallos o problemas, las cuales al ser corregidas evitarán la ocurrencia de los mismos (Amendola, 2003; Mora Gutiérrez, 2012).

Es una técnica de identificación de causas fundamentales que conducen a fallos o fallos recurrentes. Las causas identificadas son causas lógicas y su efecto relacionado, es importante mencionar que es un análisis deductivo, el cuál identifica la relación causal que conduce al sistema, equipo o componente a un fallo. Se utilizan una gran variedad de técnicas y su selección depende del tipo de problema, disponibilidad y conocimiento de las técnicas: análisis causa-efecto, árbol de fallo, diagrama espina de pescado, análisis de cambio, análisis de barreras y eventos y análisis de factores causales.

La aplicación del análisis Causa – Raíz consta de cuatro etapas básicas:

- ✓ Definición del problema.
- ✓ Ejecutar el análisis del problema (ACR).
- ✓ Identificar soluciones efectivas.
- ✓ Implementar soluciones.

Cuando ocurre un fallo ésta se percibe a través de ciertas manifestaciones o síntomas, no así la causa del fallo. Esto lleva en muchas oportunidades a actuar sobre las consecuencias y no sobre la raíz del problema, de modo que el fallo vuelve a repetirse una y otra vez.

A mayor complejidad del sistema, habrá mayor dificultad en localizar el origen o raíz del fallo. Identificar la causa raíz es fundamental pero sólo de por sí, no resuelve el problema, para ello habrá que estudiar distintas acciones correctivas.

Un análisis más profundo es mejor para ayudar a comprender los eventos y mecanismos que actuaron como raíz del problema, los cuales se pueden clasificar de la siguiente forma:

- ✓ Análisis de falla de componentes (AFC), la cual implica el estudio de las piezas dañadas.
- ✓ Investigación de Causa-Raíz (ICR), ésta herramienta incluye a la anterior, e investiga las causas físicas.
- ✓ Análisis de Causa Raíz (ACR), ésta herramienta incluye a los dos anteriores, y estudia además el error humano.

Para realizar el ACR a fondo, se debe ir más allá de los componentes físicos del fallo o raíces físicas y analizar las acciones humanas o raíces humanas que desataron la cadena causa –efecto que llevó a la causa física, lo cual implica analizar por qué hicieron eso, si debido a procedimientos incorrectos, a especificaciones equivocadas o a falta de capacitación, lo cual puede sacar a la luz raíces latentes, es decir deficiencias en el gerenciamiento, que de no corregirse, pueden hacer que el fallo se repita nuevamente.

1.2.8 Sistema alternativo de mantenimiento (SAM)

El Sistema Alternativo de Mantenimiento es un sistema para la organización, planificación y control del mantenimiento industrial que se caracteriza por integrar armónicamente más de uno de los tipos de mantenimiento conocidos, en calidad de subsistemas del mismo. Este sistema de mantenimiento se ha aplicado en Cuba con resultados muy satisfactorios, el SAM diseñado y aplicado en la industria manufacturera por (Portuondo Pichardo, Montes de Oca Oubiña y Morera Morera, 1989; De la Paz Martínez, 1996) y el Sistema Alternativo de Mantenimiento en hospitales (SAMHOS) (Borroto Pentón, 2005), además otros autores consultados en la literatura sugieren que en una misma empresa pueden existir diferentes sistemas de mantenimiento atendiendo a los grupos de equipos y al contexto operacional en que se desempeñan (Mora Gutiérrez, 2012; Tavares, 1999; Amándola, 2002; Bosco Amaris, 2006).

Estos tipos de mantenimiento, serán aplicados a los diferentes equipos individuales o grupos homogéneos de equipos en función de sus características tecnológicas y otros elementos. La filosofía del SAM integra los objetivos técnicos, organizativos y económicos del mantenimiento con los objetivos de competitividad e imagen de la empresa.

De la Paz Martínez (1996) diseñó un procedimiento para la aplicación del SAM a partir de la definición del mantenimiento, de modo que permite el cumplimiento de las metas, los objetivos y las funciones definidas.

El SAM es un sistema para la organización, planificación y control del mantenimiento industrial que se caracteriza por integrar armónicamente más de uno de los sistemas de mantenimiento conocidos como es Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP), Mantenimiento Predictivo o por Diagnóstico, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento de Línea.

En particular, el SAM propuesto para la industria gráfica en Cuba (Manual del SAM, GEMPIL, 2012) incluye:

- ✓ Mantenimiento Predictivo o por Diagnóstico
- ✓ Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).
- ✓ Mantenimiento Correctivo.
- ✓ Mantenimiento de Línea.

El mantenimiento de línea es la actividad de mantenimiento que sistemáticamente se establece en los equipos, para restablecer sus condiciones técnicas de funcionamiento tales como: ajuste, cambio de accesorios, comprobación e inspección y que puede ser ejecutada por el operario del equipo al iniciar la jornada laboral.

Este sistema presenta numerosas ventajas entre las que se destacan: que ofrece flexibilidad en su concepción y aplicación al admitir la incorporación de clasificadores criterios y experiencias en función de las circunstancias particulares del caso bajo análisis.

Otra aplicación del SAM en Cuba, es la realizada por Borroto Pentón (2005) para los hospitales en Cuba (SAMHOS), donde tiene en cuenta la elección de las variantes de mantenimiento, la clasificación de los fallos y clasificando el equipamiento.

En la clasificación del equipamiento se tuvo en cuenta las variables seguridad, calidad, utilización del equipo, afectaciones que provocan los fallos, frecuencia y tiempo empleado para corregir los fallos. Para la clasificación de los fallos se tuvo en cuenta las variables si eran de fácil o difícil detección, así como la periodicidad de la ocurrencia de los fallos, además propone la evaluación periódica del SAMHOS a través de indicadores de uso general o indicadores específicos para cada tipo de subsistema de mantenimiento propuesto.

Es importante señalar que de cierta manera el SAM se basa en el análisis de criticidad de los activos fijos. Como ha podido apreciarse hasta aquí, son muchas las denominaciones de las formas en que se pretende efectuar el mantenimiento a los activos fijos, todos expresan como hacer el mantenimiento. La mayoría de los autores consideran evidente que a nivel empresarial no se opta por un solo sistema de mantenimiento, sino que se aplican varios de ellos, de forma integrada.

Existen diferentes procedimientos para facilitar la toma de decisiones en la aplicación del mantenimiento a estos activos teniendo en cuenta variables que partan de combinar creativamente los elementos principales identificados en el marco teórico-referencial de esta investigación, permitiendo la clasificación del equipamiento con que se cuente.

1.3 Gestión del mantenimiento

Según la ISO 9000:2001, la gestión no es más que el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización. A partir de esta definición se puede entender que para desarrollar una buena gestión es preciso conocer y haber definido el objetivo u objetivos a alcanzar.

El hacer mantenimiento no implica reparar equipo roto tan pronto como se pueda sino mantener el equipo en operación a los niveles especificados. En consecuencia, buen mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente, su primera prioridad es prevenir fallas y, de ese modo reducir los riesgos de paradas imprevistas (Prando, 1996).

Uno de los principios básicos para la gestión del mantenimiento lo constituyen los activos físicos, con ellos se puede asegurar la confiabilidad, desempeño e integridad de los equipos productivos.

Los activos son todos aquellos equipos, instalaciones y recursos que intervienen en el proceso productivo o de transformación dentro de una compañía o planta. Estos activos deben estar en óptimas condiciones para cumplir con la función por la cual fueron adquiridos. Es decir, la integridad de los activos se verifica en su capacidad de cumplir con su función de una manera confiable, óptima y sin riesgos más allá de los propios de las operaciones o del proceso productivo; lo ideal es que esa integridad se mantenga a lo largo del ciclo de vida del activo y a través de todo el proceso. Para asegurarla el departamento de mantenimiento juega un papel primordial, y lo logra aplicando los fundamentos y conceptos básicos de la gestión relativa los equipos e instalaciones de que se trate (González, 2013).

La gestión del mantenimiento es responsable de armonizar los activos, minimizando los tiempos de parada y los presupuestos de mantenimiento y por esto se afirma que "...una adecuada gestión del mantenimiento en el marco de un desarrollo tecnológico creciente y de una política de personal orientada hacia la calidad, ayuda a mejorar la productividad bajo la forma de un incremento en la rentabilidad". Hoy, no solo es importante la gestión del mantenimiento, sino también la gestión de los activos fijos durante todo su ciclo de vida, o sea, la gestión de activos. No es menos cierto que en la etapa de explotación que es la que se palpa, se observa, se analiza en las empresas cubanas lo que más se hace es gestionar el mantenimiento y en ocasiones no muy eficientemente (Torres, 2005).

Es importante señalar que para establecer los requisitos en la gestión de activos dadas las exigencias de la industria productiva, minera y de servicios en cuanto a la mejora en la forma de gestionar sus activos físicos en Reino Unido, Australia y Nueva Zelandia, en 1993 nace el Institute of Asset Management (IAM), agrupando diversas empresas interesadas en compartir experiencias y mejores prácticas. En 1998 se establece para diferentes mercados e industrias la necesidad de crear las bases sólidas para el Asset Management. En el 2003 se establece el comité de Estandarización Británico (British Standard, BS) en Asset Management y en mayo de 2004 se publican las especificaciones BS PAS 55.

PAS 55 es entonces la Especificación BS Disponible al Público para la gestión optimizada de activos físicos, esta provee las definiciones claras y la especificación de 28 requerimientos para establecer y auditar un sistema de gestión integrado y optimizado a lo largo del ciclo de vida para todo tipo de activo físico. Por lo que PAS 55: 2008 está estructurada para interconectarse de manera natural con los sistemas de gestión de calidad

tales como ISO 9001 y otras plataformas ISO, además provee las definiciones claras y la especificación de 28 requerimientos para establecer y auditar un sistema de gestión integrado y optimizado a lo largo del ciclo de vida para todo tipo de activo físico (Ver figura 1.2).

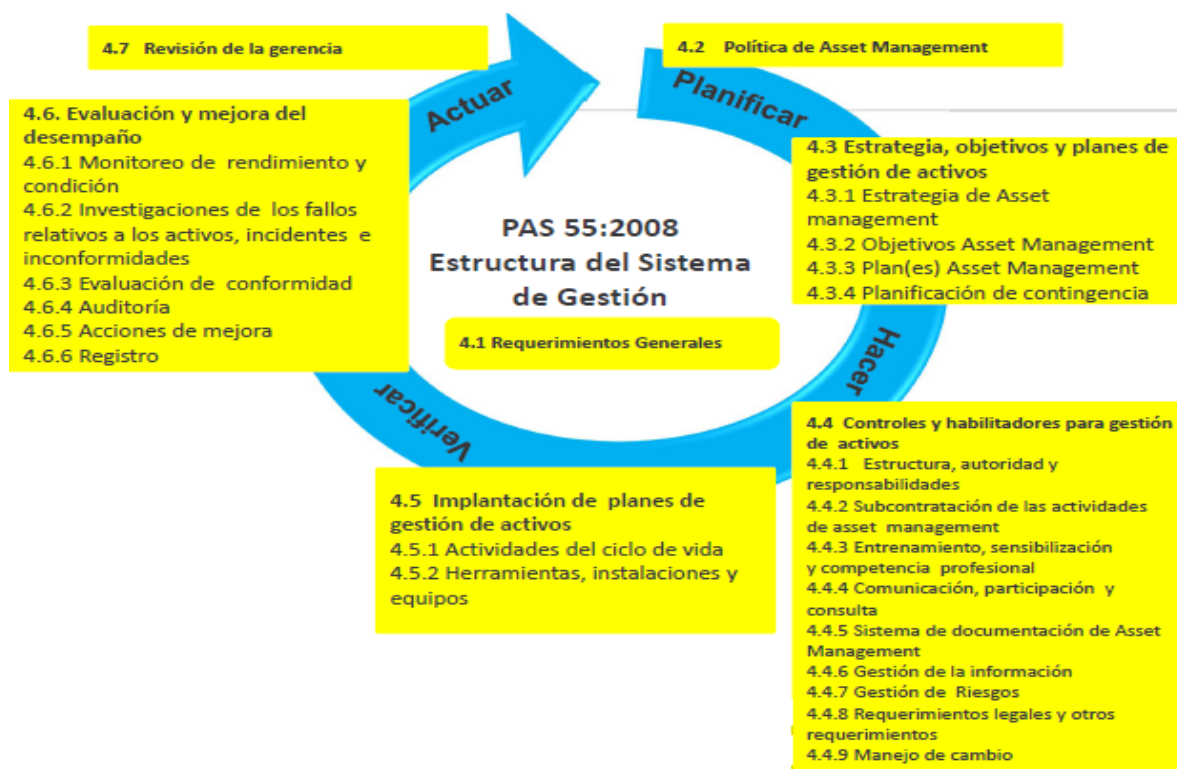


Figura 1.2. Estructura del sistema de gestión de activos. Fuente: PAS 55:2008

1.3.1 Definición de la Gestión del Mantenimiento

La gestión del mantenimiento es responsable de armonizar los activos fijos, minimizando los tiempos de parada y los costos asociados a los mismos. Es por esto, que una adecuada gestión de mantenimiento, en el marco de una filosofía del personal orientada hacia la calidad, ayuda a incrementar la productividad, por lo que es de vital importancia el estudio de los aspectos que pueden afectarla.

La gestión de mantenimiento es el cumplimiento de un conjunto de funciones: la planificación, la organización, la ejecución y el control. (Borroto Pentón, De la Paz Martínez y Alfonso Llanes, 2013). Por lo que la gestión de mantenimiento puede ser definida como: el proceso de planificación, organización, ejecución y control en las tareas relacionadas con el mantenimiento, buscando la forma de retroalimentar el ciclo para en la medida de lo posible mejorar la gestión, logrando un alto índice de calidad de los productos y/o servicios y una mayor disponibilidad de los activos físicos.

La gestión de mantenimiento debe estar regulada conforme al presupuesto anual asignado y a los costos, de la misma forma que proceden todas las demás áreas de una empresa, por lo que "...este servicio desarrolla una función económica a través de una serie de **actividades técnicas** propias de sus responsabilidades dentro de la organización" (Tavares, 1999; Pauro, 2008; Mora Gutiérrez, 2012 y Torres, 2005).

Recientes análisis sobre la efectividad de la gestión del mantenimiento indican que un tercio de todos los costos de mantenimiento se debe a una gestión deficiente. (Al-najjar, 2011).

1.3.2 Funciones de la Gestión del mantenimiento

La gestión de mantenimiento abarca el cumplimiento de un conjunto de funciones: la planificación, la organización, la ejecución y el control (Figura 1.3).



Figura 1.3. Ciclo Deming de mantenimiento. Fuente: referenciado en Borroto Pentón (2012)

La **planificación**, en general, puede considerarse como un sistema de tratamiento de la información, ya que a partir de ciertas entradas, pretende tener una visión del futuro, reflejando a este como una salida en forma de plan (Rodríguez Machado, Borroto Pentón y Alfonso Yanes, 2012; Sánchez Sánchez, 1999; Tavares, 1999 y Torres, 2005).

Se denomina planificación del mantenimiento al conjunto de actividades que a partir de las necesidades de mantenimiento, definen el curso de acción y las oportunidades más apropiadas para satisfacerlas, identificando los recursos necesarios y definiendo los medios para asegurar su oportuna disponibilidad. En ella se le debe dar respuesta a la pregunta: ¿qué hacer? Deben ser cubiertos por la planificación los aspectos siguientes:

- ✓ Planes de mantenimiento.
- ✓ Manejo de repuestos y partes.

-
- ✓ Recursos Humanos.
 - ✓ Manejo de contratistas.
 - ✓ Recursos físicos.
 - ✓ Recursos financieros.

La organización identifica las actividades básicas u orgánicas que se deben ejecutar y organiza todo el trabajo en torno a ellas. Esta, por lo general, consiste en la programación de todas las actividades tendientes a optimizar la ejecución de un conjunto de tareas en un período generalmente establecido, distribuyendo frente a las necesidades derivadas de la carga de trabajo programable, los recursos con la finalidad de optimizarlos.

La organización debe dar respuesta a las preguntas: ¿cómo hacerlo? y ¿cuándo hacerlo?

Para ello se vale de dos fases:

- ✓ La fase organizativa donde se determina la estructura de trabajo, las funciones dentro de esta, las relaciones externas e internas, los procedimientos para el flujo y registro de información y documentación;
- ✓ La fase preparatoria donde se define la preparación de los recursos (materiales y humanos), la documentación y las instalaciones.

La ejecución del mantenimiento puede realizarse por medios propios, por contratación de los trabajos a terceros o, como es bastante común, contratar una parte y el resto ejecutarlo por medios propios, combinación conocida como mixta. La tendencia generalmente es a las organizaciones de tipo mixto, descentralizadas por sectores. En ella se le debe dar respuesta a las preguntas: ¿con qué hacerlo? y ¿con quién hacerlo?

Para ejecutar el mantenimiento por medios propios, la empresa debe disponer de personal calificado y de los recursos materiales que se necesitan para desarrollar las labores. Se emplea cuando el volumen de trabajo de mantenimiento asegura una adecuada utilización de personal calificado y de los recursos materiales.

La contratación con terceros (outsourcing), implica encargar a una organización especializada mediante contrato, la ejecución de determinados trabajos para los cuales la empresa necesitada no se encuentra apta (Alfonso Llanes, 2008).

El motivo esencial de la contratación lo constituye el que, a través de ella, puede cumplirse con mayor eficacia el objetivo del mantenimiento con un grado de garantía mayor en muchos casos, que usando medios propios (Corretger Rauet, 2001).

Desde 1992, Pérez Jaramillo planteaba que el control es el conjunto de actividades tendientes a verificar el desempeño correcto de la preparación, de su realización correcta, el

control funcional y la información al sistema; posteriores a la ejecución. La evaluación y control del mantenimiento está orientada a determinar cómo marchan las cosas y por qué marchan, a fin de que permita tomar decisiones.

Se coincide con Larralde Ledo (1994) en que existen diversas formas de evaluar la gestión de mantenimiento aunque todas ellas pueden resumirse en dos grandes grupos:

- ✓ Valoración del desarrollo mediante control directo, principalmente a través de auditorías.
- ✓ Medición de resultados a partir del cálculo y análisis de indicadores de mantenimiento.

1.3.3 Auditoría del mantenimiento

Según Fabrés Díaz (1991), auditar en mantenimiento es mejorar la competitividad de las empresas, es decir saber exactamente dónde se está. Con una auditoría se descubre una situación y se detectan las áreas que presentan problemas, se puede intentar mejorar estas áreas por medios propios o mediante la contratación del mantenimiento. Este autor plantea que una auditoría no da soluciones, dice cómo se está, dónde se está y dónde se debería estar, pero no dice cómo se puede llegar. Esa es otra fase, y muy compleja, por lo que depende de cada entidad lograr el mejoramiento continuo de la gestión del mantenimiento; una auditoría es clave para el área de mantenimiento de cualquier entidad

La auditoría es un proceso sistemático para obtener y evaluar de manera objetiva las evidencias relacionadas con informes sobre actividades económicas y otros acontecimientos relacionados. El fin del proceso consiste en determinar el grado de correspondencia del contenido informativo con las evidencias que dieron origen, así como determinar si dichos informes se han elaborado observando principios establecidos para el caso.

La auditoría de mantenimiento es la evaluación, análisis y la valoración objetiva, periódica y sistemática de las funciones, características esenciales del servicio, para comprobar la corrección del sistema de gestión de mantenimiento empleado y su evolución en el tiempo, ya que cuánto mejor aplicadas sean, se corregirán en mayor grado los problemas que se detecten, facilitando la consecución de sus objetivos (Corretger Rauet, 1996).

De forma general toda auditoría consta de:

- ✓ Planificación.
- ✓ Realización de la auditoría según procedimiento y plan definido.
- ✓ Evaluación de los resultados

- ✓ Redacción de informe y propuesta de medidas correctoras, si se considera necesario, con expresión de su grado de urgencia.
- ✓ Seguimiento de las acciones correctivas, preventivas y/o de mejora.

El Sistema Nacional de Auditoría en Cuba, elaboró las Normas Cubanas de Auditoría 1109 (2012), que establecen cómo debe regularse metodológicamente el proceso de auditoría en todas sus fases, precisan objetivos tales como definir las condiciones del área donde se desarrolla la actividad para fortalecer la disciplina y fomentar la integridad de los trabajadores, los principios que reflejan la total independencia entre el equipo auditor y la tarea a evaluar para que basen sus conclusiones únicamente en la evidencia obtenida y por último, la importancia de controlar la calidad de la auditoría para contribuir al desarrollo económico, político y social del país. Estas normas plantean que los objetivos de la auditoría son establecidos por el auditor para calificar el estado del Sistema de Control Interno y evaluar la efectividad de las medidas de prevención. En ellas no se hace referencia a la auditoría de la gestión del mantenimiento.

Es importante señalar que las auditorías pueden clasificarse a partir de diferentes aspectos en interna o externa, en dependencia de quién la realice (Zancolich, 2000; Tavares, 2003 y Espinosa Fuentes, 2005); sistemáticas, periódicas o eventuales, según su frecuencia; máximas o detalladas, por pruebas, especiales o de investigación, según su extensión; y estratégicas, operacionales o tecnológicas, en dependencia de su alcance (Borroto Pentón, 2005).

La auditoría de mantenimiento permite detectar los puntos fuertes y débiles de una organización respecto a la gestión de mantenimiento y evaluar dicha gestión, aspecto este último no explícitamente tratado en la bibliografía consultada; la auditoría de mantenimiento debe constituir un paso previo a cualquier proceso de reorganización que se pretenda enfrentar en una entidad. Las posibles áreas y funciones a auditar deben ser definidas y analizadas por un equipo de trabajo conformado por el cliente de la auditoría, el auditado y el equipo auditor (Borroto Pentón, De la Paz Martínez y Marrero Delgado, 2003a, 2004).

En una auditoría de mantenimiento es importante realizar el diagnóstico del estado actual de la gestión del mantenimiento en la empresa objeto de estudio; ante cualquier proceso de reorganización que se en una empresa es fundamental tanto si se quiere invertir en la misma, como si se pretende evaluar los efectos de la mejora para volverla más competitiva y detectar los puntos críticos de la organización.

El diagnóstico se debe realizar a través de una metodología que permite conocer el estatus de cada área, identificando sus puntos débiles y permitiendo tomar acciones correctivas,

comenzando por la caracterización y familiarización con la organización. Para la realización de un diagnóstico de mantenimiento existen diferentes procedimientos uno de ellos es el diseñado por Borroto Pentón (2005) en su tesis doctoral que considera la realización de un diagnóstico de servicio de mantenimiento y un diagnóstico de recursos. Borroto Pentón, De la Paz Martínez y Alfonso Llanes (2013) proponen auditar la gestión del mantenimiento y plantean diagnosticar las áreas: Administración del mantenimiento, Servicio de terceros, Personal de mantenimiento, Gestión de piezas de repuesto, Evaluación y control, Infraestructura y medios técnicos, Seguridad, Medio ambiente y Aseguramiento de la calidad. Posteriormente Pérez Hernández y Borroto Pentón (2013) realizan mejoras al procedimiento antes mencionado teniendo en cuenta las mejores prácticas de Carvajal Brenes (2003).

Para la recopilación de la información necesaria en el diagnóstico existen diferentes vías como son examen documental, entrevistas, encuestas, observación directa. (Christensen, 2006; Rojas Álvarez, 2011; Borroto Pentón, 2005; Moubray, 2004).

Según (Pérez Hernández, Borroto Pentón y Rodríguez Machado, 2013; Martínez San Román, Borroto Pentón, 2013), en Cuba a partir del 2005 ha resultado un logro significativo para el área de mantenimiento el mejoramiento del procedimiento diseñado por Borroto Pentón (2005), ya que mediante su aplicación se ha podido evaluar la gestión del mantenimiento en diversas empresas del territorio central.

En el año 2013 se realiza un diagnóstico a 91 empresas del MINDUS a través del procedimiento de Acosta Palmer (2013), con el objetivo de implementar los lineamientos 117 y 220 del VI Congreso PCC, dirigidos a priorizar el mantenimiento industrial y a conocer los problemas que existen en la industria en Cuba para actuar sobre ellos.

1.3.4 Indicadores de mantenimiento

La Gestión del Mantenimiento está estrechamente ligada al control y análisis de indicadores o índices que brindan información respecto al desempeño de un elemento crítico identificado previamente (Tavares, 1999).

Según Rodríguez Machado, Borroto Pentón y Alfonso Llanes (2012) el término indicadores se define como: parámetros que contienen información importante, que a partir de datos definidos con anterioridad conforman el criterio para la toma de decisiones de los individuos que intervienen en el proceso, existiendo un balance previo entre ellos, que permita valorar la decisión desde diferentes enfoques y los dividen en cinco grupos (efectividad, rendimiento, costos, fiabilidad y seguridad).

El manejo de indicadores como control sobre la gestión de mantenimiento constituye una forma muy eficaz para comprender su desarrollo, lo que permite realizar acciones comparativas entre estados anteriores y/o estados deseados.

Lourival Tavares, en su libro *Administración moderna del mantenimiento* (Tavares, 1999) refiere seis indicadores de clase mundial, cuatro de ellos se refieren al análisis de gestión de equipamiento y los demás se refieren a la gestión de costos.

Aunque pueda parecer obvio, es conveniente señalar que si la empresa decide contratar su mantenimiento o parte de este a terceros, deberá utilizar indicadores de control sobre estos trabajos, que por lo general estarán referidos al cumplimiento de los plazos establecidos, a la calidad de los trabajos ejecutados y a sus costos.

Se han utilizado índices como el de disponibilidad del equipamiento y el valor de las pérdidas de producción imputables a mantenimiento como métricas para la toma de decisiones en el proceso de mejora continua pero también se han utilizado otros índices que ayuden a encontrar las causas de las desviaciones anormales respecto a los objetivos y metas establecidos.

Diversos autores se han referido a los indicadores de mantenimiento desde el punto de vista de la confiabilidad (Mosquera Castellanos y Simms, 1987; Roman y Simas, 1990; McGregor, 1990; Boznak, 1990; Creus i Solé, 1991; Pérez Jaramillo, 1992; Granela Martín, De la Paz Martínez y Muñoz, 1994; Nachlas, 1995; Rosa Domínguez, 1996; De la Paz Martínez, 1998; Martorell Alsina, 2000; Quevedo Lora, Nácer Colmenero y Pérez Sánchez, 2001; Amendola, 2003).

Según (Tavares, 1999; Hernández Cruz y Navarrete Pérez, 2001 y Gento y Redondo, 2005), referenciados en Alfonso Llanes (2009), las características fundamentales que deben cumplir los indicadores, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar con el mantenimiento industrial, son las siguientes:

- ✓ Pocos, pero suficientes
- ✓ Claros de entender y calculables
- ✓ Útiles para conocer el rumbo del negocio y las causas de las desviaciones

Borroto Pentón, De la Paz Martínez y Marrero Delgado (2005) plantean que numerosos autores se han referido al tema de los indicadores de mantenimiento y proponen índices generales y particulares en dependencia del objeto de control.

Según Larralde Ledo (1994), referenciado en Borroto Pentón (2005), clasifica los índices de mantenimiento en dos grandes grupos: indicadores del comportamiento de mantenimiento

(ICM) e indicadores de estado técnico de los equipos y sistemas (IET). Por su parte Duffuao, Raouf y Dixon Campbell (2002) clasifican los índices en dos categorías, los económicos (de costos) y los de tipo técnico; sin embargo, muchas de las entidades cubanas no utilizan indicadores para evaluar la gestión de su mantenimiento y las que lo hacen se basan fundamentalmente en índices de costo y de disponibilidad) Alfonso Llanes et al., 2008).

Uno de los principales documentos sobre el tema de indicadores de mantenimiento es el presentado por Tavares (1999), enriquecido luego de conjunto con Calixto y Poydo (Tavares et al., 2005), donde plantean una serie de indicadores que son divididos en cuatro grupos fundamentales. El primer grupo y más importante es el de los llamados “índices de clase mundial”, nombrados de esta forma por emplearse mundialmente con las mismas siglas y coincidir varios autores como Gusmão (2001); Sotuyo Blanco (2001); Rodríguez (2003) con su definición y su grado de importancia en las empresas. Otro grupo de indicadores lo constituyen los relativos a los “costos de mantenimiento”, sobre los cuales abordan también Gusmão (2001); Rodríguez (2003) y Torres (2005). El tercer grupo es el relativo a “la gestión de equipos” y el cuarto el de los llamados “índices de gestión de mano de obra”.

En investigaciones realizadas por (Alfonso Llanes et al., 2006a; Alfonso Llanes et al., 2006c; Alfonso Llanes et al., 2006e; Alfonso Llanes et al., 2008j) en empresas productivas del territorio central de Cuba se ha concluido que es importante, para el trabajo con los indicadores, tener presente los errores o defectos más usuales en los que se suele incurrir, entre ellos están:

- ✓ Inadecuada selección de los índices, excesivos en número y no jerarquizados.
- ✓ Insuficiente y confusa definición que provoca diferentes interpretaciones y/o cálculos.
- ✓ Escasa o nula identificación de la relación existente entre el índice y los factores críticos.
- ✓ Inadecuación en los sistemas de captación de datos para la determinación de los índices, cálculos erróneos y/u obtenidos con retraso, con lo cual se pierde la aptitud y rapidez de acción.
- ✓ Falta de establecimiento de valores objetivos y dificultades en obtener la información adecuada.
- ✓ Carencia de controles sistemático

Existe un listado de índices destinados al gestor de mantenimiento, entre ellos tenemos:

-
- a) Costo de mantenimiento.
 - b) Costo del personal de mantenimiento.
 - c) Costo de materiales.
 - d) Valor del surtido promedio.
 - e) Valor acumulado de repuestos utilizados en doce meses.
 - f) Efectivo de mantenimiento.
 - g) Número de horas de averías de los equipos de producción.
 - h) Número de horas teóricamente disponibles por año.
 - i) Disponibilidad.
 - j) Confiabilidad.
 - k) Utilización.
 - l) Frecuencia de fallos.
 - m) Tasa de gravedad de los fallos.
 - n) Índice de frecuencia bruta.
 - o) Índice de frecuencia neta

Estos indicadores servirán al responsable como señales que le permitan tomar decisiones rápidas o hacer análisis complementarios en el caso de que se constate una anomalía o de una evolución hacia una situación intolerable (Crespo Márquez, 2004).

1.4 Análisis de criticidad del equipamiento

Un aspecto importante para el diseño de un sistema de mantenimiento es el análisis de criticidad que consiste en una metodología con la cual es posible jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos en función de su impacto global, basada en la realidad actual con el fin facilitar la toma de decisiones acertadas y efectivas, dirigiendo los esfuerzos y recursos en áreas donde sea más importante.

El análisis de criticidad sirve para crear una jerarquía que nos facilite la toma de decisiones acerca de sobre que elementos se debe actuar con mayor prontitud, sobre los cuales se deberán dirigir los recursos y esfuerzos de nuestra organización con el fin de ser mas competitivos (Seifeddine, 2003).

El análisis de criticidad de los activos fijos constituye una herramienta para valorar el funcionamiento de estos y guía los recursos de la organización destinados a la función del mantenimiento hacia los activos que tienen un mayor índice o nivel de criticidad. Este análisis permite definir el tipo de mantenimiento a aplicar, la periodicidad de las actividades de mantenimiento, etcétera, además, predetermina cursos de acción para posibles escenarios surgidos a partir de un fallo.

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, al crear una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, que dirige el esfuerzo y los recursos hacia las áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional. La clasificación de un componente como “crítico” supondrá la exigencia de establecer alguna tarea eficiente de mantenimiento preventivo que permita atajar sus posibles causas de fallo (Moubray, 1995; Seifeddine, 2000).

La forma más generalmente utilizada para realizar la jerarquización de los elementos dentro de un sistema productivo o de servicios, es el empleo de un grupo de factores, criterios o variables que caractericen su contexto operacional y valoren las consecuencias que sobre cada una de ellas genera el modo de fallo que se presente. Existen un grupo de criterios que son comunes a la mayoría de las propuestas, dígame: seguridad, impacto ambiental, costo de reparación, pérdida de producción y tiempo de reparación.

Luego de realizar un análisis de criticidad se obtiene una lista ponderada donde aparece todo el universo analizado, ordenados desde el más crítico hasta el menos crítico, pudiendo ser diferenciadas tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Identificadas estas zonas, se diseña entonces una estrategia, para realizar proyectos y estudios que mejoren el desempeño de la organización (Huerta Mendoza, 2006).

Matemáticamente el índice de criticidad es expresado como sigue:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia} \quad (1.1)$$

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallos que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida a: impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y el impacto en seguridad y medio ambiente.

El análisis de criticidad puede realizarse atendiendo a diferentes criterios o variables permitiendo la clasificación del equipamiento con que se cuenta.

El método clásico de evaluación de la criticidad de los componentes de un sistema consiste en la determinación, en primer lugar, de las funciones que debe realizar el sistema considerado dentro del conjunto de la instalación, así como de sus fallos funcionales asociados.

Para cada uno de estos fallos funcionales, se identificarán aquellos componentes cuyo fallo da lugar al fallo funcional en estudio, provocando efectos negativos en la instalación. A estos componentes se les clasifica como “componentes críticos”.

Según Borroto Pentón (2005), existen varios procedimientos de análisis de criticidad de los equipos que se pueden integrar para llevar a cabo la selección del sistema de mantenimiento que se va a utilizar en correspondencia con las características de los mismos, una de ellas toma en consideración la clasificación de los equipos:

Una de estos propone clasificar los equipos en clase A, B o C atendiendo a los niveles que ocupe el equipo en cada una de las variables que se relacionan a continuación y a la clasificación de los fallo (Seguridad, Calidad, Utilización, Afectaciones, Frecuencia, tiempo).

Por orden de importancia en A, B, C o D (según la suma de puntos como resultado de la evaluación de factores tales como: cantidad de producción, calidad, costo, seguridad, etcétera) (González Danger y Echevarría Pierre, 2002).

En equipos fundamentales o no fundamentales en la producción. (MINBAS, 1986).

En equipos de máxima categoría (categoría A) hasta ir descendiendo a la categoría "D" en función de la incidencia que tenga la consecución de un índice de productividad alto (Ochoa Crespo, 1994).

Equipamiento de soporte directo a la vida, equipamiento con sustitución periódica y obligatoria de piezas, equipamiento que ofrece altos niveles de energía, equipamiento con intervalo de mantenimiento normalizado. (Vinicius Lucatelli y García Ojeda, 1995).

En grupos: I, II y III si son muy importantes o fundamentales, normales o convencionales y auxiliares, respectivamente (De la Paz Martínez, 1996).

Para la industria alimentaria Rojas Álvarez, Borroto Pentón (2011), hacen una valoración atendiendo a las exigencias de la misma, donde tiene gran peso las variables producción, calidad, rendimiento, seguridad y medio ambiente, donde la clasificación del equipo se corresponderá con la categoría más alta que haya alcanzado el valorar las cinco variables en criticidad I, II, III, IV.

Por su parte Christensen (2006) clasifica según las variables seguridad y medio ambiente, calidad y productividad, oportunidad de producción, tasa de ocupación, frecuencia de paradas y mantenibilidad en alta(A), media(B) y baja (C).

Dada las características del equipamiento instalado en cada lugar es que se va a definir la clasificación a utilizar para posteriormente definir el sistema de mantenimiento por el cual van a ser atendidos los equipos o grupos de equipos.

De los procedimientos antes mencionados el que más se adapta a las condiciones del equipamiento de la Empresa Gráfica es el de De la Paz Martínez (1996), al cuál se le realizarán las adecuaciones que sean pertinentes.

De la Paz Martínez (1996) propone clasificar los equipos en grupos: I, II y III si son muy importantes o fundamentales, normales o convencionales y auxiliares, respectivamente, constituyendo esto una fase del SAM por ella propuesto.

A criterio de la autora de la investigación:

- ✓ Al análisis de criticidad de los activos físicos se le confiere gran importancia en las organizaciones porque permite mantener clasificado los activos físicos dependiendo de su importancia para lograr los objetivos.
- ✓ El análisis de criticidad tiene cualidades multicriteriales ya que depende de un grupo de variables para emitir un resultado.
- ✓ A partir de un método se para determinar la criticidad se puede definir el tipo de mantenimiento a aplicar para cada activo físico.
- ✓ El análisis de criticidad puede no ser efectivo cuando se trate de equipos con dependencias entre ellos, ya que varios equipos con criticidad baja pudieran conformar un conjunto que defina el funcionamiento de la organización en caso de fallos múltiples.

Moubray (2004) en el RCM plantea la asignación de políticas de mantenimiento atendiendo a los requerimientos para cada uno de los equipos existentes y a la consecuencia del fallo, lo que permite tener una base firme para establecer políticas de trabajo, y decidir qué repuestos se deben tener en el inventario.

Finalmente, el proceso RCM 2 busca identificar una apropiada política del manejo de fallas para tratar cada modo de falla a la luz de sus consecuencias y características técnicas.

1.5 Mantenimiento en la industria en Cuba

En Cuba, antes de 1959 y con la excepción de determinadas industrias, no existía una cultura de mantenimiento, y no fue sino hasta 1961 cuando comenzó a promoverse el respeto hacia esta actividad, a partir de la introducción del Mantenimiento Preventivo Planificado en el otrora Ministerio de Industrias, con la colaboración de algunos especialistas extranjeros amigos de Cuba.

1.5.1 Breve reseña del mantenimiento industrial en Cuba

Al analizar las actividades realizadas en función del desarrollo del mantenimiento en Cuba se puede asegurar que se ha producido un avance paulatino, no obstante se debe señalar que se está lejos aún de lograr que las empresas adquieran una cultura fortificada y con basamentos sólidos respecto a la Gestión del Mantenimiento.

En 1975, el Centro de Servicio Técnico Automotriz (CESETA), publicó el Manual de mantenimiento y reparación de equipos industriales. El objetivo de este manual era guiar la aplicación del mantenimiento preventivo planificado en plantas y talleres, principalmente de la industria mecánica y en 1976 se promulgó la Ley No. 1323, Ley de Organización de la Administración Central del Estado, que estableció, en su artículo 81, inciso ch, "...la elaboración de Normas de mantenimiento y explotación para las máquinas-herramienta del país."

En el II Congreso del Partido Comunista de Cuba (1981, p. 78), se estableció, como un lineamiento para el desarrollo de la industria: "Ejecutar una política sistemática de mantenimiento y reparaciones generales que permitan garantizar o restituir las capacidades potenciales a las unidades..." y, a partir de la política trazada en el país en relación con el mantenimiento, la mayoría de las empresas cubanas asumieron el Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado, conocido por las siglas MPP, adaptándolo a sus características.

En el Informe Central al III Congreso del Partido (1986), se hizo un análisis crítico de la calidad del mantenimiento y las reparaciones a partir del cual se planteó, como lineamiento de trabajo para el quinquenio 1986-1990: "Reducir la influencia negativa que ejercen en el aprovechamiento de las capacidades instaladas (...) las roturas de los equipos tecnológicos y la reducción del rendimiento de los fondos básicos por mantenimiento insuficiente u operación inadecuada."

En el mes de octubre de 1987 cobró vigencia la Norma Cubana (NC 92-44: 86) que establece los términos y definiciones fundamentales y de uso más común en la realización del mantenimiento y la reparación de los artículos industriales. Esta norma concordaba con una norma CAME análoga de 1985 (SE-CAME 5151) y tenía como base las normas cubanas del Sistema Único de Documentación de Proyectos de 1978 y la norma internacional ISO 4092 (1984) expresando que el mantenimiento es "...el conjunto de operaciones u operación que se realiza a un artículo para restablecer su estado de capacidad de trabajo o su buen estado durante su utilización, su destino, estacionamiento, almacenamiento y transportación."

En el Programa del Partido (1987), dentro de los objetivos de la política económica a partir del III Congreso, se señala: "Se deberá priorizar la política de mantenimiento y reparación periódica de los equipos, edificios e instalaciones, por su decisiva influencia en el ahorro de recursos para las inversiones, así como en el funcionamiento ininterrumpido del proceso productivo y en la reducción de las normas de consumo de energía y materiales."

En general, puede apreciarse que ha existido una atención y un reconocimiento a la importancia de la actividad de mantenimiento en el país y que no ha cambiado la política económica respecto a mantenimiento en los últimos años, mas bien se ha matizado, y esto puede ser interpretado de la Resolución sobre el desarrollo económico del país (1991), posterior al IV Congreso del Partido.

En 1996 se realiza otro avance en la actividad del mantenimiento en Cuba. Este avance está dado por la propuesta realizada por De la Paz Martínez (1996), quien, a partir de la versión cubana del Sistema Alterno de Mantenimiento, introducido en la industria mecánica cubana por Portuondo Pichardo (1989), desarrolla este con la denominación de Sistema Alternativo de Mantenimiento, manteniendo sus siglas (SAM).

Más tarde en el año 1999, se empieza a enfocar el mantenimiento desde un punto de vista más gerencial o de gestión Sánchez Sánchez (1999), realiza una contribución al Sistema de Gestión del Mantenimiento en empresas productoras de azúcar crudo con lo que se pretende mejorar la gestión de los activos físicos en el Ministerio de la Industria Azucarera.

En el año 2001 se realiza otro aporte a la Gestión del Mantenimiento, esta vez desde una óptica poco tratada pero verdaderamente importante, la planificación de los Recursos Humanos en el SAM (Aguilera Martínez, 2001). Esta fue aplicada en empresas textiles del Ministerio de la Industria Ligera.

En el 2005 se produjo otro avance notable en la Gestión del Mantenimiento, al ser desarrollado e implementado un procedimiento para la realización de la auditoría de Mantenimiento en el Ministerio de Salud Pública específicamente en hospitales de la provincia de Villa Clara Borroto Pentón (2005). Además, como resultado de las auditorías aplicadas, se propuso un sistema de mantenimiento especialmente diseñado para hospitales, denominado Sistema Alternativo de Mantenimiento en Hospitales (SAMHOS).

Alfonso Llanes (2009) propuso un procedimiento para administrar el proceso de tercerización del mantenimiento, cuya aplicación se realizó en empresas del Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL), del Ministerio del Turismo (MINTUR) y del Ministerio de la Industria Ligera (MINIL), proveyendo al sistema empresarial de una herramienta efectiva para la administración de los procesos de externalización de actividades y funciones de mantenimiento.

Por su parte, Torres Rodríguez (2010) desarrolló un enfoque de Gestión del Mantenimiento o Servicios Técnicos en el MINTUR aplicado a los Hoteles de sol y playa que considera la “dimensión ambiental”.

La investigación desarrollada en esta Tesis de Maestría constituye un paso importante en el desarrollo de la Gestión del Mantenimiento a través de la aplicación del SAM en la Empresa Gráfica de Villa Clara, ya que propone un procedimiento que incluye un conjunto de herramientas para la selección del mantenimiento a aplicar en cada equipo o grupo de equipos instalados.

A partir del VI Congreso del PCC en Mayo del 2011 se ponen en vigor los lineamientos que regirán la política económica y social del país, donde se trata el mantenimiento en 16 de ellos, manifestando que constituirán la primera prioridad las actividades de mantenimiento tecnológico y constructivo en todas las esferas de la economía, así como priorizar la reactivación del mantenimiento industrial, incluyendo la producción y recuperación de partes, piezas de repuesto y herramientas, entre otros.

En el año 2013, con el objetivo de implementar los lineamientos 117 y 220 del VI Congreso PCC, dirigidos a priorizar el mantenimiento industrial, se decide elaborar la política, para lo cual fue designado el MINDUS, para ello se creó un grupo de trabajo temporal constituido por representantes de los organismos que tienen incidencia, en esta actividad y que comenzaron a hacer el diagnóstico en 91 entidades seleccionadas según el procedimiento de Acosta Palmer (2013). El alcance del diagnóstico incluyó la gestión del mantenimiento y el estado técnico de las maquinas, equipos e instalaciones industriales. Tuvieron en cuenta las principales deficiencias que existen en el estado técnico de los equipos, tanto mecánicos como eléctricos, en las condiciones socio ambiental de las instalaciones, en la lubricación, la organización y limpieza de las instalaciones. Algunos de los principales problemas arrojados son:

- ✓ Alto nivel de desajustes mecánicos por desgaste lógico de explotación durante muchos años sin un adecuado mantenimiento.
- ✓ Falta de rigor en los trabajos de reparación y mantenimiento.
- ✓ Equipos trabajando sin el nivel de lubricantes indicado en sus visores y copillas sin lubricar.
- ✓ Insuficientes instrumentos de medición o que no están verificados.
- ✓ Instalaciones eléctricas que no cumplen con los requerimientos técnicos requeridos.
- ✓ Deficiente mantenimiento a las pizarras eléctricas.
- ✓ Equipos sin conectar a tierra.
- ✓ Instrumentos que faltan o que están sin verificar.
- ✓ Insuficiente chequeo del aislamiento de los motores eléctricos y de sus sistemas de ventilación.
- ✓ Deficientes sistemas de iluminación.

-
- ✓ Falta de diagramas eléctricos de equipos y de redes
 - ✓ No existen planes de mantenimiento constructivos, o existen y no se llevan a cabo por falta de presupuesto.
 - ✓ Deficiente estado técnico de las instalaciones constructivas, techos, paredes, pisos, calles, aceras, cerca perimetral, etc.
 - ✓ Puertas, ventanas, cristales en mal estado.
 - ✓ Falta de rigor en la aplicación de la lubricación.
 - ✓ Faltan estudios de lubricación, no están desactualizado, o no están los lubricantes recomendados.
 - ✓ No hay local de lubricantes en la mayoría de los casos, y en el caso que existe están en mal estado.
 - ✓ Los tanques no están montados en burros o con bombas para su correcta manipulación.
 - ✓ Los recipientes que existen para lubricar no están aforados, ni hay uno para cada tipo de lubricante.
 - ✓ La aplicación de la lubricación no se controla por tarjetas.
 - ✓ De forma general no hay una cultura de organización y limpieza en la mayoría de las organizaciones.
 - ✓ Los directivos no exigen que se limpie al final de cada jornada de trabajo.
 - ✓ La recogida de los desechos no es sistemática.

El alcance del diagnóstico incluyó la gestión del mantenimiento y el estado técnico de las máquinas, equipos e instalaciones industriales. También se realizó un levantamiento que caracteriza el mantenimiento.

Se trabaja en el reordenamiento de los talleres de reparación y en potenciar la fabricación y recuperación de piezas de repuesto.

1.5.2 Características del mantenimiento en la industria gráfica en Cuba

El siglo XVIII marca en Cuba un período de varios acontecimientos importantes sobre todo en relación al plano editorial y a la enseñanza. La imprenta llegó a Cuba hacia 1720 y La Habana fue la séptima ciudad de la América española que tuvo imprenta.

En el territorio de Las Villas alrededor del año 1930 se instaló una máquina de fabricación norteamericana (Walter Scout) en los bajos del lugar que ocupa la redacción del periódico Vanguardia, para imprimir publicaciones propias del territorio, que se mantuvo al triunfo de la revolución cubana. Hasta el año 1994 estuvo instalada en este lugar, y llegó a tener publicación diaria, así como la impresión del suplemento humorístico Melaito.

Con el triunfo de la Revolución se produjo la nacionalización de las fábricas. Se produce entonces una caída en la eficiencia industrial, por falta de piezas de repuesto fundamentalmente, ya que los equipos eran en su mayoría de procedencia norteamericana. Comenzaron entonces los esfuerzos del Estado a favor de la industrialización.

En el año 1986 se decide por la máxima dirección del país la construcción de un poligráfico que diera servicios de impresión al territorio central de Cuba, comenzando el montaje de tres máquinas rotativas modelo Rondoset Petit RO-96, que trabajan con altas velocidades, así como de otros equipos que permitiera materializar la idea.

La maquinaria es de fabricación alemana, del extinto campo socialista, lo que hace más difícil la adquisición de las piezas de repuesto para materializar los mantenimientos tanto programados como por averías.

Los principales trabajos de mantenimiento que se ejecutan en estos equipos son: la reparación pequeña, también llamada profiláctica y que incluye la limpieza, la lubricación, la revisión del estado de las transmisiones y algunas reparaciones sencillas que se realizan con el presupuesto de producción y las reparaciones medias, ya que la compra de los repuestos se hace cada vez más difícil para la ejecución de una reparación capital o general

Hasta el año 2011 en las empresas gráficas como en muchas otras del Ministerio de la Industria Ligera se aplicó el sistema de mantenimiento preventivo planificado (MPP) en forma más o menos estable, reglamentado este en el Manual General de Procedimientos y cuyo Tomo I (sección A) está dedicado específicamente al mantenimiento industrial y al sistema de evaluación del mismo.

Puede afirmarse que casi todas las piezas requeridas actualmente para las reparaciones son deficitarias y casi en su totalidad del área de moneda libremente convertible, que debido al envejecimiento de la tecnología instalada y a la caída del campo socialista se hace cada vez más difícil su adquisición.

El mantenimiento en la Empresa Gráfica de Villa Clara está organizado por cada Unidad Empresarial de Base (UEB) productiva, cada una cuenta con un departamento de mantenimiento que, a su vez tiene incluido personal de mantenimiento mecánico y eléctrico con un especialista de mantenimiento al frente, existiendo además un especialista a nivel de empresa que dirige a los de las plantas y se encarga de la demanda de piezas y de la solicitud de las importaciones, así como de la planificación para la fabricación de las piezas que en el propio taller de maquinado que existe se realizan. Las tareas de mantenimiento se ejecutan por medios propios contratándose muy pocos trabajos fuera de esta.

A finales del año 2012, por directiva de la Unión Integración Poligráfica (UIP), y por las deficiencias que en el tema de mantenimiento existían en las empresas gráficas del país, se planteó un conjunto de medidas para la aplicación del SAM, que involucrara a todas las empresas y organizara el trabajo de mantenimiento en las mismas, estableciendo los procedimientos y registros necesarios para asumir un mantenimiento preventivo planificado, un Mantenimiento predictivo o por diagnóstico y un mantenimiento correctivo o contra averías. Para la implementación del SAM no se establece ningún procedimiento afin, que permitiera clasificar los equipos y asignarle un sistema de mantenimiento de los que se proponen. Mediante esta investigación se ha decidido adaptar el procedimiento de De la Paz Martínez (1996) haciendo algunas adecuaciones de acuerdo al contexto operacional, que permita la clasificación del equipamiento tecnológico instalado y que esté físicamente apto, a partir de un análisis de criticidad, estableciendo variables o criterios que ayuden a definir el mantenimiento a aplicar en cada equipo y lograr así la implementación del SAM en la EGVC.

1.6 Conclusiones parciales

1. Son diversos los tipos de mantenimiento que aparecen en la literatura, realizándose de manera reactiva, preventiva, predictiva o proactiva. Es importante señalar que las empresas deben adoptar sistemas de mantenimiento acorde al contexto operacional donde se encuentra el equipo.
2. La construcción del Marco Terórico Referencial de la Investigación permitió concluir que, es importante la realización de una auditoría de mantenimiento ante cualquier proceso de reorganización que se desee llevar a cabo en cualquier organización, aspecto este a tener en cuenta para dar solución al problema científico planteado en esta investigación.
3. El Sistema Alternativo de Mantenimiento propuesto por De la Paz Martínez (1996), es perfectamente aplicable a la industria gráfica, y susceptible de ser mejorado con elementos proporcionados por la construcción del marco teórico referencial de esta investigación.
4. La política del MINDUS a partir del año 2012, es la implementación del SAM en la industria gráfica, ofreciendo el Manual del SAM que adolece de un procedimiento para la implementación de este sistema en las empresas del GEMPIL.

CAPÍTULO II: PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SAM EN LA EMPRESA GRÁFICA DE VILLA CLARA

Tomando en cuenta lo analizado en el marco teórico-referencial de esta investigación y las conclusiones expuestas, queda evidenciada la necesidad de aportar soluciones al problema científico que la originó. En tal sentido se propone un procedimiento, que permite orientar al proceso de toma de decisiones relativa a la implementación del SAM para la ejecución del mantenimiento en los diferentes equipos de la EGVC.

El procedimiento propuesto toma como base el procedimiento diseñado por de la Paz Martínez (1996); el SAMHOS (Borroto Pentón, 2005) y la experiencia de la autora en el mantenimiento en la EGVC, sumando los criterios de especialistas de la empresa. Este procedimiento se ha estructurado en nueve etapas distribuidas en cuatro fases. A continuación se describen cada una de ellas de forma detallada (ver figura 2.1).

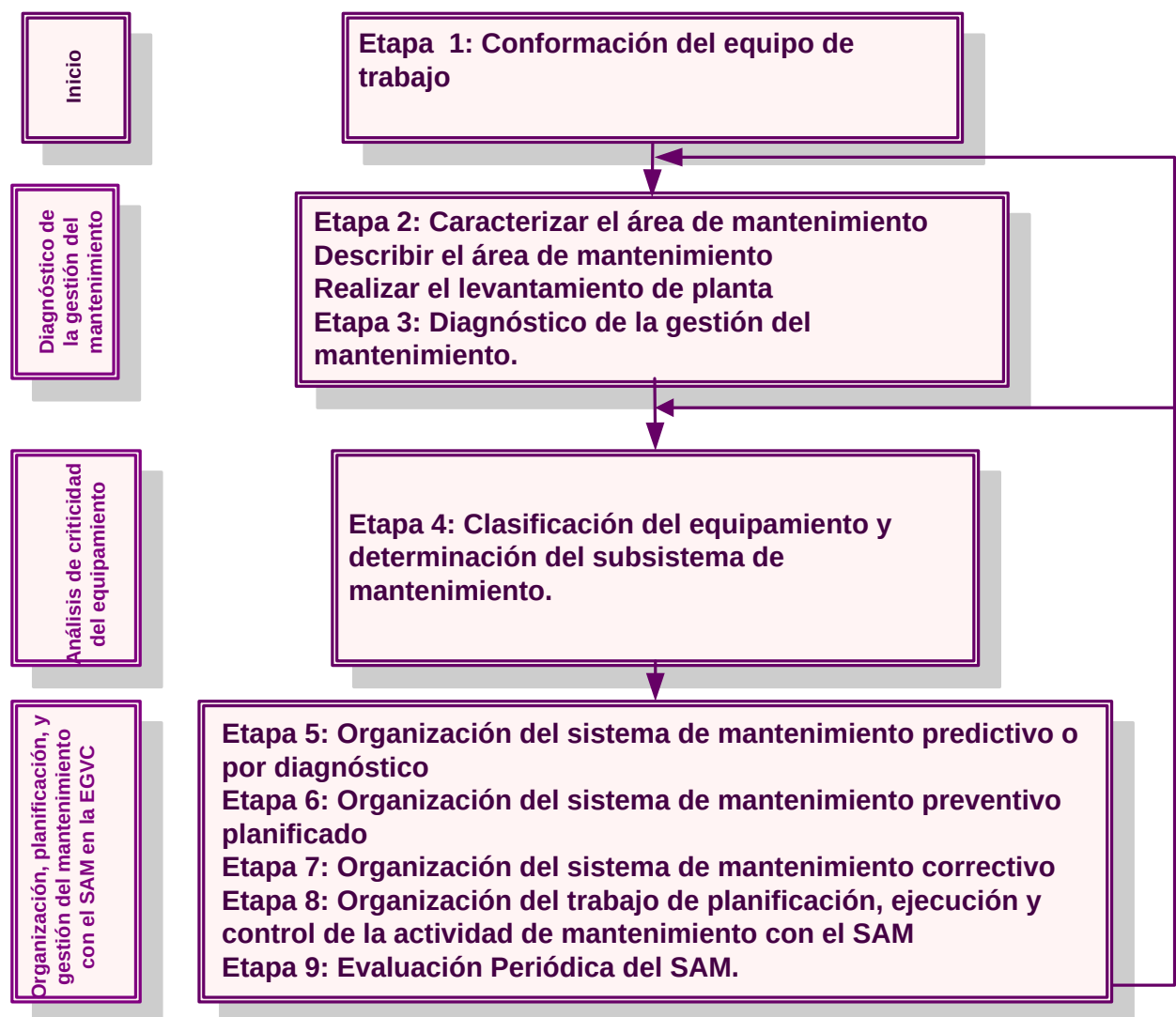


Figura 2.1. Procedimiento para la implementación del SAM en la EGVC. Fuente: Elaboración propia.

2.1 Fase No. 1: Inicio o preparación

Esta fase incluye una etapa: la conformación del equipo de trabajo, quien se encargará de liderar y ejecutar la aplicación del procedimiento.

2.1.1 Etapa 1. Conformación del equipo de trabajo

En la conformación del equipo de trabajo deben seleccionarse como miembros, a especialistas con conocimientos generales sobre el mantenimiento (de ser necesario se realizará la capacitación de los expertos involucrados en las técnicas y métodos a emplear), y se establece el plan de trabajo del equipo. Los miembros tienen que ser capaces de llevar a cabo las siguientes tareas:

1. Organizar el trabajo de los miembros del equipo, esta es una tarea específica del jefe del equipo de trabajo.
2. Recopilar la información necesaria para desarrollar cada una de las etapas del procedimiento.
3. Realizar los cálculos incluidos en cada etapa.

2.2 Fase No. 2: Diagnóstico de la gestión del mantenimiento

En esta fase primeramente se realiza una caracterización general del área de mantenimiento, que es el área bajo estudio y se realiza un levantamiento de planta. Es importante señalar que en esta etapa para la realización del diagnóstico se tiene en cuenta el procedimiento diseñado por Pérez Hernández; Borroto Pentón y Rodríguez Hernández, 2013; Martínez San Román, Borroto Pentón, 2013), que se basa en las mejores prácticas desarrolladas en este sentido por (Borroto Pentón, De la Paz Martínez y Alfonso Llanes, 2013; Carvajal Brenes, 2003 y Acosta Palmer, 2013). Todo esto lo distingue del procedimiento que se tomó como base.

2.2.1 Etapa 2. Caracterizar el área de mantenimiento de la empresa

Para desarrollar esta fase se propone realizar la descripción de área de mantenimiento y el levantamiento de planta.

✓ Describir el área de mantenimiento

En esta caracterización se detallan las generalidades del área de mantenimiento: misión, objetivos, estructura organizativa, dependencias del departamento, plantilla de personal, políticas empleadas y la gestión de los repuestos.

✓ **Realizar el levantamiento de planta**

Este apartado persigue caracterizar detalladamente el equipamiento objeto de estudio. Este levantamiento debe comprender los elementos que se detallan a continuación:

- ✓ Nombre y modelo del equipo.
- ✓ Código del equipo y número de serie
- ✓ Año de fabricación
- ✓ Función (es).
- ✓ Estado técnico del equipo
- ✓ Años de explotación del equipo
- ✓ Averías más frecuentes

2.2.2 Etapa 3. Diagnóstico de la gestión del mantenimiento

Para la realización del diagnóstico de la gestión del mantenimiento se propone utilizar la guía de diagnóstico (ver anexo 1) diseñada por Pérez Hernández y Borroto Pentón (2013), además de la consulta obligada de documentos rectores de la actividad en la empresa, la observación directa y realización de entrevistas a personal especializado.

En el trabajo de campo de los miembros del equipo de trabajo es de vital importancia la revisión de toda la documentación existente, estos deben centrar su trabajo en los aspectos siguientes:

Administración del mantenimiento

- ✓ Plan de mantenimiento de los equipos significativos.
- ✓ Lista de equipos críticos de la planta.
- ✓ Procedimientos de trabajo habituales.
- ✓ Informes mensuales de mantenimiento.
- ✓ Listas de averías típicas (síntomas, causa y solución).
- ✓ Órdenes de Trabajo.
- ✓ Distribución presupuestaria.

Servicios de terceros

- ✓ Servicios de mantenimiento a tercerizar.
- ✓ Políticas de contratación.
- ✓ Selección del contratista, ficha de evaluación.
- ✓ Especificaciones técnicas.
- ✓ Control en la recepción.
- ✓ Garantía.

-
- ✓ Presupuesto para la tercerización.

Personal de mantenimiento

- ✓ Categoría, especialidad y funciones del personal.
- ✓ Calificación del personal directo.
- ✓ Plan de formación.
- ✓ Cantidad.
- ✓ Rendimiento.

Gestión de piezas de repuesto

- ✓ Lista de repuestos mínimos que se considera necesario tener en stock.
- ✓ Inventario de materiales en almacenes.
- ✓ Lista de materiales consumidos en un periodo determinado, valorados.
- ✓ Sistema de compras.

Evaluación y control

- ✓ Registros de reparaciones realizadas.
- ✓ Planes de acciones de mejoras.
- ✓ Registros de control de gastos.

Infraestructura y medios técnicos

- ✓ Inventario de herramientas.
- ✓ Historial de equipos.
- ✓ Disponibilidad de planta.
- ✓ Talleres de mantenimiento.

Seguridad

- ✓ Plan de seguridad.
- ✓ Estadística de accidentalidad.
- ✓ Impresiones sobre la seguridad de la empresa.

Medioambiente

- ✓ Plan medioambiental.
- ✓ Tratamiento de residuos.
- ✓ Mentalización del personal sobre el impacto medioambiental.

Aseguramiento a la calidad

- ✓ Calibración de equipos

✓ Normas de inspección

Cada uno de los aspectos analizados en la guía de diagnóstico se valoran en una escala de 0 a 3, donde:

- Es “0” si el aspecto considerado en la pregunta está ausente.
- Es “1” si el aspecto considerado se alcanza deficientemente.
- Es “2” si se alcanza, aunque aún puede mejorar.
- Es “3” si se alcanza de forma óptima.

Los aspectos peores evaluados indicarán los problemas o debilidades de la gestión del mantenimiento en cuestión.

En función de esto se realiza la evaluación de la gestión del mantenimiento a través del indicador nivel de gestión del mantenimiento (INGM).

$$INGM = \frac{\sum_{i=1}^9 TA_i}{\sum Tp_{m\acute{a}x}} \times 100 \quad (2.1)$$

Donde:

TA_i es la puntuación real obtenida por cada área evaluada.

$Tp_{m\acute{a}x}$ es la puntuación máxima posible a obtener en cada área.

Se tiene en cuenta para evaluar este indicador la escala siguiente:

Tabla 2.1. Valores de los intervalos INGM. Fuente: Material del curso Borroto Pentón, De la Paz Martínez, Alfonso Llanes (2013).

INTERVALOS DE INGM (%)	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN
(95 ≤ INGM ≤ 100)	EXCELENTE
(85 ≤ INGM < 95)	BIEN
(60 ≤ INGM < 85)	ACEPTABLE
(INGM < 60)	DEFICIENTE

Una vez definidos los problemas de mantenimiento y evaluada la gestión, se desarrolla la Fase No. 3 del procedimiento propuesto, haciendo un análisis de criticidad del equipamiento, lo que proporciona una mejora a la gestión del mantenimiento en la EGVC.

2.3 Fase No. 3: Análisis de criticidad del equipamiento

En esta fase se realiza la clasificación de los equipos, grupos de equipos e instalaciones en forma selectiva con el objetivo de determinar el subsistema de mantenimiento más adecuado en cada caso, para esto se tomará como referencia la clasificación propuesta por De la Paz Martínez (1996) y se realizarán algunas modificaciones o adecuaciones en los requisitos o criterios para la clasificación de los equipos en grupos I, II o III de acuerdo a las condiciones en la EGVC como se verá más adelante.

2.3.1 Etapa 4. Clasificación del equipamiento y determinación del subsistema de mantenimiento

Para la clasificación del equipamiento, se reúne el equipo de trabajo seleccionado en la primera etapa y se analiza la clasificación del equipamiento y la determinación del subsistema de mantenimiento propuesto por De la Paz Martínez (1996), llegando al consenso de que según las características del equipamiento tecnológico instalado es posible aplicarlo en la EGVC, realizando adecuaciones o modificaciones en los criterios de selección, y se determinó la clasificación en grupos I, II y III, según las características de los equipos.

Se propone clasificar los equipos, considerando como criterios de partida los que propone De la Paz Martínez (1996):

Los equipos que se incluirán en el grupo I cumplirán con los requisitos siguientes:

- ✓ Imposibilidad tecnológica de ser sustituidos.
- ✓ Alta precisión operacional.
- ✓ Alto grado de automatización.
- ✓ Alta complejidad.
- ✓ Son utilizados por encima del 80% de su capacidad.
- ✓ Trabajan en producción continua, dos turnos o más.
- ✓ Gran influencia en la seguridad operacional y humana
- ✓ Alto precio.
- ✓ Nuevos o con tiempo de explotación menor de cinco años.

Los equipos que se incluirán en el grupo II cumplirán con los requisitos siguientes:

- ✓ Existen en cantidad suficiente para garantizar su sustitución sin afectar el proceso productivo.
- ✓ Son de accionamiento mecánico o un menor grado de automatización.
- ✓ Tienen complejidad moderada.

-
- ✓ Trabajan hasta un 80% de su capacidad.

Los equipos que se incluyeran en el grupo III cumplieran con los requisitos siguientes:

- ✓ Existen en gran cantidad.
- ✓ Son técnicamente simples.
- ✓ Son empleados en servicios auxiliares.
- ✓ Tienen muy bajo costo.
- ✓ Son utilizados por debajo del 50% de su capacidad.

Por su importancia en la actualidad en la industria gráfica, se tomaron además otros criterios de selección que resultan ser adecuados según los expertos y la literatura, y que De la Paz Martínez (1996) no tuvo en cuenta a la hora de su clasificación, ellos son:

Para el Grupo I:

- ✓ Grave afectación a la calidad del producto
- ✓ Puede originar impactos moderados al medio ambiente
- ✓ Su parada afecta totalmente la producción
- ✓ Muchas paradas debidas a los fallos (Tasa de fallos mayor que $1,0 \text{ E-}04/\text{h}$).

Para el grupo II:

- ✓ Afectación moderada a la calidad del producto.
- ✓ Puede originar bajos impactos al medio ambiente.
- ✓ Su parada afecta parcialmente la producción.
- ✓ Paradas ocasionales (Tasa de fallos de: $1,0 \text{ E-}05/\text{h}$ a $1,0 \text{ E-}04/\text{h}$).

Para el Grupo III:

- ✓ No afecta a la calidad del producto.
- ✓ No origina impactos al medio ambiente.
- ✓ Su parada no afecta a la producción.
- ✓ Paradas poco frecuente (Tasa de fallos menor que $1,0 \text{ E-}05/\text{h}$)

Como se puede apreciar, estos criterios se evalúan en los tres niveles para cada grupo de clasificación, con mayor afectación en el grupo I y menor en el grupo III y están presentes en cada uno de ellos teniendo en cuenta que:

La afectación a la calidad del producto está descrita en RTL 107-0679-4: 2011, y no solo está dado por el equipamiento, sino también por las materias primas o por la calificación y destreza de los operarios.

El criterio medioambiental responde a la valoración que se hace en la NC ISO 14004:2004 “Sistemas de gestión medioambiental-directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo”. En este caso objeto de estudio, la afectación al medio ambiente está dada por las cantidades de reveladores de planchas utilizados en el área de fotomecánica que son vertidos con las aguas residuales al alcantarillado, las tintas que se utilizan en la impresión off set y los solventes que se utilizan en la industria gráfica para la limpieza de los rodillos y de los equipos de impresión.

La tasa de fallos es otro elemento importante a tener en cuenta en este análisis. Cada elemento o sistema tienen una función determinada, la pérdida parcial o total de estas funciones por la ocurrencia de un fallo afectará a la organización. Un fallo funcional no es más que el fallo que puede ocurrir en determinados elementos. Se define como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado. Existen diferentes denominaciones asociadas a la ocurrencia de un fallo como son:

✓ Modos de fallos

Se define como la causa origen de cada falla funcional. Permite que no se malgaste el tiempo y esfuerzo tratando los síntomas en lugar de las causas.

✓ Efecto de los fallos

Es lo que sucede al producirse cada modo de fallo, los efectos de fallo deben indicar claramente cual es la importancia que tendría el fallo en caso de producirse.

✓ Consecuencias de los fallos

Es la respuesta a ¿cómo y cuánto importa un fallo? Las consecuencias de cada fallo dicen si se necesita prevenirlos.

Las consecuencias de los fallos se clasifican en:

1. Consecuencias de los fallos no evidentes: dispositivos de seguridad, redundancias.
2. Consecuencias a la seguridad de las personas y al medio ambiente.
3. Consecuencias operacionales: si afecta a la producción en capacidad, calidad del producto, servicio al cliente, costos de operación.
4. Consecuencias no operacionales: no afectan ni a la seguridad ni a la producción, por lo que el único gasto directo es el de la reparación.

De manera general la diferencia que existe entre el efecto de fallo y la consecuencia es que, el efecto es una descripción de que pasa cuando el fallo ocurre, mientras que la

consecuencia clasifica este efecto en una de las cuatro categorías anteriores, según el impacto que estos tienen.

El indicador tasa de fallos observados (TFO) se calcula a través de la expresión (2.2):

$$TFO = \frac{NTMC}{HROP} \quad (2.2)$$

Siendo:

NTMC: fallos del equipo en el período analizado.

HROP: tiempo total de operación del equipo (h)

El cálculo de este indicador permite ubicar al equipo dentro de un nivel en la clasificación de la frecuencia de fallos.

Coincidiendo con De la Paz Martínez (1996), es importante destacar que no es necesario que un equipo cumpla todos los requisitos señalados para pertenecer a un determinado grupo. En esta clasificación no se puede hacer abstracción de la experiencia y el sentido común y es imprescindible que se logre consenso en la decisión.

A partir de que se hayan clasificado los equipos, se determinará el subsistema de mantenimiento más adecuado, haciendo corresponder el orden de importancia con el subsistema.

Grupo I: subsistema de mantenimiento predictivo o por diagnóstico.

Grupo II: subsistema de mantenimiento preventivo planificado.

Grupo III: subsistema de mantenimiento correctivo.

Se debe destacar que el hecho de determinar el subsistema idóneo de acuerdo con el grupo de la clasificación correspondiente no implica que este se adopte, ya que deben cumplirse además las condiciones que así lo permitan. Por ejemplo, un equipo clasificado dentro del grupo I se someterá al subsistema de mantenimiento predictivo si se cumple que sus averías se manifiestan por síntomas y estos son medibles, si existen los instrumentos para realizar dicha medición, entre otros elementos.

2.4 Fase No. 4: Organización, planificación y gestión del mantenimiento con el SAM en la EGVC

Coincidiendo con lo que plantean De la Paz Martíne (1996) y Borroto Pentón (2005), esta fase se lleva a cabo en cuatro etapas del procedimiento, donde se organiza el sistema de mantenimiento predictivo, preventivo planificado y correctivo, así como la organización del

trabajo de planificación, ejecución y control de la actividad de mantenimiento con el SAM propuesto.

2.4.1 Etapa 5. Organización del sistema de mantenimiento predictivo o por diagnóstico

Para los equipos que se haya decidido que están aptos para el subsistema de mantenimiento predictivo, se debe determinar:

- ✓ Los defectos secundarios (síntomas) tales como ruidos, vibraciones, variación de temperatura o de presión y otros que indiquen la presencia de algún defecto primario (desgaste, fisura, etcétera);
- ✓ Los valores límites de los síntomas que provocan la necesidad de operaciones técnicas;
- ✓ El ritmo de variación de los síntomas, que permite prever los recursos necesarios para la próxima reparación;
- ✓ El personal de inspección, imponerlo e instruirlo de sus funciones;
- ✓ El grado de laboriosidad que se requiere para la determinación de la duración de las intervenciones;
- ✓ La frecuencia de inspección, su contenido y los medios de medición propios para la inspección objetiva;
- ✓ Los documentos que se proponen y/o se racionalizan en este sistema.

2.4.2 Etapa 6. Organización del sistema de mantenimiento preventivo planificado

Para los equipos que se haya decidido mantener en el sistema de mantenimiento preventivo a intervalos constantes, se debe:

- ✓ Revisar los ciclos establecidos, comprobando si aún tienen validez, para lo cual resulta imprescindible el análisis del comportamiento histórico de los equipos;
- ✓ Revisar los contenidos de las reparaciones según el estado técnico actual de los equipos;
- ✓ Seleccionar el personal idóneo para las reparaciones;
- ✓ Determinar los recursos materiales necesarios, según el contenido de las intervenciones.
- ✓ Revisar los documentos que existen y en caso en que sea conveniente, proponer nuevos para el sistema que se analiza.

2.4.3 Etapa 7. Organización del sistema de mantenimiento correctivo

Para los equipos que pasan al sistema de mantenimiento correctivo se debe:

- ✓ Definir el o los equipos sustitutos en el caso en que sea posible;
- ✓ Determinar los documentos necesarios en el nuevo sistema.

2.4.4 Etapa 8. Organización del trabajo de planificación, ejecución y control de la actividad de mantenimiento con el SAM

Esta etapa se realiza con el objetivo de consolidar el SAM propuesto a través de:

- ✓ Capacitación a dirigentes, planificadores e inspectores en cuanto al contenido de su trabajo y sistema informativo;
- ✓ Determinación del objeto de control: relación de equipos con su correspondiente codificación, tiempo de operación estimado de los equipos, tiempo de reparación, recursos materiales y suministros utilizados en la reparación, cantidad y calificación de los recursos humanos necesarios para la reparación, cantidad y magnitud de las averías, calidad de la reparación;
- ✓ Determinación del sistema informativo para el registro del objeto de control;
- ✓ Elaboración del plan anual de mantenimiento preventivo a intervalos constantes y su ejecución, desagregado por meses a los equipos que se les aplica este sistema;
- ✓ Elaboración del plan anual de inspecciones, desglosado en planes mensuales según lo considere el inspector o el grupo técnico que lo elabora;
- ✓ Elaboración del programa mensual de reparaciones a partir del resultado y de las recomendaciones de las inspecciones técnicas;
- ✓ Elaboración de las prioridades de ejecución de las órdenes de trabajo, una vez recepcionadas por el planificador.

2.4.5 Etapa 9. Evaluación periódica del SAM

Esta etapa permite evaluar el SAM propuesto y tomar decisiones sobre cambios o modificaciones en el mismo aprovechando su flexibilidad. Para evaluar los efectos del SAM en la EGVC se calcularán, en una etapa inicial, la laboriosidad, la estadía y el costo total de mantenimiento con el sistema de MPP y con el sistema propuesto. En etapas posteriores deberán calcularse, además, indicadores de uso general e indicadores específicos para cada subsistema de mantenimiento. Tales indicadores se toman de la literatura especializada consultada, de la experiencia que sobre la industria tienen los especialistas en mantenimiento de la empresa objeto de estudio práctico de esta investigación y de profesores de la UCLV consultados.

Los indicadores de uso general permitirán a los responsables de mantenimiento y a la alta dirección de la EGVC conocer que situación presenta la empresa respecto al mantenimiento en un momento determinado, así como tener información para la toma de decisiones acertadas

en aras de lograr una mayor disponibilidad de equipos, piezas de repuesto y tiempo. Estos indicadores son: el coeficiente de disponibilidad técnica del equipamiento (CDT), la economía del mantenimiento (Em), el costo total del mantenimiento (CTM) y la tasa de fallos observados (TFO) y serán calculados independientemente del tipo de mantenimiento que se efectúe.

El análisis del CDT de los equipos y las causas que en ellas inciden permiten:

- ✓ El uso más racional de los recursos existentes, ya que estos podrán ser dirigidos a la solución de los problemas que más afectan a la Producción.
- ✓ Elevar sistemáticamente la eficiencia de la actividad de mantenimiento mediante el control de la efectividad del restablecimiento de la capacidad y confiabilidad de un equipo.

El indicador Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT) del equipamiento (Manual del SAM GEMPIL, 2012) se calcula a través de la expresión (2.3):

$$CDT = \frac{EHE - EHR}{EHE} * 100 \quad (2.3)$$

Donde:

EHE: equipos horas en existencia, que viene dado por la multiplicación de la cantidad de equipos del taller por las horas diarias que trabaja el taller por los días promedio del mes que se labora. En caso de laborar más de un turno de trabajo, se tendrá en cuenta el total de las horas a laborar.

EHR: equipos horas en reparación, resulta de la estadística promedio mensual real acumulada, del tiempo que los equipos han estado fuera de explotación por reparación dedicado a los mantenimientos preventivos planificados, por roturas imprevistas y el tiempo en espera por reparar.

Es importante calcular el CDT por equipos, ya que esto representa el porcentaje de tiempo en que el equipo está disponible para cumplir la función para la cual fue destinado (Amendola, 2003).

Para determinar el por ciento de cumplimiento del CDT, se multiplica el CDT real logrado por el número de equipos del taller, para conocer la cantidad de equipos que realmente están técnicamente aptos (expresión 2.6). Se divide la cifra calculada anteriormente con la cantidad de equipos que corresponde con el CDT planificado, obteniéndose de esta relación el por ciento de cumplimiento, a saber:

$$CDT_{real} * Cantidad\ de\ Equipos = Equipos\ reales\ aptos \quad (2.4)$$

$$CDT_{plan} * Cantidad\ de\ Equipos = Equipos\ plan \quad (2.5)$$

En ambos casos se expresarán los resultados hasta la centésima cifra.

$$\% \text{ Cump.} = \frac{Equipos\ reales\ aptos}{Equipos\ plan} * 100 \quad (2.6)$$

La economía del mantenimiento es otro indicador que aparece en el Manual del SAM GEMPIL (2012) (expresión 2.7).

$$Em = \frac{Costo\ del\ mantenimiento}{Valor\ de\ la\ produc.} \quad (2.7)$$

Donde:

Em: economía del mantenimiento.

Costo del mantenimiento: gastos incurridos en la actividad de mantenimiento en el período que se analiza (\$).

Valor de la producción: valor de la producción mercantil en el período que se analiza (\$).

El anterior índice es de fácil cálculo, toda vez que los valores, tanto numerador como del denominador, son normalmente procesados por el sistema de contabilidad de la empresa.

La autora de esta Tesis coincide con Lourival Tavares (1999) en que el costo de mantenimiento (CTM) está formado por cinco elementos (expresión 2.8), de los cuales sólo el costo de personal y el costo de materiales se tienen en cuenta a la hora de calcular este indicador en la mayoría de las empresas.

$$CTM = CP + CM + CT + CD + CF \quad (2.8)$$

Siendo:

CP: el costo de personal (aporte a la seguridad social y salario).

CM: el costo materiales.

CT: el costo de la tercerización.

CD: el costo de depreciación de los equipos.

CF: el costo por pérdida de facturación

El cálculo de este indicador es muy importante; de su análisis se pueden determinar relaciones tales como las que se establecen entre el costo de materiales y el costo de mantenimiento, el costo de personal y el costo de mantenimiento, entre otras.

El análisis de los indicadores y las experiencias obtenidas en cada período, servirán de retroalimentación para el mejoramiento del SAM en la EGVC. Se recomienda realizar el cálculo de los indicadores, anteriormente descritos con una periodicidad mensual.

Concluida esta última etapa del procedimiento, será necesario revisar este sistema anualmente (a partir de la etapa 3).

Sin embargo, en el caso en que se instalen nuevos equipos, se modernicen los actuales o hagan cambios en los procesos fundamentales, es imprescindible regresar a la etapa 3 del procedimiento en el momento que esto ocurra.

2.5 Conclusiones parciales

1. La adecuación del procedimiento desarrollado por De la Paz Martínez (1996) para la implementación del SAM en la EGVC, permite llevar a cabo los procesos complejos que ellos incluyen, de una manera relativamente sencilla destacándose por su carácter práctico.
2. En la presente investigación se propone la aplicación del diagnóstico para evaluar el nivel de gestión del mantenimiento (INGM) diseñado por Pérez Hernández y Borroto Pentón (2013), donde los indicadores peores evaluados indicarán los problemas o debilidades de la gestión del mantenimiento para poder actuar sobre ellos.
3. El SAM en la industria gráfica se considera como una estrategia de mantenimiento adecuada para los activos fijos con que cuenta. El sistema presenta como principal característica, que lo diferencia de otros sistemas integradores, el hecho de considerar, además de la clasificación de los equipos, realizar una caracterización de la entidad, hacer el diagnóstico de la gestión del mantenimiento y la selección de indicadores de uso general para el sistema de mantenimiento propuesto.

CAPITULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SAM EN LA EGVC

Teniendo en cuenta las orientaciones del GEMPIL y a partir de la lógica específica con que fue enfocada la solución al problema científico, caracterizado y fundamentado en la introducción de la presente Tesis de Maestría, se consideró pertinente orientar la comprobación práctica hacia el análisis detallado del proceso decisorio relativo a la implementación del SAM en la EGVC, mediante la aplicación del procedimiento propuesto en el capítulo anterior y que de forma esquemática aparece en la figura 2.1, el cuál consta de cuatro fases, cada una de las cuales está encaminada al logro de un objetivo de forma paulatina y metodológicamente bien argumentado. Con ello la autora de esta Tesis de Maestría, pretende demostrar la viabilidad y validez del instrumento metodológico desarrollado y propuesto, para realizar la clasificación del equipamiento e instalaciones a partir de la implementación de las soluciones en la Empresa Gráfica de Villa Clara “Enrique Núñez Rodríguez” que está ubicada en la Ciudad de Santa Clara, provincia de Villa Clara.

La tecnología instalada es generalmente del extinto campo socialista, de procedencia alemana, soviética, checoslovaca y algunos se adquirieron a principio de la primera década del presente siglo que son de procedencia italiana.

La empresa cuenta con dos unidades empresariales de base productivas, la UEB Planta de Impresión Rotativa y la UEB Planta de Impresión Plana, con tecnología instalada para la impresión off set divididas en dos turnos de trabajo, uno diurno y otro nocturno para la impresión de la prensa.

La tecnología instalada en la UEB Planta de Impresión Rotativa está formada por cuatro máquinas de impresión rotativa del año 1987, cinco máquinas empaquetadoras del 2009, tres prensas de pase, mesas de compaginación, reveladoras de planchas, etc. también con tecnología obsoleta, que son las que se utilizan en la impresión de la prensa Nacional y Provincial para toda la región central del país (Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spíritus y Ciego de Ávila), así como la impresión de cuadernillos de libros que se producen para las diferentes editoras nacionales.

La UEB Planta de Impresión Plana consta de dos guillotinas trilaterales del año 1990, tres guillotinas frontales provenientes del extinto campo socialista, tres máquinas de impresión Heidelberg del 1995, dos máquinas de impresión Romayor 314 de la antigua Checoslovaquia, dos máquinas Heidelberg foliadoras que datan del 1930, una Heidelberg troqueladora que es del año 1973, dos máquinas encoladoras que son de la Müller Martini

(Suiza) del año 1965 y 1976, dos líneas de encuadernación del 2003 también de la Müller Martini, y una alzadora y dobladora del 1979. Toda la tecnología instalada es utilizada para la producción de libros, libretas, folletos, impresos comerciales y otras producciones de la industria gráfica.

3.1 Fase No. 1: Inicio o preparación

Para aplicar el procedimiento descrito en el capítulo II de la presente investigación, se comenzó con el desarrollo de la primera fase correspondiente a Inicio y preparación, y la primera etapa: la conformación del equipo de trabajo.

3.1.1 Etapa 1. Conformación del equipo de trabajo

El equipo de trabajo quedó conformado por tres especialistas de la EGVC:

- ✓ El especialista de Mantenimiento de la Dirección de Calidad Total
- ✓ El especialista de Mantenimiento de la UEB Planta de Impresión Rotativa
- ✓ El especialista de Mantenimiento de la UEB Planta de Impresión Plana

Este equipo de trabajo será el encargado de recopilar la información de cada una de las etapas del presente procedimiento, además de realizar los cálculos necesarios en cada etapa de trabajo.

3.2 Fase No. 2: Selección de las tareas de mantenimiento

En la segunda fase y segunda etapa de la presente investigación, se pasa a caracterizar el área de mantenimiento de la EGVC que es el área bajo estudio de este caso, donde además de describir el área se realiza un levantamiento en planta.

3.2.1 Etapa 2. Caracterizar el área de mantenimiento de la empresa

Para caracterizar el área de mantenimiento se tomó en cuenta la documentación existente en el área de la dirección técnica, así como la estrategia, la política y los objetivos de mantenimiento que están vigentes en la EGVC.

✓ Describir el área de mantenimiento

La empresa consta de dos brigadas de mantenimiento subordinadas al director de cada Unidad Empresarial de Base (UEB) productivas (Planta de Impresión Plana y Planta de Impresión Rotativa), las cuales apoyan el desarrollo eficiente del proceso productivo en caso de presentarse dificultades con el equipamiento tecnológico instalado.

El objetivo actual del área de mantenimiento la definen como: conservar el equipamiento, instalaciones y servicios, minimizando las fallas imprevistas de manera que aumente la productividad, disminuyendo los costos y garantizando la seguridad tanto del hombre como

del medio ambiente, contribuyendo, de esta forma, a mejorar la eficiencia de la organización. En la empresa realizan el mantenimiento de línea, el mantenimiento preventivo planificado y el mantenimiento correctivo. Para cumplir con esta misión cuentan con una plantilla de 13 trabajadores, distribuidos en las dos brigadas (Ver tabla 3.1) y distribuidas según la figura 3.1.

Tabla 3.1 Plantilla de mantenimiento de la EGVC. Fuente: Elaboración Propia.

Categoría ocupacional	Cantidad
Mecánico gráfico "A" de mantenimiento	7
Electricista "A"	2
Técnico en electroenergética	1
Especialista de mantenimiento	3
Total	13

La política de la empresa es documentar e implementar un SAM con vista a mantener el equipamiento tecnológico en condiciones para lograr las producciones con calidad y cumplir con las expectativas de los clientes. Que permita, además, un proceso continuo de mejora, para brindar productos y servicios en forma eficaz y eficiente en las producciones gráficas, garantizando el cumplimiento de las regulaciones medioambientales y de seguridad y salud en el trabajo.

Para la gestión de los repuestos demandan un plan de piezas de importación anual, uno de fabricación nacional y otro que asume la propia empresa, donde la mayoría de la demanda de las piezas de repuesto son de importación debido a la de difícil fabricación en el país. Las piezas utilizadas en los equipos de la industria gráfica son de gran complejidad y alta resistencia mecánica, elaboradas con materiales muy específicos, tratamientos térmicos y termoquímicos muy puntuales, por lo que la industria nacional tiene muy limitada la respuesta aún para su fabricación.

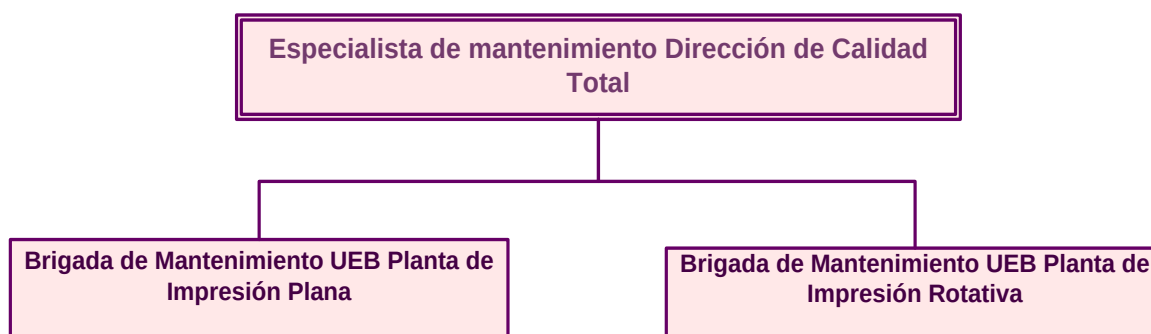


Figura 3.1. Organigrama de la organización del mantenimiento en la EGVC. Fuente: Elaboración propia.

✓ Realizar el levantamiento de planta

La empresa cuenta con un parque tecnológico heterogéneo, envejecido, desgastado, desactualizado tecnológicamente y poco aseguramiento de partes, piezas y accesorios. Con este equipamiento garantizan el cumplimiento de los compromisos con los clientes, con la calidad y la oportunidad comprometida, para lo cual garantizan una razonable disponibilidad técnica, la cual logran a través de:

- ✓ Planes de mantenimiento ajustados a las necesidades técnicas y tecnológicas.
- ✓ Compromiso de operarios con elevada experiencia.
- ✓ Uso de la capacidad innovadora de técnicos y del personal de mantenimiento para solucionar desperfectos en función de devolver al equipamiento sus parámetros de fabricación y sin detrimento de sus mecanismos fundamentales.
- ✓ Trabajo combinado de operarios de mantenimiento y los operarios gráficos en función de obtener el mejor desempeño de los equipos velando por el uso correcto y cuidados técnicos de los mismos.
- ✓ Combinación de una estrategia de previsión y demandas de aseguramientos con la fabricación y recuperación de piezas de repuesto en los casos posibles.
- ✓ La realización de intervenciones efectivas en los equipos acorde a las Instrucciones de Trabajo que existen a estos efectos.
- ✓ La modernización de la tecnología acorde a las posibilidades reales existentes.

El Anexo 2 muestra el levantamiento de planta de los equipos, realizado en las áreas de producción de la empresa objeto de estudio.

3.2.2 Etapa 3. Diagnóstico de la gestión del mantenimiento

En la realización del diagnóstico de la gestión del mantenimiento, el equipo de trabajo hizo una revisión minuciosa de toda la documentación existente en la empresa objeto de estudio, centrando su trabajo en los aspectos siguientes:

Administración del mantenimiento

En las UEB Planta de Impresión Plana y UEB Planta de Impresión Rotativa de la EGVC, la información esta sustentada sobre la base de un sistema proveniente de las carpetas técnicas de los equipos, de las ordenes de trabajo que permiten la actualización de los registros históricos de los mantenimientos efectuados, la información capturada a partir de las revisiones, observancia directa al funcionamiento de los equipos y mediante los libros de incidencia. En estas áreas no todos los equipos poseen catálogos, ya que estos son equipos que los han comprado de segunda mano y otros que los han adquirido producto de la

reorganización de la industria gráfica en Cuba. El sistema aporta información fiable. No dominan con exactitud el costo de pérdida de producción por fallas. Cuando la ejecución del mantenimiento concluye la duración real, materiales, horas de paro, personal que trabajó en la reparación u otra información es reportada por el especialista de mantenimiento de la brigada a través de la orden de trabajo y mediante el trabajo de mantenimiento logran una disponibilidad elevada de los equipos que en algunos casos son obsoletos.

La entidad tiene implementado el MPP, según las características y el trabajo del equipo, tienen definidos los objetivos acordes con la política empresarial que incluye revisiones, reparaciones pequeñas, medianas y generales. Conoce el volumen de trabajos a realizar y lo corresponde con la capacidad y calificación de los trabajadores, planifican para todo el año aunque en ocasiones no realizan el mantenimiento programado por la falta de recursos.

Los equipos e instalaciones están divididas en cinco grupos: preimpresión, impresión, encuadernación y acabado, auxiliares y otros equipos. El 100% de estos está cubierto por MPP. Cada equipo posee una carpeta que contiene toda la información sobre los mismos: ficha técnica, tarjeta de control de piezas de repuesto, plan de mantenimiento anual, órdenes de trabajo y la guía de lubricación (sí, se le realiza).

Para tener un control preciso de la actividad de mantenimiento realizada emiten las órdenes de trabajo (Anexo 3) por el especialista en MPP de cada UEB, luego las aprueba y firma el operario y el jefe de brigada, son entregadas al operario que realiza la actividad y posteriormente el técnico las revisa y comenta las valoraciones pertinentes del trabajo realizado incluyendo fecha de inicio y final, tipo de intervención (planificada, correctiva o imprevista), equipo, personal, repuestos utilizados, intervenciones diarias, incidencias y observaciones, no se registra el precio de los repuestos utilizados. No conocen el tiempo requerido para diagnosticar un fallo. Las intervenciones correctivas, que son las más frecuentes, las realizan bajo la supervisión del jefe de brigada que posee conocimientos para realizarla y cuenta con personal preparado. Ellos cuantifican el tiempo que demora en hacer efectivo el mantenimiento y tienen en cuenta si la reparación es correctiva o planificada. El organigrama de mantenimiento está actualizado, completo y define los niveles jerárquicos según la plantilla de la brigada. El programa de MPP establece un estudio de lubricación que establece el tipo de lubricante en cada equipo, pero no realizan el diagnóstico de análisis de vibraciones y termografía.

Por otro lado está definido el presupuesto anual para gastos de mantenimiento asignado por el GEMPIL en el Plan de Ingresos y Gastos en Divisas de la empresa, aunque el departamento de mantenimiento pide lo que necesita pero no influye en la previsión de este. Este presupuesto en la mayoría de los casos es insuficiente para la adquisición de los

recursos necesarios para la organización, planificación, ejecución y control de esta actividad y nunca llega a un 4% de las ventas, que es el valor mínimo permisible que deben planificar anualmente para cubrir los gastos de la gestión del mantenimiento en cada empresa.

Servicios de terceros

La empresa no tiene definido un procedimiento para la selección de proveedores de servicios de mantenimiento, las actividades a tercerizar son: mantenimiento y reparación de elevadores por COMETAL, mantenimiento y reparación de equipos de clima por COPEXTEL, control de grupos electrógenos asignadas por directiva, Organización Territorial de Normalización (OTN). En los contratos realizados incluyen cláusulas de resultados, duración del trabajo, horas de parada y desarrollan garantías de calidad y colaboración con los contratistas. Según Bernal Muñoz (2003), el contratista debe demostrar la experiencia suficiente, tener solvencia económica, asumir todas las garantías y poseer seriedad y credibilidad en el servicio que presta.

No conocen la calificación del personal técnico que presta el servicio de tercerización solo firman el contrato en el Departamento de Calidad para ajustar el pago por el trabajo a desarrollar.

Como todo contrato, debe exigirse por parte de la EGVC, la garantía para que el contratista deba responder por la calidad del servicio, la garantía por la calidad de los repuestos y materiales suministrados y la garantía por la calidad del trabajo realizado, entre otras.

Aunque están claramente definidas en el contrato, estas garantías con frecuencia los incumplen.

Por otro lado, no existe un procedimiento para evaluar y homologar proveedores que permita llevar a cabo una acción de seguimiento que incluya la reevaluación de estos, si han actuado insatisfactoriamente.

El presupuesto para la tercerización está incluido en el presupuesto general del mantenimiento que garantiza las contrataciones en casos necesarios, al que desarrolla la ejecución le entregan las características de la intervención. Está definida la política de contratación de los trabajadores, establece metas y objetivos. No dominan las actividades más rentables a tercerizar, pues la tercerización está definida por directivas pero en la mayoría de los casos la política de contratación es efectiva pues no establece como requisito las características físicas y psíquicas del personal.

Personal de mantenimiento

La plantilla de mantenimiento está definida y cubierta completamente, tienen claramente establecidas sus responsabilidades y tareas a realizar. El perfil del personal se corresponde con las necesidades existentes y los procesos de comunicación son adecuados dentro de la organización.

El 100% del personal de mantenimiento está ligado a un plan de incentivos basado en la disponibilidad del equipamiento.

No existen planes de capacitación para el personal de mantenimiento, y los trabajadores no reciben ninguna información en materia de gestión.

A partir del control de la orden de trabajo confeccionan un registro donde recopilan la información del operario y los equipos en que han trabajado. La empresa tiene bien definidos los métodos y procedimientos para evaluar el desempeño y conocen el costo de la mano de obra.

Los trabajadores del área de mantenimiento llevan varios años en la entidad por lo que la fluctuación del personal no afecta la ejecución de los planes de mantenimiento y la empresa fomenta el trabajo de los innovadores y racionalizadores para la búsqueda de soluciones prácticas que permitan el funcionamiento del equipamiento. Toman en cuenta la experiencia del personal de mantenimiento para la toma de decisiones debido a que ocupan puestos claves pues toda la empresa es beneficiada con los buenos resultados de su área y existe comunicación con producción pero puede mejorarse ya que en ocasiones no comprenden la necesidad de detener las producciones para realizar mantenimiento a los equipos.

Gestión de piezas de repuesto

El equipamiento instalado es envejecido y obsoleto, proveniente en su mayoría de países del extinto campo socialista y en muchos casos esas fábricas de equipos ya no existen, por lo que es muy difícil adquirir las piezas de repuesto, esto las encarece y en su mayoría no se encuentran.

Los pedidos de piezas de repuesto son elaborados a partir del Plan de Reparaciones y cuenta con una persona designada para darle seguimiento. El plazo de emisión de los pedidos es anual y conocen el tiempo de abastecimiento.

En el almacén conocen la existencia y ubicación de todo el surtido a través de la tarjeta de estiba que especifica el estante y la casilla donde está ubicada cada pieza o material para facilitar su búsqueda, esta se actualiza mediante los vales de entrada y salida diseñados.

La empresa tiene identificados y clasificados a los proveedores de partes y repuestos, independientemente que gestiona sus compras a través de las empresas importadoras. Esto conlleva a que el sistema de compras sea demasiado lento, aunque también influye que la mayoría de los proveedores son extranjeros y el trámite de transportación no es debidamente rápido y las empresas que fabrican las piezas no son del sector, por lo que no constituye su prioridad. Las fichas de stock controlan los materiales y repuestos utilizados, establecen: número de la orden de trabajo y de la solicitud, material solicitado, cantidad y firma del que autoriza y están actualizadas en todo momento de forma manual por lo que pueden disponer con facilidad del valor y número de artículos en el stock. Realizan un seguimiento al consumo de repuestos para los distintos equipos. El estado físico del almacén y los medios es adecuado y conocen la ubicación física de todo lo existente.

Los pronósticos de demanda de piezas de repuesto está basada en la planificación del MPP que permite conocer los repuestos mínimos a mantener en stock para cuando ejecute la actividad pero no definen el punto del pedido y las cantidades a reaprovisionar para cada artículo. No están establecidos plazos de emisión de pedidos, hacen la solicitud por parte del especialista de la DCT a la empresa importadora Publicigraf anualmente y estos se encargan de localizar los materiales en el mercado. Mensualmente le dan seguimiento al tema por parte del especialista encargado de la actividad. No aplican indicadores para evaluar eficacia del almacén y si conocen el costo de algunos repuestos de los equipos.

Evaluación y control

En las UEB Planta de Impresión Plana y UEB Planta de Impresión Rotativa de la EGVC está definida como norma la evaluación del mantenimiento y es respetada por todos los integrantes del área.

No han establecido procedimientos documentados para la realización de auditorías a mantenimiento. No disponen de registros de controles estadísticos adecuados para la demostración de la confiabilidad del servicio de mantenimiento, los especialistas del área dominan este tipo de información para la toma de decisiones.

El mantenimiento programado lo cumplen en un 95.32% debido a la carencia de recursos sobre todo en la UEB Planta de Impresión Plana, y los tiempos estándares para el mantenimiento de equipos están estipulados en dependencia del tipo de actividad que realizan y de la antigüedad del equipamiento. No están definidos indicadores para la evaluación general del mantenimiento solo calculan la disponibilidad real del equipamiento, se registra el tiempo de producción perdido por fallas.

No llevan un control exacto de los gastos de mantenimiento debido a la variabilidad de los precios de los recursos y el desconocimiento del valor de alguno de estos pero controlan el avance de la orden de trabajo a través de la supervisión del especialista en MPP para verificar el cumplimiento de la actividad en el tiempo previsto, con la mayor calidad posible.

No realizan comparaciones del desempeño del mantenimiento de la empresa con el de otras organizaciones, no registran operaciones de mantenimiento por computadora y el 100% de las inspecciones de mantenimiento preventivo son controladas para asegurar el cumplimiento.

Cuando ocurren no conformidades con los servicios de mantenimiento investigan las posibles causas mediante el diálogo con los operarios y la reinspección directa del jefe de brigada para planificar acciones correctivas para mejorar el servicio y eliminar deficiencias encontradas. Estas acciones las realizan con los escasos recursos con que cuentan y el compromiso de los trabajadores.

Infraestructura y medios técnicos

En la EGVC los talleres poseen una ubicación acertada respecto a los equipos a brindarle mantenimiento y este no se mantiene limpio y ordenado.

Las oficinas cuentan con los medios adecuados y todas las informaciones las procesan digitalmente. Los medios existentes en el taller los adecuan al tipo de trabajo que realizan pero son insuficientes.

Tienen un levantamiento de planta que describe e identifica todos los equipos a mantener, y conocen la tasa de depreciación de estos. No se encuentra estipulada una política de reemplazo de los equipos, y solo termina la vida útil por una rotura grave y le proponen la baja y el 89% de los equipos existentes están en buen estado técnico.

No están catalogadas las herramientas a utilizar en cada área, aunque las existentes no satisfacen todas las necesidades pues existen carencias para el tipo de trabajo que se trate. La instrumentación utilizada tiene en la mayoría la calibración certificada por la OTN.

Seguridad

La empresa cuenta con un Manual de Seguridad y Salud en el Trabajo donde explican qué trabajos son considerados de alto riesgo, cómo deben otorgarse los permisos de seguridad en dependencia de la actividad realizada, cómo debe organizarse el puesto de trabajo y qué condiciones deben garantizar para lograr un ambiente de seguridad e higiene. Tienen registrado un procedimiento para casos de emergencia ya sean desastres de origen natural

o tecnológico, pero no lo exponen en murales para el conocimiento de todos los trabajadores.

Los trabajadores reciben una adecuada formación en seguridad. Cuando comienza en la entidad un nuevo trabajador le imparten la instrucción inicial general informándole los riesgos a los que están sometidos y las medidas de seguridad que deben tomar, luego reciben la instrucción específica del puesto de trabajo y por último le imparten la instrucción periódica cada tres meses para cada trabajador por parte del jefe de cada área. La Asociación Cubana de Bomberos capacita cada dos años a las brigadas contra incendios.

En caso de ocurrir accidentes de trabajo los registran, le investigan las posibles causas y toman las medidas pertinentes. La atención a la salud al personal la realizan a través de los chequeos médicos preempleo, periódicos y especializados.

El Técnico de seguridad y salud de la entidad solicita a la empresa provincial los artículos de protección para cada trabajador. Los mecánicos de mantenimiento, electricistas y técnicos reciben botas de protección con casquillo y overol. Cada trabajador conoce los medios que debe utilizar pero no siempre los usan. En la entidad está creado el Comité de Seguridad y Salud que se encarga de coordinar acciones entre los factores administrativos y sindicales para garantizar el correcto funcionamiento de esta actividad. Dicho Comité desarrolla el levantamiento de riesgos y elabora las medidas para solucionarlos. El Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, la Oficina Nacional de Inspectores del Trabajo, Salud Pública y el departamento de capital humano de la empresa realizan inspecciones periódicas para velar por el cumplimiento de todas las acciones.

Medio ambiente

En la entidad existe un Sistema de Gestión Medioambiental donde se recogen todos los aspectos a tener en cuenta y las medidas que deben cumplir los obreros bajo la supervisión de los jefes de área para garantizar el cuidado y protección del medio ambiente. No siempre lo lleva a cabo correctamente, el personal lo conoce y en ocasiones no actúa de acuerdo con él.

La empresa le da el tratamiento adecuado a los desechos peligrosos y cuenta con medidas de seguridad para el almacenamiento de productos químicos peligrosos. Las aguas residuales son monitoreadas anualmente por la empresa de Recursos Hidráulicos pero no contaminan, por lo que se vierten al alcantarillado.

Los aceites utilizados durante el proceso los recuperan y venden a CUPET para refinarlos y los desechos metálicos ferrosos y no ferrosos (chatarra, limallas, piezas inservibles) son almacenados y vendidos a la Empresa de Recuperación de Materia Prima.

Los almacenes de solventes limpiadores y lubricantes están en buen estado técnico para que en casos de averías no se vierta el producto al medio ambiente.

Realizan proyectos relacionados con el tema medioambiental, sobre todo para las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera del área de preimpresión, pues estos juegan un papel muy importante para la disminución de los agentes contaminantes.

Aseguramiento a la calidad

En la EGVC el proceso productivo lo desarrollan en correspondencia con las Normas del Proceso Tecnológico, que lo conocen y utilizan en ocasiones por la dirección y el personal de mantenimiento para la toma de decisiones. El aseguramiento metrológico existe pero presenta deficiencias al existir problemas con la adquisición de los medios de medición.

Las Normas de Inspección de Proceso existen, las cumplen, las conocen y trabajan por ellas aunque en ocasiones la administración no toma todas las medidas necesarias para eliminar las violaciones de los parámetros en los procesos.. El personal técnico y obrero recibe capacitación para el cumplimiento de las etapas del proceso.

A partir del levantamiento en planta y del diagnóstico realizado, fueron detectados un grupo significativo de problemas que afectan la gestión del mantenimiento en la EGVC y son expuestos a continuación:

- ✓ Se desconoce el costo de pérdida de la producción por fallos de mantenimiento.
- ✓ La mayoría del equipamiento está envejecido y obsoleto.
- ✓ No existe sistema de información computarizado que registre las operaciones de mantenimiento y facilite la toma de decisiones.
- ✓ En la orden de trabajo no se registra el precio de los materiales y repuestos.
- ✓ Se desconocen los costos del mantenimiento.
- ✓ No se conoce el tiempo requerido para diagnosticar un fallo, no lo documentan.
- ✓ El programa de MPP no incluye el diagnóstico de análisis de vibraciones y termografía.
- ✓ El presupuesto anual para mantenimiento no obedece a un análisis de necesidades y garantiza solo en alguna medida la adquisición de recursos.
- ✓ El Departamento de Mantenimiento no participa en la asignación del presupuesto.
- ✓ La entidad no tiene definido un procedimiento para seleccionar y evaluar a los proveedores del servicio tercerizado.
- ✓ No se conoce la calificación del personal que presta el servicio de tercerización.
- ✓ No siempre se verifica el cumplimiento de la garantía.
- ✓ La política de contratación existente no siempre resulta efectiva.

- ✓ Las responsabilidades y tareas del personal las verifican ineficientemente.
- ✓ No existe plan de capacitación para los trabajadores implicados en la actividad de mantenimiento.
- ✓ Los trabajadores no reciben capacitación en materia de gestión del mantenimiento.
- ✓ Sistema de compras de repuestos es muy lento y con muchas limitaciones.
- ✓ No existe una política apropiada para la importación de piezas de repuesto.
- ✓ Insuficientes materiales y piezas de repuesto.
- ✓ Carencia de herramientas para evaluar la gestión del mantenimiento.
- ✓ Déficit de herramientas y mal estado de los instrumentos de medición.

Al evaluar la gestión del mantenimiento se obtuvo un valor de 60.24% del INGM, lo que significa que la gestión de mantenimiento en la EGVC se evalúa de ACEPTABLE. Como puede apreciarse existen problemas que afectan la gestión del mantenimiento no obstante estar el indicador de conformidad por encima del 60%. Como se puede observar en la Figura (3.2) las áreas que mayores dificultades presentan son las áreas Administración del mantenimiento, Servicio de terceros, Personal de mantenimiento, Gestión de piezas de repuesto, Infraestructura y Evaluación y control.

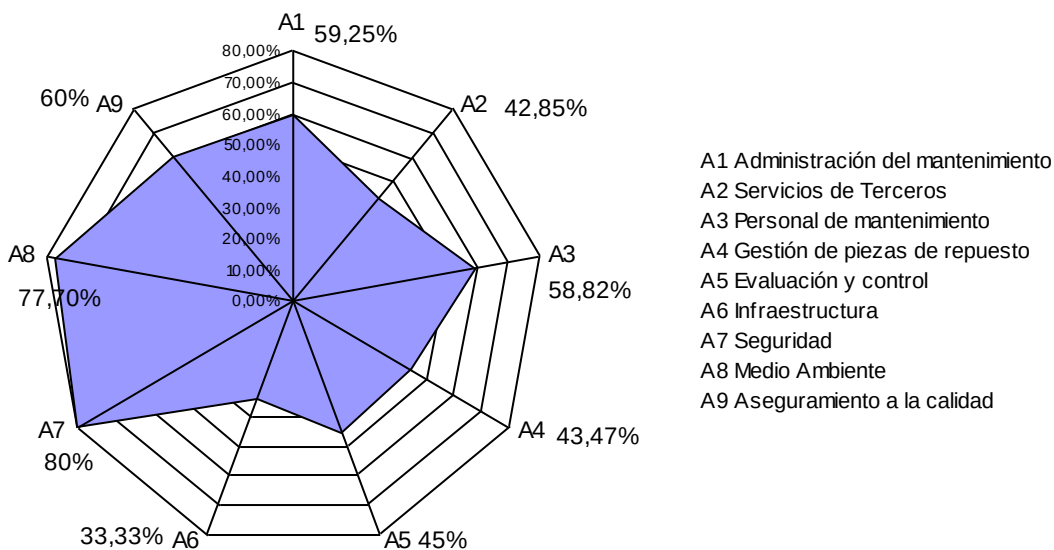


Figura 3.2. Radar de Control. Fuente: Elaboración propia.

3.3 Fase No. 3: Análisis de criticidad del equipamiento

Para la aplicación de esta fase del procedimiento, se tomó en cuenta la información disponible sobre el accionar histórico del equipamiento, los criterios de los expertos, además fueron consultados miembros del Consejo de Dirección, especialistas principales del área productiva, especialistas de control de la calidad, de recursos humanos, de mantenimiento y operarios, decidiendo que el proceso se llevó a cabo en una etapa, donde se analizó la

inclusión de diferentes criterios para clasificar el equipamiento según lo expuesto en el capítulo 2 de esta Tesis de maestría.

3.3.1 Etapa 4. Clasificación del equipamiento y determinación del subsistema de mantenimiento

En esta etapa se toma como referencia el procedimiento desarrollado por De la Paz Martínez (1996) incluyendo al mismo los criterios que están descritos en el capítulo II de la presente investigación.

Partiendo de estos criterios los equipos quedaron clasificados de la siguiente forma: (Ver Anexo 4)

Grupo I: Con Mantenimiento Predictivo 28 equipos.

Grupo II: Con Mantenimiento Preventivo Planificado 17 equipos.

Grupo III: Con Mantenimiento Correctivo 17 equipos.

Equipo: Máquina de Impresión Off set Rotativa

Este equipo pertenece al taller de impresión rotativa y es el encargado de imprimir la prensa de toda la región central de Cuba, así como los tabloides, la tripa de los libros y libretas que en la empresa se imprimen, por lo que se cataloga como un equipo clave dentro del proceso productivo, y se hace necesario detectar el fallo antes de que suceda. De este tipo de equipo existen cuatro iguales instalados en el taller de impresión rotativa, que realizan funciones similares, lo que permite hacer una verificación comparativa entre la máquina monitoreada y las demás que están en buen estado técnico.

El equipo es clasificado en el grupo "I" y se decide aplicarle el Subsistema de mantenimiento predictivo o por diagnóstico, por el envejecimiento y el desgaste que presenta.

Este equipo es catalogado de alta complejidad y debido a esto, su valor de adquisición en el mercado internacional oscila en los 500 000.00 €. Presenta una alta precisión operacional; por una mala manipulación puede provocar efectos graves a las personas, ya que está compuesto de rodillos ajustados por donde pasa la banda de papel y una mala manipulación puede provocar daños graves a la integridad de las personas que en él laboran; los fallos en este equipo pueden ocasionar grave afectación a la calidad del producto, ya sean defectos de impresión como visos, repinte, tonalidad, etcétera, y con uno de estos defectos se declara la producción no conforme; es utilizado por encima del 80% de su capacidad; por sus características origina impactos moderados al medio ambiente, para la impresión trabaja con tintas que son con base de aceite, para limpiar los rodillos y la máquina, se utilizan solventes como la querosina y el limpiador de rodillos, que mediante una estopa se aplica

sobre la superficie y después es desechada en tanques de recogida, los desechos de papel que origina la producción en este equipo es recogida en recipientes y entregada para su venta a materia prima, todo esto ocasiona un impacto moderado al medio ambiente. Es un equipo que presenta roturas poco frecuentes (1.7 averías al mes), con una tasa de fallos menor que $1,0 \text{ E-05/h}$.

Equipo: Dobladora Multi Efect

Este equipo pertenece al taller de impresión Plana, donde cumple la función doblar las portadas de libros que se usan en las líneas de encuadernación, es un equipo único dentro del taller y es usado como promedio 8 horas diarias en un turno de trabajo, pero en ocasiones está parado, porque depende de que exista demanda de producción de libretas y libros presillados para su funcionamiento. Se clasifica en el grupo "II". El subsistema de mantenimiento que se decidió aplicarle es el Sistema de mantenimiento preventivo planificado.

Este equipo es de tecnología obsoleta y estaba en desuso producto de las roturas reiteradas, pero se le practicó una automatización por parte de los innovadores y su estado técnico es bueno.

Se cataloga este equipo de complejidad moderada, y no es un equipo muy costoso (25000.00 €), es un equipo técnicamente simple y su funcionamiento provoca efectos menos graves sobre la seguridad operacional y humana, ya que por mala manipulación o por problemas operacionales no provoca daños graves a la integridad personal y humana. El fallo de este equipo provoca afectación moderada a la calidad del producto, porque puede provocar portadas mal dobladas solamente y no son significativas, siendo utilizado hasta un 80% de su capacidad, con una tasa de fallos menor que $1,0 \text{ E-05/h}$ (1.5 averías al mes) y por sus características no origina impactos al medio ambiente, ya que solo origina algunas portadas mal dobladas y se recogen para ser entregadas a materia prima y ser recicladas.

Equipo: Mesa de Compaginar

Este equipo pertenece al taller de fotomecánica, y cumple la función del montaje de toda la producción que sea impresa (cuadernillos, portadas, tabloides, periódicos, impresos comerciales, etcétera), es usado como promedio 10 horas diarias divididas en dos turnos de trabajo. Se clasifica en el **grupo "III"**. El subsistema de mantenimiento que se decidió aplicarle es el **Sistema de mantenimiento correctivo**, ya que son equipos que la avería puede estar localizada y se decide dejar en servicio hasta que la misma ocurra, estas pueden ser detectadas o por los inspectores durante su rutina o por el mantenimiento de

línea, quienes estudiarán el fallo y actuarán sobre las causas que la originó para que no vuelva a ocurrir.

Este equipo existe en gran cantidad (6), son técnicamente simples, porque están compuestas de un cristal con una lámpara fluorescente debajo para el montaje a contraluz, son empleados en servicios auxiliares, tiene muy bajo costo comparado con el resto de los otros equipos, ya que su precio oscila en 7000.00 € en el mercado internacional. Este equipo es utilizado por debajo del 50% de su capacidad pero su fallo afecta la calidad del producto, independientemente de que son poco frecuentes con una tasa de fallos menor que $1,0 \times 10^{-5}$ (por ser tan simples es muy ocasional su rotura). No origina impactos al medio ambiente y su parada no afecta directamente la producción.

3.4 Fase No. 4: Organización, planificación y gestión del mantenimiento con el SAM en la EGVC

Para la organización de la gestión del mantenimiento con el SAM en la EGVC, se tuvo en cuenta las funciones del mantenimiento dentro de la organización.

3.4.1 Etapa 5. Organización del Sistema de mantenimiento predictivo o por diagnóstico

El grupo de trabajo identificó todos los equipos que en la etapa 4 fueron seleccionados aptos para aplicarle el subsistema de mantenimiento predictivo o por diagnóstico. Para aplicar este subsistema de mantenimiento es necesario adiestrar al personal encargado de las funciones de mantenimiento de las brigadas, incluyendo los especialistas que existen en cada UEB, los que son encargados de inspeccionar el grupo de equipos que tiene a su cargo.

Se está trabajando en la confección de las guías de inspección de cada equipo o grupo de equipo, donde quedara plasmada la frecuencia de las inspecciones, el grado de laboriosidad que se requiere para cada intervención y el tiempo de duración de las operaciones de mantenimiento, la forma de proveer los recursos necesarios para la próxima reparación y todos los documentos que se proponen en este sistema. Al aplicar las guías de inspección, desaparecen los conceptos que se tienen de reparaciones y a los equipos se les corrigen los defectos cuando sean detectados por el personal de mantenimiento o por el operario del equipo en el mantenimiento de uso al aparecer de forma imprevista.

Para registrar la información sobre las actividades de mantenimiento, se utilizan la orden de trabajo y el acta de averías (Anexo 3 y 6) y al terminar la intervención forma parte del historial de cada equipo que se encuentra en la carpeta técnica.

El flujo informativo propuesto para este subsistema es el siguiente: el especialista de mantenimiento correspondiente, comunica al mecánico que le practique una revisión al equipo y este tiene que señalar los defectos detectados en el equipo, a través del diagnóstico subjetivo, los instrumentos de medición si los posee y los señalamientos de los operarios. Realizada la revisión el mecánico informa al jefe de brigada de mantenimiento de los defectos señalados. Si procede realizar la intervención al equipo, el mismo mecánico viene a ejecutar la reparación.

Realizada la reparación, el jefe de brigada de mantenimiento verifica el trabajo realizado y de conjunto con el operario del equipo y el jefe del taller a que pertenece, procede a firmar la orden de trabajo para dar la conformidad del trabajo realizado.

3.4.2 Etapa 6. Organización del Sistema de mantenimiento preventivo planificado

En esta etapa, el grupo de trabajo seleccionó los equipos que se van a mantener en el Sistema de mantenimiento preventivo planificado, se tomó en cuenta que el ciclo de reparaciones constituye la parte medular y más importante del MPP, la elección de un ciclo ordenado significa un mejor aprovechamiento del equipo, seguridad de operación, ahorro de piezas, materiales y mano de obra.

El ciclo de reparación es el tiempo de funcionamiento del equipo entre dos reparaciones generales (para el equipo que se encuentra en funcionamiento) o el tiempo entre la puesta en marcha y la primera reparación general (para el equipo nuevo).

Las operaciones a realizar en el ciclo han sido divididas en 4 categorías: Revisión (R), Reparación Pequeña (P), Reparación Mediana (M), Reparación General (G).

La duración de los ciclos de reparaciones y el contenido de las reparaciones aparece registrada en el Manual del SAM (2012) que establece el GEMPIL, donde se establecen los documentos y registros del sistema. Se determinó la idoneidad de los obreros que trabajan en las brigadas de mantenimiento para acometer las reparaciones en cada caso y se tomaron acuerdos del trabajo para viabilizar la adquisición de los recursos materiales necesarios para cada intervención.

El especialista de mantenimiento de la DCT elabora el plan de mantenimiento preventivo a intervalos constantes. Los especialistas de mantenimiento de cada UEB se encargan de confeccionar las órdenes de trabajo para cada uno de los equipos que se van a intervenir y las entrega al los obreros que van a realizar los mantenimientos, estos, una vez realizada la intervención devuelven la orden de trabajo a, quien verifica el trabajo realizado y de conjunto con el operario del equipo y el jefe del taller a que pertenece, procede a firmar la orden de

trabajo para dar la conformidad del trabajo realizado la que al terminar la intervención se guarda en la carpeta técnica.

3.4.3 Etapa 7. Organización del Sistema de mantenimiento correctivo

En este subsistema, una vez reportada la avería, el especialista de mantenimiento de la UEB a que corresponda el equipo les comunica a los obreros de la brigada de la misma y elabora el acta de averías (Anexo 6). Esta puede ser detectada por los mecánicos o el operario del equipo. El jefe de brigada procede a emitir la orden de trabajo que será atendida en el tiempo mínimo posible y concluido el trabajo se firma la orden de trabajo por el operario y por el jefe de taller para dar su conformidad con el trabajo realizado y la guardan en la carpeta técnica de equipo para la actualización del historial del equipo quien facilitará el registro contable de la información.

3.4.4 Etapa 8. Organización del trabajo de planificación, ejecución y control de la actividad de mantenimiento con el SAM

Para la etapa de planificación, ejecución y control de la actividad de mantenimiento en la EGVC se parte de todos los documentos que rigen la actividad en el Manual del SAM que elaboró el GEMPIL, pero este documento en su elaboración presenta incoherencias, debilidades y errores conceptuales, por lo que se le hacen mejoras y la propuesta de la autora y el equipo de trabajo es el siguiente:

- ✓ Para el subsistema de mantenimiento predictivo o contra averías se utilizan los documentos: orden de trabajo (Anexo 3) y solicitud de materiales (Anexo 5).
- ✓ Para el subsistema de mantenimiento preventivo planificado se utilizan los documentos: orden de trabajo (Anexo 3), solicitud de materiales (Anexo 5) y plan de mantenimiento preventivo anual (Ver anexo 7).
- ✓ En el caso del subsistema de mantenimiento correctivo se utilizan los documentos: orden de trabajo (Anexo 3), solicitud de materiales (Anexo 5) y acta de averías (Anexo 6).

De manera general, independientemente del subsistema seleccionado en cada equipo, la orden de trabajo va a ser un documento importante, ya que en él se recogen un cúmulo de informaciones que son necesarios mantener en el historial de cada equipo, así como la guía de lubricación elaborada a partir del estudio de lubricación que existe en la empresa.

3.4.5 Etapa 9. Evaluación periódica del SAM

Desarrolladas las etapas de la 5 a la 8 del procedimiento y una vez organizados los subsistemas de mantenimiento, se procede a la evaluación económica del SAM en la

EGVC. Para esto fueron calculados la estadía, la laboriosidad y el costo total del mantenimiento para los equipos de la siguiente forma:

El procedimiento de cálculo se explica para un equipo de cada uno de los tres grupos de clasificación que son los mismos que se tomaron para la clasificación a modo de ejemplo, mientras que para el total de los equipos se resumen en el Anexo 8.

Es importante señalar que para todos los cálculos realizados se consideró el período de seis meses de aplicación real del sistema en el MPP año 2013 (Junio a Diciembre) y se evaluaron el sistema actual de mantenimiento que se lleva en la empresa teniendo en cuenta los indicadores antes mencionados y el sistema propuesto.

Equipo: Máquina de Impresión Off set Rotativa

Grupo de clasificación: Grupo I

Subsistema de mantenimiento popuesto: Predictivo o por diagnóstico

Para este equipo se planificaba una reparación mensual, por lo que se asumió realizar una inspección quincenal, por el envejecimiento y el desgaste que presenta, y en caso de detectarle fallos en el mecanismo del equipo, se da paso a las operaciones correctivas. La duración promedio de cada inspección es de cuatro horas. Además, en este período se realizó una reparación correctiva de cuatro horas de duración.

Para el cálculo de la estadía se decidió utilizar entre un 2% y un 4% como límite superior de pérdidas de tiempo por encima del gasto de tiempo total de acuerdo con la importancia de este equipo (Portuondo Pichardo y Pérez Tejeda, 1994) considerado para cuantificar la mayor estadía lo que se tendrá en cuenta para todos los casos en lo adelante. La estadía calculada fue de 14,2 h.

Para calcular el costo total de mantenimiento se utiliza la expresión 2.8, después de un análisis de las órdenes de trabajo y tomando como base las normas de gastos de materiales fundamentales y el costo del personal. De los demás elementos del costo total de mantenimiento (expresión 2.8), no se calculó el costo de la tercerización y el costo por facturación debido a que no procedían, y en el caso de los costos de depreciación de los equipos, ya este equipo por su antigüedad no se le calcula la depreciación.

El costo del personal es la suma del costo de salario por inspecciones y del costo de salario por reparaciones de los obreros que intervienen. Las inspecciones son realizadas por un inspector que pertenece al grupo IX de la escala salarial con tarifa horaria de 1,90 \$/h y en la reparación correctiva participan dos mecánicos "A" del grupo IX también. El costo total del mantenimiento calculado es de \$ 57.36.

Por otra parte, la **laboriosidad total** fue de 14 horas-hombre.

Se hizo el cálculo de la disponibilidad de este quipo a modo de ejemplo mediante la expresión 2.3 resultando ser del 96%. Se recomienda llevar un control estricto de este indicador para todo el equipamiento instalado.

Equipo: Dobladora Multi Efect

Grupo de clasificación: Grupo II

Subsistema de mantenimiento popuesto: Preventivo planificado.

En el período analizado se le realizan a este equipo una revision y una reparación pequeña. La duración promedio de cada revisión es de 3 horas y para la reparación pequeña es de 16 horas. Para el cálculo de la estadía se decide tomar entre un 5% y un 8% como límite de perdidas de tiempo causado por el mantenimiento (Portuondo Pichardo y Pérez Tejeda, 1994), obteniéndose con un 8% de pérdidas de tiempo una estadía de 5,4 h.

En las revisiones y las reparaciones pequeñas participan dos obreros del grupo de escala IX al igual que en las reparaciones pequeñas. De manera que el **costo total** calculado de acuerdo con la expresión 2.8 ascendió a **\$ 159.33**.

Por su parte, la **laboriosidad total** fue de **9** horas-hombre.

Equipo: Mesa de Compaginar

Grupo de clasificación: Grupo III

Subsistema de mantenimiento popuesto: Correctivo.

Como este equipo es atendido cuando exista una avería, el cálculo de la **laboriosidad** se basó en las horas de trabajos imprevistos de mantenimiento que presentó en el período analizado.

La duración de las reparaciones correctivas es de dos horas como promedio, habiéndose producido también dos averías como promedio. Como una parada de este equipo no afecta la producción, las pérdidas de tiempo debidas a mantenimiento se admiten entre el 9% y el 20% por encima del tiempo total de trabajo según Portuondo Pichardo y Pérez Tejeda (1994) y de ahí que, tomando el límite máximo, la **estadía** fue de **4** horas.

En la reparación participan un mecánico del grupo IX de la escala salarial, por lo que la escala salarial es de 1,90 \$/h y el **costo total** fue de **\$24.80**.

La **laboriosidad** calculada fue de **6** horas-hombre.

En la tabla del Anexo 8, se resumen la laboriosidad, la estadía y el costo total para el SAM y para el MPP, incluyendo la cantidad de equipos de cada grupo por línea de producción.

En la tabla del anexo Anexo 8, se resumen la laboriosidad, la estadía y el costo total para el SAM y para el MPP, incluyendo la cantidad de equipos de cada grupo. Los equipos que no aparecen en la tabla del Anexo 8, es porque en el período no se les practicó mantenimiento. No obstante, en la tabla 3.2 se muestran los resultados resumidos a los equipos de la EGVC en los seis meses de aplicación del SAM.

Tabla 3.3 Resultados del análisis de indicadores para la evaluación del SAMHOS.

Indicador	unidad de medida	MPP	SAM	Ahorros
Laboriosidad	horas-hombre	331	188	143
Estadía	horas	784,33	350,37	433,96
CTM	\$	3267,11	1186,55	2080,56

Fuente: elaboración propia.

Comprobados los ahorros obtenidos por el SAM se da cumplimiento a la etapa 9 del procedimiento.

3.2 Conclusiones parciales

1. Para comprobar la hipótesis de la investigación planteada es necesario implementar el SAM en la EGVC, ya que permitió demostrar su efectividad a través de la aplicación de un diagnóstico que da a conocer el indicador del nivel de gestión del mantenimiento, la clasificación del equipamiento, asignar un sistema de mantenimiento para cada equipo según el contexto operacional de los mismos y la organización de los sistemas de mantenimiento aplicados.
2. Mediante el cálculo del indicador INGM propuesto, es posible evaluar la gestión del mantenimiento donde se obtuvo un resultado de 60.24% que se traduce en ACEPTABLE, pero que denota la existencia de grandes reservas en la mayoría de las áreas estudiadas.
3. La implementación del SAM permitió comprobar ahorros con respecto al sistema de MPP, a través de la comparación de los costos de mantenimiento, la laboriosidad y la estadía.

CONCLUSIONES GENERALES

1. El estudio bibliográfico realizado para la construcción del marco teórico referencial de la presente investigación, confirma la existencia de una amplia base conceptual sobre el mantenimiento, y de la existencia de sistemas, filosofías de mantenimiento perfectamente aplicables a los activos físicos en el sector industrial.
2. El análisis de la situación problemática que fundamentó esta Tesis de Maestría, demostró la necesidad de perfeccionar un procedimiento para la implementación del SAM. En particular la realización del diagnóstico de mantenimiento reveló que es aceptable la gestión del mantenimiento y las mayores dificultades se centran en las áreas “Infraestructura”, “Servicios de terceros”, “Gestión de piezas de repuesto”, “Evaluación y control”, “Personal de Mantenimiento” y “Administración del mantenimiento”.
3. El procedimiento para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en la EGVC, así como las técnicas y herramientas empleadas, constituyen un complemento necesario en los estudios a realizar para alcanzar los niveles que requiere los momentos actuales las empresas del MINDUS y que están plasmados en los lineamientos del VI Congreso del PCC.
4. La aplicación del procedimiento para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en la EGVC permitió la determinación de los problemas que afectan la gestión del mantenimiento, la evaluación de dicha gestión a través de un indicador con estructura multicriterio (INGM), la elección de los subsistemas de mantenimiento a aplicar en cada equipo, así como la evaluación del mantenimiento con el Sistema Alternativo de Mantenimiento, contribuye a elevar la efectividad de la gestión del mantenimiento quedando con ello validada la hipótesis de investigación.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar el procedimiento propuesto en las empresa gráficas de Cuba, aprovechando los principios sobre los que se sustenta el mismo, lo que posibilita su extensión como instrumento metodológico para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en otras organizaciones con características similares dentro del GEMPIL.
2. Para contribuir a la generalización de los resultados obtenidos, se recomienda continuar la divulgación de esta investigación mediante su publicación y presentacion en eventos científicos del GEMPIL y el MINDUS relacionados con la gestión del mantenimiento en la industria gráfica.
3. Continuar y enriquecer la presente investigación con el completamiento de las guías de inspección para el sistema de mantenimiento predictivo o por diagnóstico, así como realizar estudios relacionados con el costo del mantenimiento en la EGVC.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta Palmer, H.R. (2012). Auditoría y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento. CEIM, ISPJAE. La Habana, Cuba.
2. Alfonso Llánez, A. et al., (2006) Cómo controlar el Nivel de Gestión del Mantenimiento (NGM). Revista Ingeniería y Gestión de Mantenimiento, ISSN: 1695-3754. No. 49, año IX, Sep/Oct. 2006, pp.42-47.
3. Alfonso Llánez, A. et al., (2008d) Propuesta de procedimiento para la realización del análisis de criticidad del equipamiento productivo en la empresa. Informe de Investigación Terminada. Fondos de la biblioteca "Chiqui Gómez Lubián", código 658. 27/Alf/P. UCLV, Santa Clara, Cuba.
4. Amaris Arias, J. B., (2006) Un modelo de gestión de mantenimiento hacia la excelencia. Ponencia presentada en el V Congreso Cubano de Mantenimiento. III CIMEI. Santa Clara, Cuba.
5. Amendola, L., (2003) Modelos Mixtos de Confiabilidad. Editorial: Datastream. Valencia, España. 114 p.
6. Batista Rodríguez, C., (2000). Contribución al diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para los centrales azucareros cubanos. Tesis Doctoral. Universidad de Holguín, Cuba.
7. Benaim, S., (1994) Mantenimiento de edificios para la salud./ S. Benaim.../et al./ OPS, CAM. Buenos Aires, Argentina
8. Borda Elejabarrieta, J., (1995) Creación de un mantenimiento avanzado y beligerante. / Revista Mantenimiento. (España). No. 81, pp. 17-21.
9. Borroto Pentón, Y & De la Paz Martínez, E., (2005) Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en hospitales de la provincia Villa Clara. Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis Doctoral.
10. Borroto Pentón, Y & De la Paz Martínez, E., (2009) Sistemas de Mantenimiento. Material del curso de Maestría de Ingeniería Industrial. Mención Mantenimiento. UCLV. Cuba.
11. Borroto Pentón, Y., (2012) Gestión de Mantenimiento. Material del Diplomado en Dirección y Gestión Empresarial. UCLV. Cuba.

12. Boulart Rodríguez, Luís P., (1986) Organización y planificación del mantenimiento. La Habana- IPJAE.
13. Carvajal Brenes, J., (2012) Mantenimiento Productivo Total. Lecturas Escogidas. Costa Rica
14. Corretger Rauet, M., (1996) Auditoría y auto evaluación del mantenimiento. Revista Mantenimiento, España. 100, pp. 21-28.
15. Corretger Rauet, M., (1994) El mando intermedio en mantenimiento. Funciones, formación, responsabilidad. / Revista Mantenimiento. (España). No. 77, pp. 41-53.
16. Crespo Márquez, A., (2004) Técnicas y métodos de aplicación a la fase operativa de los equipos. / Crespo Márquez, A., Moreu de León, P., Sánchez Herguedas, A. / Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
17. De la Paz Martínez, E., (2011) Estrategias y criterios en la función mantenimiento. Material del curso del mismo nombre. Especialidad Gestión de los servicios técnicos del Turismo. UCLV, Cuba
18. De la Paz Martínez, E., (2013) Mantenimiento. Material del curso Diplomado Dirección y gestión empresarial. /E. De la Paz Martínez, Y. Borroto Pentón, y A. Alfonso Yanes/ UCLV, Cuba
19. De la Paz Martínez, E.,([1994-1) Procedimiento general para la introducción de un SAM en la ETDG de Santa Clara./ Informe del resultado científico-técnico aprobado como Logro Científico./ E. de la Paz Martínez .../et al./UCLV.
20. De la Paz Martínez, E., (1996) Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento en la Industria Textil Cubana. Aplicación en la Empresa Textil "Desembarco del Granma". Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis Doctoral.
21. Fabro, E., (2003) Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processo. Tesis de Maestría. Universidad Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil.
22. Fernández, J., (1983) Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado./ J. Fernández, J. Matos y R. Prim./Edit. Científico – Técnica. Ciudad de La Habana.
23. García Garrido, S., (2003) Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial. Editorial Díaz de Santos. Madrid, España.

-
24. García Garrido, S., (2009) Ingeniería de mantenimiento. Técnicas avanzadas de gestión del mantenimiento en la industria. Vol. 3 Mantenimiento predictivo. Editorial Renovetec. Madrid. España.
 25. García Garrido, S., (2009) Ingeniería de mantenimiento. Técnicas avanzadas de gestión del mantenimiento en la industria. Vol. 6 Mantenimiento predictivo. Editorial Renovetec. Madrid. España.
 26. García-Ahumada, F., (2003) Función del mantenimiento y las nuevas tecnologías. Revista Mantenimiento, No. 141, enero/febrero 2003. España.
 27. GEMPIL, (2012). Manual para la implementación del SAM en la industria gráfica. MINDUS.
 28. Gilbert Chevalier, M., (1996) El control centralizado desde la perspectiva del usuario y el Mantenedor. Revista Mantenimiento, España. 92: 48-49.
 29. González, J., (2013) Funciones de la gestión de activos. /Revista Con Mantenimiento Año 13 • Numero 78 • Dic. 2012 / Enero 2013. Revista portavoz en México del Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingeniería (Copiman–UPADI).
 30. Huerta, R., (2006) El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad. IAPG. Argentina.
 31. Kaufmann, A., (1975) Métodos y modelos de la investigación de operaciones. / Edición Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro. La Habana. 428 p.
 32. Kohler, Eric L., (1990) Diccionario para contadores. / Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana (UTEHA). México. 1236 p.
 33. Larralde Ledo, E. (1996) Proceso de solución de problemas aplicado a la gestión de mantenimiento. / Revista Mantenimiento. (España). No. 91, pp. 39-49.
 34. Lodola, E., (2006) Maintenance global service contracts: a guide to develop maintenance management strategies and performance indicators. Tesis de Maestría. Universidad de Pisa. Italia.
 35. Martínez Pérez, F., (2012) Algunos comentarios sobre el mantenimiento Productivo Total. Costa Rica. Primera Reimpresión. Pp. 61-64.
 36. Martínez, L., (2007) Organización y planificación de sistemas de mantenimiento. Segunda Edición. Centro de Altos Estudios Gerenciales Instituto Superior de Investigación y Desarrollo. Caracas.

-
37. Martínez San Román, D., (2013) Realización de auditoría de mantenimiento en la EMI Ernesto Guevara. / Martínez San Román, D., Borroto Pentón. / Santa Clara, Cuba, UCLV. Trabajo de Diploma.
 38. Monteiro Leite, A., (1995-1) A Manutenção na U.E. e a crise: alguns aspectos./ Revista Manutenção. (Portugal). No. 47, pp. 5-20.
 39. Mora Gutiérrez, A., (2009) Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Enfoque Sistemático Kantiano. Edición Primera. Medellín. Colombia, AMG.
 40. Mora Gutiérrez, A., (2012) Mantenimiento Industrial Efectivo. Edición Segunda. Medellín. Colombia, AMG.
 41. Moubray, J. M., (1997) RCM II. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Edición Segunda. España. Ellmann, Sueiro y Asociados.
 42. Moubray, J., (2004) Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Edición en Español. Buenos Aires- España. Aladon Ltd.
 43. Muntasell i Arcarons, J., (1994) Como gestionar el mantenimiento contratado de grandes edificios. Revista Mantenimiento, España. 73: 11-19.
 44. Navarrete Pérez, E., (1986) Mantenimiento Industrial./ E. Navarrete Pérez & J.R. González Martín./ (t.1). ISPJAE. Ciudad de La Habana. 286 p.
 45. Navarrete Pérez, E., (1989) Mantenimiento Industrial. Tomo 2. / Enrique Navarrete Pérez, José Raúl González Martín. La Habana. Editorial Pueblo y Educación.
 46. NC-ISO 19011., (2008) Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental.
 47. NRL 107 0679 17: 2005 Norma ramal para Libros y folletos. Requisitos generales de calidad.
 48. Omarov, A.M., (1977) Economía de empresas industriales. / Editorial Orbe. La Habana. 273 p.
 49. Palomino Marín, E., (1995) Concepción, desarrollo y aplicación de un instrumento virtual para el análisis espectral de vibraciones en maquinarias y estructuras. / Ponencia presentada en el I Taller Internacional de Análisis de Vibraciones. MINBAS. Ciudad de La Habana, pp. 69-82.
 50. Payment, S., (1994) La certificación de las empresas de servicio de mantenimiento. / Revista Mantenimiento. (Perú). Vol. 4. No. 2, pp. 10-14.

-
51. Pérez Hernández, M., (2013) Realización de una auditoría de mantenimiento en la UEB Pasteurizadora Cubanacán de Placetas. / Pérez Hernández, M., Borroto Pentón, Y. y Rodríguez Machado, A. /Santa Clara, Cuba, UCLV. Trabajo de Diploma.
 52. Pérez Jaramillo, C. M., (2004) El futuro del mantenimiento de la ingeniería de manufactura. Soporte y Cía. Ltda. Disponible en: [http://www.soporteycia.com.co/documentos/](http://www.soporteycia.com.co/documentos/mto_pasado1.doc) mto pasado1.doc (consultado el 16 de febrero de 2013).
 53. Pérez Jaramillo, C.M., (1992) Gerencia de mantenimiento y sistemas de información./ Soporte y CIA. Ltda., Colombia. 309 p.
 54. Portuando Pichardo, F. (1981) Economía de empresas industriales. La Habana. Editorial Pueblo y Educación.
 55. Portuondo Pichardo, F., (1989) Sistema alternativo de mantenimiento. / F. Portuondo Pichardo, B. Montes de Oca Oubiña y J.D. Morera Morera./Revista Ingeniería Industrial. (Cuba). Vol. X. No. 2. Ciudad de La Habana, pp. 113-120.
 56. Portuondo Pichardo, F., (1990) Economía de empresas industriales. / (2 partes). F. Portuondo Pichardo/ Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana.
 57. Portuondo Pichardo, F., (1994) Selección y diseño de un sistema de mantenimiento. / F. Portuondo Pichardo & A. Pérez Tejeda./ ISPJAE. Ciudad de La Habana. 94 p.
 58. Prando, R., (1996) Manual de gestión de mantenimiento a la medida. Raúl R. Prando. / Editorial Piedra Santa. Guatemala.
 59. Ríos, F., (1994) Cómo diseñar y desarrollar un plan de mejora global del mantenimiento. / Revista Mantenimiento. (España). No. 76, pp. 37-40.
 60. Rodríguez Machado, A., (2012) Manual de Gestión de Mantenimiento. A. Rodríguez Machado, A., Y. Borroto Pentón, y A. Alfonso Yanes/ UCLV, Cuba
 61. RTL 107-0679-2: 2011 Reglamento técnico para la evaluación de periódicos y tabloides
 62. RTL 107-0679-4: 2011 Reglamento técnico para la evaluación de libros, folletos y revistas
 63. Salguero Manosalvas, M. F., (2010) Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento estratégico aplicando las filosofías RCM Y FMEA a las máquinas y herramientas de la empresa Weatherford South America Inc., base 1, Francisco de Orellana. Segunda. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí.

-
64. Sánchez, A., (1991) Implantación de un sistema de mantenimiento en la Planta de Sidetur en Barquisimeto. / A. Sánchez & R. Molina./ Revista Insumo Industrial. (Venezuela). Año 2. No. 23. Editorial Tools Publicidad S.A., pp. 60-68.
 65. Sánchez Sánchez, R. (1999). Contribución al perfeccionamiento del sistema de gestión del mantenimiento a las máquinas y equipos productivos y energéticos en la fase de operación en las fábricas de azúcar crudo cubanas. Tesis Doctora. Ingeniería Industrial. UCLV, Santa Clara, Cuba
 66. Seifeddine, S., (2000) Criticality and Risk Assessment, HSB Reliability Technologies, Project Document.
 67. Seifeddine, S., (2003) Desarrollo y Optimización Efectiva de un Programa de Mantenimiento. HSB Reliability Technologies http://www.confiableidad.net/art_05/desarrollo_efectiva.ht.
 68. Sexto Congreso del P.C.C., (2011) Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. La Habana, Cuba.
 69. Sotuyo Blanco, S., (2002) La optimización integral del mantenimiento. Disponible en: http://www.mantenimientomundial.com/articulos/11_optimización.asp. (Consultado el 24 de Octubre del 2013)
 70. Stefano, L., (2006) Maintenance global service contracts: a guide to develop maintenance management strategies and performance indicators. Tesis de Especialista en Administración de la Ingeniería. Universidad de Pisa. Italia.
 71. Taboada Rodríguez, C., (1990) Organización y planificación de la producción. / C. Taboada Rodríguez /et al. / (1. Parte). Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. 230 p.
 72. Tavares, L., (1999) Administración Moderna de Mantenimiento. Edición primera. Brasil. Editorial Novo Polo Publicacoes.
 73. Tavares, Lourival A. (2012) Mantenimiento Productivo Total. Costa Rica. Primera Reimpresión: pp.149-174.
 74. Torres, L., (2005) El mantenimiento. Su implementación y gestión. Edición Segunda. Universitas. Córdoba, España.
 75. UPADI, (2012) Ponencias 301, 307, 309, 312, 316, 320, 322, 330, 333, 374 y 385, XXXIII Convención Panamericana de Ingenierías [CD-Room], Cuba, Editorial Obras, ISBN 978 959 247 094 1.

-
76. Van Kessel, N.I., (1992) Searching for the optimum through maintenance concepts: maintenance engineering in theory and practice. / Ponencia presentada en Euromaintenance '92. Lisboa.

Anexo 1: Guías para realizar el diagnóstico de mantenimiento

1- Administración del mantenimiento

Nota: Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describa su situación. Las funciones identificadas con los números (1.1, 1. 2, 1. 3) corresponden a las funciones: Sistema de información, Organización y planificación y Gestión del presupuesto, respectivamente.

Funciones	No	Aspectos	Desfavorable (0)	(1)	(2)	Favorable (3)
1.1	1.1.1	¿Sabe con exactitud cuál es el costo de pérdida de producción/servicio por falla?	No	Rara vez	A veces	Sí
	1.1.2	¿La documentación económica se encuentra correctamente ordenada y es accesible para la toma de decisiones, (para la confección de los planes de mantenimiento, costos de mantenimiento, consumo de materiales, piezas de repuesto y acciones de mantenimiento)?	No			Sí
	1.1.3	¿Posee en cada área los catálogos e información técnica de todos los equipos (marca, modelo, país de procedencia, ciclos de mantenimiento, piezas importantes del equipo y su costo, función del equipo, puesta en marcha) ?	Nunca, no les es útil	Rara vez	A veces	Sí, siempre, les es útil
	1.1.4	¿Posee registros históricos, de los mantenimientos, para cada equipo, tipo de operación, frecuencia, duración, y causas de las averías, intervalos de mantenimiento y duración, recursos materiales y humanos empleados?	No	Inadecuado	Sí, mejorable	Sí, Adecuado

	1.1.5	¿La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna?	No	Legible pero poco útil	Es útil pero inoportuna	Sí
	1.1.6	¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia y eficacia?	No	Rara vez	En ocasiones	Sí
	1.1.7	¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por período?	No	Rara vez	A veces	Sí
	1.1.8	¿Existe un software que arroje información suficiente y efectiva para la toma de decisiones en el área de mantenimiento?	No	Suficiente, pero inefectiva	Efectiva pero insuficiente	Sí
	1.1.9	¿El sistema aporta información fiable?	No	Preocupante	Mejorable	Sí
1.2	1.2.1	¿Se implementa un Plan de Mantenimiento Programado?	No	Preocupante	Mejorable	Sí
	1.2.2	¿Se encuentran definidos los objetivos del área de mantenimiento y están acorde con la política de la empresa?	No	Objetivos definidos pero no acordes	Algunos objetivos no están acordes	Sí
	1.2.3	¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantenimiento que puede hacer?	No	Sí, pero no es válido	Mejorable	Sí
	1.2.4	¿Se utilizan adecuadamente las órdenes de Trabajo y se lleva el control de avance de las mismas?	No	Se utilizan pero no se controlan	Se utilizan pero se controlan mal	Sí
	1.2.5	¿El flujo de la orden de trabajo es adecuado?	No			Sí
	1.2.6	¿Se recoge en la misma la duración de la intervención, si es preventiva o correctiva, fecha de inicio y terminación del trabajo realizado, equipo y	No	En alguna medida	En su mayoría	Sí

		departamento al que pertenece, materiales repuestos utilizados, personal que ejecuta el trabajo, incidencias y observaciones?				
	1.2.7	¿Se conoce el tiempo requerido para hacer el diagnóstico de un fallo?	No			Sí
	1.2.8	¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectivo el mantenimiento?	No			Sí
	1.2.9	¿Se mantiene un levantamiento de las reparaciones diarias?	No			Sí
	1.2.10	¿Existe compatibilidad de la toma de decisiones entre producción y mantenimiento?	No	Preocupante.	Mejorable	Sí
	1.2.11	¿Se ha realizado un análisis de criticidad de los equipos?	Nunca	Sí, pero inadecuado.	Sí, pero hay que estudiarlo	Sí, y está bien hecho
	1.2.12	¿Que porcentaje está cubierto por mantenimiento preventivo?	Menos 40	Entre 40 y 75	Entre 76 y 90	Más de 90
	1.2.13	¿El organigrama de mantenimiento está actualizado y completo?	No existe	Desactualizado e incompleto	Actualizado e incompleto	Sí
	1.2.14	¿Existe el plan de lubricación y de conservación actualizado por equipos?				
	1.2.15	El programa de mantenimiento preventivo incluye: listas de verificación para lubricación, con inspecciones detalladas, personal específico asignado y diagnóstico (si se realiza) de análisis de vibraciones, aceite y termografía	No	Establece muy pocos elementos	Establece casi todos los elementos	Sí
1.3	1.3.1	¿Está definido un presupuesto anual para gastos de	No	Sí, pero no		Sí

		mantenimiento y obedece a un análisis de las necesidades?		obedece las necesidades		
	1.3.2	¿El departamento de mantenimiento o la dirección a la cual se subordina participa en la previsión del presupuesto para mantenimiento?	No	Casi nunca.	En ocasiones	Sí, siempre
	1.3.3	¿El presupuesto para mantenimiento garantiza la adquisición de los recursos para la organización, planificación, ejecución y control del mantenimiento?	No	En alguna medida	En su mayoría	Sí

2. Servicios de terceros.

Nota: Las funciones identificadas con los números (2.1, 2.2, 2.3) corresponden a las funciones: Selección y evaluación de proveedores, Administración de las relaciones y Selección de las actividades a tercerizar, respectivamente.

2.1	2.1.1	¿Tiene definido un procedimiento para la selección de proveedores de servicios de mantenimiento, y se lleva a cabo según los criterios de técnica y de competencia?	No			Sí
	2.1.2	¿Los procedimientos para la selección de proveedores de mantenimiento están correctamente implementados?	No	Preocupante	Mejorable	Sí
	2.1.3	¿Se incluyen cláusulas de resultados en los contratos con empresas contratistas?	No	Rara vez	A veces	Sí
	2.1.4	¿Se desarrollan garantías de calidad y de colaboración con los contratistas?	No	Casi nunca.	En ocasiones	Sí
	2.1.5	¿Se conoce la calificación del personal técnico que presta el servicio de tercerización?	No	En algunos casos.	Casi siempre	Sí

	2.1.6	¿Se verifica el cumplimiento de la garantía?	No	Casi nunca	Habitualmente	Sí
2.2	2.2.1	¿Se elaboran los documentos descriptivos de los trabajos y los pliegos de condiciones?	No	Rara vez	A veces	Sí
	2.2.2	¿Tiene un procedimiento establecido para evaluar y homologar los proveedores?	No	Sí, pero mal establecido	Sí, pero mejorable	Sí
	2.2.3	¿Se dispone de un procedimiento que permita llevar a cabo una acción de seguimiento que incluya la reevaluación de los proveedores que no han actuado satisfactoriamente?	No	Preocupante	Mejorable	Sí
	2.2.4	¿Existe un presupuesto para la tercerización de mantenimiento en la empresa?	No			Sí
	2.2.5	¿Se encuentra definido lo necesario para establecer el control de recepción de equipos intervenidos por el contratista?	No	Sí, pero mal definido	Sí, pero mejorable	Sí
2.3	2.3.1	¿Se encuentra definida una política para la contratación de trabajos de mantenimiento, incluyendo sus metas y objetivos?	No	Sí, pero mal definido	Sí mejorable	Sí
	2.3.2	¿Sabe qué actividades es más rentable tercerizar que realizar con recursos propios?	No			Sí
	2.3.3	¿Resulta efectiva la política de contratación existente?	No	En algunos casos	Casi siempre	Sí

3-Personal de mantenimiento

Nota: Las funciones identificadas con los números (3.1, 3.2, 3.3) corresponden a las funciones: Estructura y plantilla de personal, Calificación, plan de formación, evaluación, Motivación y participación, respectivamente.

3.1	3.1.1	¿La plantilla de mantenimiento se encuentra definida y cubierta adecuadamente?	No			Sí
	3.1.2	¿Están claramente definidas las responsabilidades y tareas del personal? ¿Se verifican periódicamente?	No	Sí, pero no se verifican	Sí, se verifican ineficientemente	Sí
	3.1.3	¿El perfil del personal se corresponde con las necesidades existentes?	No			Sí
	3.1.4	¿Existen los procesos de comunicación adecuados dentro de la organización?	No	Existen, pero inadecuados	Existen, pero son mejorables	Sí
	3.1.5	¿Qué porcentaje del personal de mantenimiento está ligado a un plan de incentivos basado en la producción?	Menos de 50	Entre 50 y 75	Entre 76 y 99	100
3.2	3.2.1	¿Se poseen planes de actualización, capacitación y adiestramiento del personal de mantenimiento?	No			Sí
	3.2.2	¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?	No	Rara vez	A veces	Sí
	3.2.3	¿Quién recibe la capacitación?	Especialistas de mantenimiento	Especialistas de mantenimiento y supervisores de línea	Especialistas de mantenimiento, supervisores y operarios	Especialistas de mantenimiento, supervisores, operarios y personal de mantenimiento
	3.2.4	¿Los operarios realizan tareas simples de mantenimiento?	No	Rara vez	A veces	Sí
	3.2.5	¿Tiene registros de los operarios que trabajan en	No			Sí

		los equipos?				
	3.2.6	¿Están definidos los métodos y procedimientos para evaluar el desempeño del personal?	No	Sí, pero mal definidos	Sí, pero pueden mejorarse	Sí
	3.2.7	¿Se conoce con exactitud cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento?	No			Sí
	3.2.8	¿Los trabajadores reciben de manera periódica formación en materia de gestión de mantenimiento?	No	Rara vez	A veces	Sí
3.3	3.3.1	¿La fluctuación del personal afecta la ejecución de los planes de trabajo?	Sí			No
	3.3.2	¿El personal se encuentra motivado a realizar su labor y desarrollar sus iniciativas?	No			Sí
	3.3.3	¿El criterio del personal de mantenimiento es tomado en cuenta para la toma de decisiones?	No	Rara vez	A veces	Sí
	3.3.4	¿Existe buena comunicación entre el personal de producción y el de mantenimiento?	No	Preocupante	Mejorable	Sí

4- Gestión de piezas de repuesto

Nota: Las funciones identificadas con los números (4.1, 4.2) corresponden a las funciones: Gestión de Compras y Gestión de Inventarios, respectivamente.

4.1	4.1.1	¿Hay alguna persona designada particularmente para encargarse del seguimiento de los pedidos?	No			Sí
-----	-------	---	----	--	--	----

	4.1.2	¿Se opina que el plazo de emisión de un pedido es lo suficientemente corto?	Muy largo	Mayormente largo	Medianamente corto	Suficientemente corto.
	4.1.3	¿Se conoce el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	No	En casi ningún grupo	En algunos grupos	Sí
	4.1.4	¿Está definido e implementado un sistema para la inspección y ensayo de las entradas de repuestos al almacén?	No	Se está definiendo	Está definido, pero aún no se ha implementado.	Sí
	4.1.5	¿Se encuentran identificados y clasificados los proveedores de partes y repuestos?	No	Se están identificando	Se encuentran identificados, pero aún no se han clasificado	Sí
	4.1.6	¿Se encuentra bien definido e implementado un plan de acción para darle respuesta a solicitudes de repuestos de emergencia?	No	Sí, pero está mal definido	Sí, pero es mejorable	Sí
	4.1.7	¿Existen indicadores para evaluar la eficacia del sistema de compras de piezas y repuestos?	No	Existen, pero inadecuados	Existen, pero son mejorables	Sí
	4.1.8	¿El sistema de compra de piezas y repuestos es ágil?	Demasiado lento	Lento.	Sí, pero es mejorable	Sí
4.2	4.2.1	¿Las fichas de <u>stock</u> se encuentran en todo momento actualizadas (manualmente o informatizada)?	No están actualizadas	Fichas mal actualizadas	Actualizadas de manera manual	Sí, y están informatizadas
	4.2.2	¿Se hace correctamente un seguimiento del consumo de repuestos para los distintos	No	Se hace, pero mal	Se hace, pero puede mejorar	Sí

		equipos?				
4.2.3	¿Se puede disponer con facilidad del valor y número de artículos en <u>stock</u> ?	No	Rara vez	A veces	Sí	
4.2.4	¿Está bien definido el punto de pedido y las cantidades a reaprovisionar para cada artículo en stock?	No	Sí, pero está mal definido	Sí, pero es mejorable	Sí	
4.2.5	¿Existe una lista de repuestos mínimos a mantener en <u>stock</u> y se actualiza periódicamente?	No	Existe pero no es válida	Puede ser mejorada	Sí	
4.2.6	¿Con qué frecuencia las listas de nuevos pedidos son enviados a compras?	No se envían	Mensualmente	Cada 3 días	Diariamente	
4.2.7	¿Todos los criterios para seleccionar el repuesto mínimo son coherentes?	No	Casi ningún criterio es coherente	Casi todos los criterios son coherentes	Sí	
4.2.8	¿Existe un sistema coherente y adecuado para realizar inventarios del material contenido en el almacén?	No	Existe, pero es inadecuado	Existe, pero es mejorable	Sí	
4.2.9	¿Puede definir el tamaño necesario del inventario para garantizar determinada disponibilidad del equipo?	No			Sí	
4.2.10	¿Se conoce la ubicación física de todo lo existente en el almacén?	No	En algunos casos	Casi siempre	Sí	
4.2.11	¿Está definido e implementado un procedimiento para el pronóstico de la	No	Está, pero mal elaborado	Está, pero puede ser mejorado	Sí	

		demanda de piezas de repuesto?				
	4.2.12	¿Es adecuado el estado físico de los almacenes y los medios unitarizadores?	No	Preocupante	Mejorable	Sí
	4.2.13	¿Se conoce con exactitud cuál es el costo de los repuestos de cada equipo?	No	Se conoce el costo de repuesto de algunos equipos	Se conoce el costo de repuesto de casi todos los equipos (Más del 80%)	Sí
	4.2.14	¿Existen y se aplican indicadores para evaluar la eficacia del almacén?	No	Sí existen, pero se aplican rara vez	Existen, pero se aplican solo a veces	Sí
	4.2.15	¿El documento para el control de materiales y repuestos a utilizar establece: número de la Orden de trabajo, número de solicitud, material solicitado, cantidad, unidad de medida, código, precio (MN y/o USD), importe, área (entidad donde se utiliza), firma del que autoriza (nombre y apellidos) y firma del que recibe los materiales (nombre y firma)?	No	Establece muy pocos de estos parámetros	Establece casi todos estos parámetros	Sí

5- Evaluación y control

Nota: Las funciones identificadas con los números (5.1, 5.2, 5.3) corresponden a las funciones: Organización de la evaluación, Empleo de indicadores y Auditoría y Toma de decisiones.

5.1	5.1.1	¿Se han establecido procedimientos documentados para la realización de auditorías internas?	No	Sí, pero mal establecidos	Sí, pero se pueden mejorar	Sí
-----	-------	---	----	---------------------------	----------------------------	----

	5.1.2	¿Está definido como norma, la evaluación del mantenimiento y es respetada por los integrantes del área?	No	Sí, pero mal definido	Sí, pero se pueden mejorar	Sí
	5.1.3	¿Se han identificado, para cada actividad de mantenimiento, los parámetros o características del servicio que han de controlarse?	No	Sí, pero mal identificado	Sí, pero se pueden mejorar	Sí
	5.1.4	¿Se dispone de registro de controles estadísticos adecuados para la demostración de la confiabilidad del servicio de mantenimiento?	No			Sí
	5.1.5	¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	No	Algunas veces	Casi siempre	Sí
	5.1.6	¿Se encuentran estipulados los tiempos estándares para el mantenimiento de equipos?	No			Sí
5.2	5.2.1	¿Se poseen parámetros confiables para realizar el control y evaluación de los servicios de mantenimiento?	No	Algunas veces	Casi siempre	Sí
	5.2.2	¿Están definidos y utilizándose un grupo de indicadores para realizar la evaluación y control del mantenimiento?	No			Sí
	5.2.3	¿Resultan adecuados los indicadores definidos para la evaluación y control del mantenimiento?	No			Sí
	5.2.4	¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallos?	No	Sí, pero mal cuantificado	Sí, pero se puede mejorar	Sí

	5.2.5	¿Se lleva un control estadístico de los gastos de mantenimiento por equipos?	No	Casi nunca	Habitualmente	Sí
	5.2.6	¿Se lleva un control del grado de avance de las órdenes de Trabajo?	No	Algunas veces	Casi siempre	Sí
5.3	5.3.1	¿Se compara el desempeño del mantenimiento con el de organizaciones similares para conocer cuán bien se marcha (Benchmarking)?	No	Casi nunca	Habitualmente	Sí
	5.3.2	¿Existe un sistema para investigar las causas de las no conformidades del servicio de mantenimiento?	No	Existe, pero es ineficiente	Existe, pero se puede mejorar	Sí
	5.3.3	¿Qué porcentaje de las inspecciones de mantenimiento preventivo son controladas para asegurar su cumplimiento?	Menos de 40	Entre 40 y 75	Entre 76 y 90	Más de 90
	5.3.4	¿Qué porcentaje de las operaciones de mantenimiento son registradas por la computadora?	Menos de 40	Entre 40 y 75	Entre 76 y 90	Más de 90
	5.3.5	¿Qué porcentaje de las compras e inventarios de mantenimiento son controladas por medio de la computadora?	Menos de 40	Entre 40 y 75	Entre 76 y 90	Más de 90
	5.3.6	¿Se planifican acciones correctivas para deficiencias encontradas en las auditorías o evaluaciones internas, con plazos de consecución determinados?	No	Sí, pero mal planificadas	Sí, pero se puede mejorar la planificación	Sí
	5.3.7	¿Se toman medidas de seguimiento para asegurar la eficacia de las acciones correctivas?	No	Casi nunca	Casi siempre	Sí

	5.3.8	¿Los resultados del mantenimiento se analizan y se toman decisiones a partir del análisis efectuado?	No	Casi nunca	Habitualmente	Sí
--	--------------	--	----	------------	---------------	----

6-Infraestructura

Nota: Las funciones identificadas con los números (6.1, 6.2, 6.3) corresponden a las funciones: Instalaciones, Equipamiento y Medios técnicos y herramientas, respectivamente.

6.1	6.1.1	¿Está determinada, proporcionada y mantenida la infraestructura necesaria que permita alcanzar la conformidad con la prestación del servicio de mantenimiento?	No.			Sí.
	6.1.2	¿Es suficiente el espacio disponible en el taller de mantenimiento para poder realizar todos los trabajos demandados?	No			Sí.
	6.1.3	¿El taller de mantenimiento está bien ubicado respecto a los equipos a brindarle mantenimiento?	No			Sí
	6.1.4	¿Todos los equipos se encuentran colocados adecuadamente dentro del taller de mantenimiento y debidamente señalizados?	No	Casi ninguno	Casi todos	Sí
	6.1.5	¿El taller de mantenimiento está limpio y ordenado?	No	Casi nunca	Casi siempre	Sí
	6.1.6	¿Las oficinas están limpias y ordenadas?	No	Preocupante	Mejorable	Sí
	6.1.7	¿Se cuenta con los medios adecuados en las oficinas (ordenadores, impresoras, teléfonos,	No	Preocupante	Mejorable	Sí

		etc.)?				
	6.1.8	¿El taller cuenta con medios adecuados al tipo de trabajo que se realiza?	No	Carencias importantes	Faltan algunos	Sí
6.2	6.2.1	¿Sabe el valor de adquisición y residual de cada uno de sus equipos?	De ninguno	De casi ninguno.	De casi todos	De todos
	6.2.2	¿Tiene un levantamiento de planta que describa e identifique a todos los equipos a mantener?	No	Describe a algunos equipos	Describe a casi todos los equipos	Sí
	6.2.3	¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	No	Para algunos equipos	Para casi todos los equipos	Sí
	6.2.4	¿Se consulta al personal de mantenimiento y/o producción para la selección de nuevo equipamiento?	No	Casi nunca	Casi siempre	Sí
	6.2.5	¿Se encuentra estipulada una política de reemplazo de equipos en la empresa?	No	Sí, pero está mal estipulada	Sí, pero es mejorable	Sí
	6.2.6	¿Los equipos están limpios y en buen estado técnico?	< 20%	Entre el 20 y 60%	Entre el 61 y 89%	Entre 90 y 100%
6.3	6.3.1	¿Su organización tiene catalogadas las herramientas a utilizar en cada tarea?	No	Sí, pero mal catalogado	Sí, pero se puede mejorar	Sí
	6.3.2	¿La instrumentación utilizada en el mantenimiento tiene una calibración certificada?	No			Sí
	6.3.3	¿Las herramientas existentes se corresponden con las que se necesitan?	No	Carencias importantes	Faltan algunas	Sí

	6.3.4	¿Se mantienen las herramientas?	Nunca	Casi nunca	Habitualmente	Siempre
	6.3.5	¿Está garantizada las suficientes las herramientas para realizar las labores de mantenimiento?	No	En alguna medida	En gran medida	Sí
	6.3.6	¿Existe un inventario considerable de las herramientas que se usan para el mantenimiento?	No	Mucha diferencia con lo que hay.	Sí, pero no es completo	Sí y es correcto
	6.3.7	¿Los útiles y herramientas se encuentran cerca del taller de mantenimiento?	No	No tan cerca	Relativamente cerca	Sí

7- Seguridad

Nota: Las funciones identificadas con los números (7.1, 7. 2, 7.3) corresponden a las funciones: Formación periódica en seguridad, Control del Plan de Seguridad y Control de evaluación de riesgos, respectivamente.

7.1	7.1.1	¿Los trabajadores reciben formación en seguridad?	No			Sí
	7.1.2	¿Esta formación es la adecuada?	No	Más o menos	En gran medida	Sí
7.2	7.2.1	¿Existe un plan de seguridad en la empresa?	No	Preocupante	Mejorable	Sí
	7.2.2	¿Este plan de seguridad se aplica correctamente?	Nunca	En ocasiones	Casi siempre	Siempre
	7.2.3	¿El plan resulta adecuado?	No	Poco adecuado	Mejorable	Sí
	7.2.4	¿Se realizan auto-inspecciones periódicas que verifiquen el cumplimiento de los planes de medida?	No			Sí
7.3	7.3.1	¿Los talleres de mantenimiento se localizan en un	Lugar inapropiado y	Lugar regular (necesarias)	Lugar apropiado	Lugar apropiado y

		lugar apropiado y sin posibles riesgos?	sin posibles riesgos	mejoras mayores)	(posibles mejoras)	sin riesgos
7.3.2		¿Se ha efectuado la evaluación de riesgos al personal?	No	Sí, pero está mal hecha	Sí, pero es mejorable	Sí
7.3.3		¿Se cuenta con un programa de prevención de riesgos relacionados con la seguridad?	No			Sí
7.3.4		¿Los trabajadores conocen los riesgos a los que están expuestos durante la jornada laboral?	No	En alguna medida	En gran medida	Sí
7.3.5		¿La empresa cuenta con medios de protección individual?	Ninguno	Algunos	Varios	Todos
7.3.6		¿Los trabajadores usan los medios de protección individual?	Nunca	A veces	No siempre	Siempre
7.3.7		¿Se investigan las causas de accidentabilidad?	No			Sí
7.3.8		¿Se conocen por parte de los trabajadores los planes de contingencia ante catástrofes?	No			Sí
7.3.9		¿Se lleva a cabo un programa de atención a la salud de los trabajadores?	No			Sí

8-Medio Ambiente

Nota: Las funciones identificadas con los números (8.1, 8.2) corresponden a las funciones: Control del Plan Medioambiental y Formación periódica medioambiental, respectivamente.

8.1	8.1.1	¿Existe un plan medioambiental?	No	Sí, pero está mal hecho	Es mejorable	Sí, está bien hecho
-----	-------	---------------------------------	----	-------------------------	--------------	---------------------

	8.1.2	¿En este plan se analizan adecuadamente los aspectos medioambientales y su significación?	No	Sí, pero está mal hecho	Mejorable	Sí
	8.1.3	¿Este plan se lleva a cabo correctamente?	Nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
	8.1.4	¿El personal actúa de acuerdo con el plan medioambiental?	Nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
	8.1.5	¿El tratamiento aplicado a los desechos peligrosos es el adecuado?	No	A veces	Casi siempre	Sí
	8.1.6	¿La entidad cumple con las medidas de seguridad de almacenamiento de productos químicos, peligrosos para el Medio Ambiente?	No	A veces	Casi siempre	Sí
8.2	8.2.1	¿Existe formación periódica medioambiental?	No			Sí
	8.2.2	¿Esta formación es la correcta?	No	Más o menos	En gran medida.	Sí
	8.2.3	¿Los trabajadores conocen los impactos que ocasionan en su puesto de trabajo?	No	Más o menos	En gran medida	Si

9- Aseguramiento a la calidad

Nota: Las funciones identificadas con los números (9.1, 9.2, 9.3) corresponden a las funciones: Normas del Proceso tecnológico, Normas de Inspección del Proceso, Código de prácticas de higiene, respectivamente.

9.1	9.1.1	¿Existe las Normas del Proceso Tecnológico, por etapas de los productos a elaborar y se revisan?	No	Sí, pero está mal hecho	Es mejorable	Sí, está bien hecho
	9.1.2	¿Se conocen y utilizan las normas de proceso tecnológico por la dirección y personal de	No	Más o menos	En gran medida	Sí

		mantenimiento?				
	9.1.3	¿Existe aseguramiento petrológico y cumple con los parámetros de proceso?	Nunca	A veces	En gran medida	Siempre
	9.1.4	¿Existe capacitación del personal en este aspecto?	No			Sí
	9.1.5	¿La administración toma medidas necesarias cuando se violan los parámetros de las normas de los procesos?	No	A veces	En gran medida	Sí
9.2	9.2.1	¿Existe las normas de inspección del proceso y se cumplen de acuerdo al tiempo establecido por etapas?	No	Sí, pero está mal hecho	Es mejorable	Sí
	9.2.2	¿Se conocen las normas de inspección del proceso y se inspecciona por ellas?	No	A veces	Casi siempre	Sí
	9.2.3	¿Se capacita el personal técnico y obrero para el cumplimiento de las etapas del proceso?	No			Si
	9.2.4	¿La administración toma las medidas necesarias cuando se violan los parámetros de las normas de inspección?	No	A veces	En gran medida	Si
9.3	9.3.1	¿Existe el código de prácticas de higiene?	No	Sí, pero está mal hecho	Mejorable	Sí
	9.3.2	¿Se conoce el código de prácticas de higiene y se practica por los operarios?	No	Más o menos	En gran medida	Sí
	9.3.3	¿Se capacita al personal técnico y obrero para el cumplimiento?	No			Sí

	9.3.4	¿Se conocen las reglas de manipulación de los procesos para lograr su inocuidad?	No	Más o menos	En gran medida	Sí
	9.3.5	¿La estructura interna y el equipamiento responden a las exigencias del proceso y son fáciles de limpiar?	No	En alguna medida	Casi siempre	Sí
	9.2.6	¿Se capacita al personal en materia de limpieza y desinfección?	No			Sí

Anexo 2: Equipamiento tecnológico de la EGVC

No.	Equipo	Cant.	Funciones	Marca	Modelo	No. Serie	Años de fabricación	Años de explotación	Estado técnico			Averías más frecuentes
									B	R	M	
1	Máquina de impresión off set Rotativa 2C	2	Impresión de periódicos y tabloides	Man	Rondoset Petit	496	1988	24		X		Desgaste en los rodillos. Desgaste de las mantas. Agujas partidas. Calzos en las mantas. Correas desgastadas.
2	Máquina de impresión off set Rotativa 2C	2	Impresión de la tripa de libros, folletos, libretas escolares	Man	Rondoset Petit	265	1986	24		X		Desgaste en los rodillos. Desgaste de las mantas. Agujas partidas. Calzos en las mantas. Correas desgastadas.
3	Máquina de Impresión Off set	2	Impresión de modelos y otras producciones	Romayor	314	C632	1986	26		X		Desgaste de los rodillos. Cumacera desgastada. Falta de recape en los rodillos.
4	Máquina de Impresión Directa (Troqueladora)	1	Troquela cartulina para hacer colgantes, cajitas, blondas	Heidelberg	Original Heidelberg	L89	1981	30		X		Desgaste en los troqueles. Desgaste en el mecanismo principal
5	Máquina de Impresión Directa (Foliadora)	1	Numeración de modelos	Heidelberg	Original Heidelberg	M56	1976	37		X		Polea desgastada. Correa partida
6	Máquina de Impresión Off set (4 torres)	1	Imprime a cuatro colores portadas, afiches, almanaques, etc	Heidelberg	GTO VP	65 B 8	1988	24		X		Problemas con el echador de tinta. Chumaceras desgastadas. Rodamientos defectuosos.
7	Máquina de Impresión Off set	1	Impresión de modelos y otras producciones	Heidelberg	TOK 22	2-A 36	1988	24			X	Desgaste en los chupadores

8	Máquina de Impresión Off set	2	Imprime a cuatro colores portadas, afiches, almanaques, etc	Heidelberg	Sormz	37 B	1981	30		X		Problemas con el echador de tinta. Chumaceras desgastadas. Rodamientos defectuosos.
9	Prensa de Pase	1	Imprime a la plancha <u>Offset</u> caracteres para ser impresos	Cabinato	ESP PK-120	4658	2001	13	X			Bomba de vacío, Lámpara, encendedor.
10	Reveladora de planchas	1	Revela la plancha fotosensible <u>Offset</u>	Suilup	Speed 2001	236	2000	13		X		Cepillo desgastado, rodamientos averiados, Recape de rodillo.
11	Equipo de recirculación	1	Recircula el agua de la reveladora de planchas	Niagara	M	212	2001	13	X			Bomba de agua
12	Prensa de Pase	1	Imprime a la plancha <u>Offset</u> caracteres para ser impresos	Reprotechnik	CP	420	1988	24		X		Bomba de vacío, Lámpara, encendedor.
13	Prensa de Pase	1	Imprime a la plancha <u>Offset</u> caracteres para ser impresos	5009-1	2FK-66	45698	1990	20			X	Bomba de vacío, Lámpara, encendedor.
14	Mesa de compaginación	6	Ayuda en el montaje de las producciones para ser impresas	Reprotechnik	FKM	6231	1990	20		X		Lámpara fundida
15	Filmadora	1	Filma películas prediseñadas digitalmente	Accuset 999	AGFA	XC8	2009	7	X			Panel eléctrico.
16	Perforadora de planchas	2	Perfora planchas para el montaje	Reprotechnik	FKM		1988	24	X			Cuchillas desgastadas
17	Guillotina de planchas	1	Corta planchas a la medida	Reprotechnik	FKM		1988	24		x		Cuchillas desgastadas
18	Ponchadora de planchas	2	Perfora planchas para el montaje	Reprotechnik	FKM		1988	24		X		Cuchillas desgastadas
19	Dobladora de planchas	2	Dobla planchas para el montaje	Reprotechnik	FKM		1988	24		X		Rodamientos desgastados
20	Guillotina Frontal	1	Corta y repela papel y cartulina a la medida,	Polar	115	47G 21	1990	24		X		Cuchillas desgastadas. Correas partidas. Ajuste en el mecanismo de corte.

21	Guillotina Frontal	1	Corta y repela papel y cartulina a la medida	Polar	EL- 90	125 G 6	1987	26		X	Cuchillas desgastadas. Correas partidas. Ajuste en el mecanismo de corte.
22	Guillotina Frontal	1	Corta y repela papel y cartulina a la medida	BR	135	XLG -8	1990	23		X	Cuchillas desgastadas. Correas partidas. Ajuste en el mecanismo de corte.
23	Guillotina Frontal	1	Corta y repela papel y cartulina a la medida	Seipa	135	2XB 589	1991	22	X		Cuchillas desgastadas. Correas partidas. Ajuste en el mecanismo de corte.
24	Guillotina Frontal	1	Corta y repela papel y cartulina a la medida	BR	139	56984	1990	23		X	Cuchillas desgastadas. Correas partidas. Ajuste en el mecanismo de corte.
25	Guillotina Trilateral	1	Corta libros por los tres laterales	Sthal	VBF	4HR456	1991	22		X	Cuchillas desgastadas. Ajuste en el mecanismo de corte.
26	Guillotina Trilateral	1	Corta libros por los tres laterales	3BT-125	125/45	32569	1988	24		X	Cuchillas desgastadas. Ajuste en el mecanismo de corte.
27	Línea de Presillado	1	Alza, presilla y corta libros, folletos, revistas y libretas escolares	Grapha	Muzo	XC 214-X	1990	23		X	Remachadores desgastados, Cuchillas desgastadas, Cabezal desgastado.
28	Presilladora	1	Presilla documentos, libros y folletos	ZD	2B	FG 9	1985	28		X	Cabezal desgastado
29	Línea de presillado	1	Alza, presilla y corta libros, folletos, revistas y libretas escolares	Grapha	600 DDS	36987	1990	23		X	Remachadores desgastados, Cuchillas desgastadas, Cabezal desgastado.
30	Encoladora	1	Encuaderna libros alzados.	Sulby	2500	KL-56	1989	24		X	Resistencia partida, Termostato, Caldero de la cola
31	Encoladora	1	Encuaderna libros alzados.	Baby Pony	246	965-X	1987	26		X	Resistencia partida, Termostato, Caldero de la cola

32	Dobladora	1	Dobla portadas de libros, libretas y revistas	Multi Effect	LBW	KI-4	1990	24				Panel electrónico
33	Alzadora	1	Alza cuadernillos impresos con 16 estaciones.	Reprotechnik	MBK		1985	28		X		Panel electrónico
34	Empacadora flejadora	5	Empaqueta mediante cinta producciones terminadas	Gerd Mosca AG	RO-N-P5	PKF 569	2008	6		X		Resistencia, Porta rollo.
35	Retractiladora	1	Retractila con nylon producciones terminadas	SmiPack	EP 6000CS	FP 600	2009	5	X			Rodillos desgastados, resistencia, bandas desgastadas.
36	Transportador	9	Transporta por las esteras periódicos y tabloides para distribuir.	Reprotechnik	TPU-3	56874	1988	24			X	Rodamientos desgastados, Rotura en las bandas
37	Compresor	2	Distribuye aire comprimido para el funcionamiento de los equipos de impresión	Genesis	K 01 T	45362	2012	2	x			Filtros tupidos. Falta de aceite
38	Compresor	2	Distribuye aire comprimido para el funcionamiento de los equipos de impresión	Bogge	SD 10	500050	2003	10	x			Filtros tupidos. Falta de aceite

Anexo 4: Relación de equipos tecnológicos y su clasificación

Sub sistema al que pertenecen	Equipo	Modelo	Grupo
Predictivo o por diagnóstico	Filmadora	AGFA	I
	Prensa de pase	PK 120	I
	Prensa de pase	2FK-66	I
	Prensa de pase	CP	I
	Reveladora de planchas	Speed 2000	I
	Equipo de recirculación	Niagara	I
	Máquina de Impresión Off set Rotativa (4)	Rondoset Petit	I
	Máquina de Impresión Off set (2 torres)	Heidelberg Sormz	I
	Máquina de Impresión Directa (Troqueladora)	Original Heidelberg	I
	Máquina de Impresión Off set (4 torres)	Heidelberg GTO VP	I
	Guillotina Frontal	Polar 115	I
	Guillotina Frontal	Polar EL-90	I
	Guillotina Frontal	Seipa 135	I
	Guillotina Frontal	BR 139	I
	Guillotina Trilateral	Sthal VBF	I
	Guillotina Trilateral	3BT-125	I
	Línea de Presillado	Grapha Muzo	I
	Línea de presillado	Grapha 600 DDS	I
	Encoladora	Sulby 2500	I
	Encoladora	Baby Pony 246	I
	Alzadora de cuadernillos		I
	Compresor (2)	Génesis	I
	Compresor (2)	Bogge	I
Mantenimiento Preventivo Planificado	Máquina de Impresión Off set (2)	Romayor 314	II
	Máquina de Impresión Directa (Foliadora)	Original Heidelberg	II
	Máquina de Impresión Off set	Hweidelberg TOC 22	II
	Dobladora	Multi Effect LBW	II
	Empacadora flejadora (5)	Gerd Mosca AG	II
	Guillotina de planchas (2)	Reprotechnik	II
	Perforadora de planchas (2)	Reprotechnik	II
	Ponchadota de planchas (2)	Reprotechnik	II
	Dobladora de planchas (2)	Reprotechnik	II
Mantenimiento correctivo	Mesa de compaginación	Reprotechnik	III
	Presilladora	ZD 2B	III
	Retractiladora	SmiPack EP 6000CS	III
	Transportador (10)	TPU-2	III

Integración Poligráfica			RE. 7-01 Plan Anual de Mantenimiento Año: (1)								Elaborado por: (2)									
			Área: (4)								Aprobado por: (3)									
No.	Área		M e s e s												Total de horas					
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	I/C	LL	R	RP	RG	
(5)	(6)	PLAN	(7)												(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
		REAL	(8)																	
		PLAN																		
		REAL																		
		PLAN																		
		REAL																		
		PLAN																		
		REAL																		
		PLAN																		
		REAL																		
		PLAN																		
		REAL																		
		PLAN																		
		REAL																		
		PLAN																		
		REAL																		
	Total (14)	PLAN																		
		REAL																		

Anexo 6: Acta de avería

ACTA DE AVERÍA No. _____	EMPRESA: _____ ESTABLECIMIENTO: _____	FECHA: _____
1- Fecha y Hora en la que ocurrió la avería _____ 2- Nombre del equipo y datos técnicos _____ _____ 3- Nombre del operario _____ 4- Nombre del J' de taller/ turno _____ 5- Descripción de la avería _____ _____ _____ _____ 6- Causas _____ _____ _____ 7- Defectos encontrados _____ _____ _____ _____ 8- Trabajos realizados – Recomendaciones _____ _____ _____ _____		

9- Medidas técnico – administrativas _____

10- Duración de la reparación – (Horas) _____

11- Fuerza de trabajo utilizada – Calificación – Cantidad _____

12- Materiales y piezas utilizadas _____

13- Afectación a la producción _____

14- Observaciones y/o recomendaciones generales _____

15- Comisión:

Presidente	Miembro
Miembro	Fecha

Anexo 5: Solicitud de materiales.

Entidad	Código	SOLICITUD DE MATERIALES		D	M	A
Unidad	Código					
ALMACEN AL QUE SOLICITA				Código		
Orden de producccución No.		Lote	Centro de costo	Código		
Orden de Trabajo No.		Producto	Código	Otros		
Código	Descripción		UM	Cantidad		
Solicitado	Autorizado		Recibido	No.		
Nombre	Nombre		Nombre			
Firma	Firma		Firma			

Anexo 8: Resultados del cálculo de la estadía, laboriosidad y costos en los equipos.

Equipo	Sistema de MPP			Sistema Alternativo de Mantenimiento		
				Sistema Predictivo		
	Laboriosidad	Estadía	Costo total	Laboriosidad	Estadía	Costo total
	(h-h/6 meses)	(h)	(\$/6 meses)	(h-h/6 meses)	(h)	(\$/6 meses)
Filmadora	7	2,52	22,34	4	2,27	20,56
Prensa de pase	12	4,32	54,86	10	1,53	53,16
Prensa de pase	12	3,15	46,21	6	2,41	44,51
Prensa de pase	12	14,16	51,34	7	8,34	49,44
Reveladora de planchas	9	2,16	49,28	10	1,2	47,58
Equipo de recirculación	4	2,32	36,84	2	1,53	35,14
Máquina de Impresión Off set Rotativa	23	56,26	176,82	14	44,2	57,36
Máquina de Impresión Off set Rotativa	12	32,16	136,54	11	13,52	38,68
Máquina de Impresión Off set Rotativa	17	22,3	84,62	8	10,35	36,12
Máquina de Impresión Off set (2 torres)	10	16,2	87,61	8	12,41	61,25
Máquina de Impresión Directa (Troqueladora)	10	13,46	162,84	7	6,45	30,51
Máquina de Impresión Off set (4 torres)	12	14,56	145,23	6	6,42	21,36
Guillotina Frontal	7	41,6	116,8	5	9,51	15,18
Guillotina Frontal	9	2,8	75,32	4	1,32	40,53
Guillotina Frontal	6	16,25	188,4	2	7,56	26,36
Guillotina Frontal	7	12,23	132,54	3	4,25	65,45
Guillotina Trilateral	6	160,5	68,56	8	45,31	46,39
Guillotina Trilateral	9	16,42	46,58	6	31,24	24,00
Línea de Presillado	12	4,21	74,23	9	1,34	57,49
Línea de presillado	12	7,36	62,81	10	5,42	25,34
Encoladora	9	19,2	43,18	8	7,46	28,52
Encoladora	12	4,14	52,5	6	3,16	18,46
Alzadora de cuadernillos	9	41,13	18,64	5	24,15	14,65
Compresor (2)	6	142,5	102,3	4	84,37	65,26
Compresor (2)	4	6,53	95,53	5	3,41	35,24

Indicador	u.m.	MPP	SAM	Ahorro
Laboriosidad	h-hombre	248	168	80
Estadía	horas	658,44	339,13	319,31
Costo Total	\$	2131,92	958,54	1173,38

(Continuación Anexo 8)

Equipo	Sistema de MPP			Sistema Alternativo de Mantenimiento		
				Sistema correctivo		
	Laboriosidad	Estadía	Costo total	Laboriosidad	Estadía	Costo total
	(h-h/6 meses)	(h)	(\$/6 meses)	(h-h/6 meses)	(h)	(\$/6 meses)
Mesa de compaginación	2	2,13	32,54	1	1,26	17,61
Presilladora	6	4,26	164,32	4	3,21	76,32
Retractiladora	12	10,25	243,12	9	4,35	84,25
Transportador (10)	9	4,36	68,47	6	2,42	49,83

Indicador	u.m.	MPP	SAM	Ahorro
Laboriosidad	h-hombre	29	20	9
Estadía	horas	21	11,24	9,76
Costo Total	\$	508,45	228,01	280,44

(Continuación Anexo 8)

Equipo	Sistema de MPP		
	Laboriosidad	Estadía	Costo total
	(h-h/6 meses)	(h)	(\$/6 meses)
Máquina de Impresión Off set Romayor 314	4	7,33	38,91
Máquina de Impresión Off set Romayor 315	3	5,31	18,46
Máquina de Impresión Directa (Foliadora)	6	12,21	87,21
Máquina de Impresión Off set Heidelberg TOC	5	8,36	64,35
Dobladora Multi Effect	6	9,46	97,65
Empacadora flejadora Mosca	2	5,16	37,43
Empacadora flejadora Mosca	2	4,54	29,12
Empacadora flejadora Mosca	3	6,47	54,62
Guillotina de planchas	1	2,53	12,54
Guillotina de planchas	2	5,14	16,24
Perforadora de planchas	2	6,31	14,76
Perforadora de planchas	2	4,28	13,54
Ponchadota de planchas	3	4,12	12,38
Ponchadota de planchas	2	5,38	11,15
Dobladora de planchas	3	5,45	10,14
Dobladora de planchas	2	4,16	12,6
Retractiladora	6	9,18	95,64

Indicador	u.m.	MPP
Laboriosidad	h-homb.	54
Estadía	horas	105,39
Costo Total	\$	626,74