



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

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y TURISMO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

# Trabajo de Diploma

**Título:** Realización de Auditoría  
de Mantenimiento en la Empresa  
Reparadora José Smith Comas

**Autor:** Yohandi Martínez Aguilar

**Tutora:** Dra. C. Yodaira Borroto Pentón

Curso 2008 - 2009

CON SU ENTRAÑABLE TRANSPARENCIA





*Pensamiento*

*“Es la posibilidad de realizar un sueño lo que hace  
que la vida sea interesante”*

*Paulo Coelho*



# *Dedicatoria*

*A mi papá Rider y mi mamá Belkis por estar siempre de acuerdo en mis decisiones, por apoyarme en cada una de ellas y por darme lo que pudieron en el transcurso de mi vida. "Lo importante no es donde se está, sino la dirección en que se camina".*



*Agradecimientos*

Quisiera agradecerles a todas aquellas personas que me brindaron su incondicional apoyo en el momento en que los necesité y por formar parte de una forma u otra a esta fase de mi vida, me gustaría agradecer especialmente:

- A mis padres Rider y Belkis por brindarme todo su apoyo y aliento en los momentos difíciles y apoyarme en cada paso de mi vida.
- A mi hermano Joel por la atención que me brindó durante la realización de este trabajo, sin él no hubiera sido posible.
- A mi tutora Dra. C. Yodaira Borroto Pentón por haberme dedicado su tiempo y por su grata atención, de veras muchas gracias.
- A mi novia por compartir tristezas y alegrías y estar a mi lado durante toda mi carrera.
- A mis amigos con los cuales he compartido estos maravillosos años universitarios.
- A mis profesores por haberme transmitido sus conocimientos y experiencias.
- A mi familia por ayudarme y aconsejarme en el transcurso de estos años.
- A mis vecinos y amigos por darme aliento y ofrecerme su apoyo.

A todos de corazón;

Muchas Gracias.



# *Resumen*

## **RESUMEN**

El presente Trabajo de Diploma se realizó en la Empresa Reparadora José Smith Comas de la provincia de Camagüey. El trabajo refleja un análisis de la literatura especializada y otras fuentes, donde se pueden encontrar conceptos básicos involucrados en esta investigación. En él se analizan definiciones de mantenimiento propuestas por diversos autores, los sistemas y tipos de mantenimiento, las funciones y objetivos y los aspectos relacionados con la gestión de mantenimiento.

El trabajo muestra la aplicación de un procedimiento de auditoría de mantenimiento, la cual se basa en estándares de excelencia definidos para mantenimiento. Se evalúa la gestión del mantenimiento a través del Índice de Conformidad y se delimitan los problemas que afectan dicha gestión. A la vez se realizan cálculos de otros indicadores que permiten conocer la evolución de la gestión de mantenimiento.



*Abstrac*

**ABSTRACT**

This work was done Diploma in Business Reparatrice José Smith Comas of the province of Camagüey. The work reflects an analysis of the literature and other sources where you can find basic concepts involved in this investigation. It discusses definitions of maintenance as proposed by various authors, and types of maintenance systems, functions and objectives and management aspects of maintenance.

The work shows the application of a maintenance audit, which is based on defined standards of excellence for maintenance. Reassessing the management of maintenance through the Conformity Index and identifies the issues affecting the management. The calculations have been made in other indicators that show the evolution of maintenance management.



# *Índice*

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN.....	1
<b><u>CAPÍTULO I</u> MARCO TEÓRICO - REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1.1 El mantenimiento en las organizaciones.....	4
1.1.1 Objetivos del Mantenimiento.....	6
1.1.2 Funciones del Mantenimiento.....	6
1.1.3 Sistemas de Mantenimiento.....	7
1.2 La Gestión o Administración del Mantenimiento.....	13
1.2.1 La Planificación del Mantenimiento.....	15
1.2.2 La organización del mantenimiento.....	15
1.2.3 La Ejecución del Mantenimiento.....	16
1.2.4 El control del mantenimiento.....	17
1.3 Indicadores de mantenimiento.....	18
1.4 Auditoría de Mantenimiento.....	22
1.5 Conclusiones parciales.....	28
<b><u>CAPÍTULO II</u>: PROCEDIMIENTO PARA LA RELIZACION DE LA AUDITORIA DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA REPARADORA JOSE SMITH COMAS</b>	
2.1 Procedimiento para la realización de la auditoría de mantenimiento.....	30
2.1.1 Etapa 1: Inicio de la auditoría de mantenimiento.....	30
2.1.2 Etapa 2: Realización de las actividades de la auditoría.....	35
2.1.3 Etapa 3: Análisis de los resultados de la auditoría.....	37
2.2 Conclusiones parciales.....	40
<b><u>CAPÍTULO III</u>: REALIZACIÓN DE LA AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO</b>	
3.1. Caracterización general de la Empresa reparadora José Smith Comas.....	42
3.2 Realización de la auditoría de mantenimiento en la Empresa Reparadora José Smith Comas.....	50
3.3 Conclusiones Parciales.....	61
CONCLUSIONES GENERALES.....	62
RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	



# *Introducción*

## **INTRODUCCIÓN**

En la etapa cubana actual, resulta imposible el estudio de la fundamentación científica de una investigación en la esfera técnica ignorando la reciente situación económica internacional caracterizada por el impetuoso desarrollo de la ciencia y la técnica, sin precedentes en la humanidad. Esta nueva situación ha creado la necesidad de convertir las empresas cubanas en organizaciones flexibles, capaces de adaptarse a los constantes cambios a partir del incremento de sus capacidades de respuesta a las nuevas condiciones del entorno. Los estándares de producción actuales obligan a las instituciones a ser cada vez más eficaces y eficientes en cuanto al costo de sus activos, para lo cual es imprescindible considerar el mantenimiento no como una actividad de apoyo auxiliar, sino con una visión de negocio a la hora de realizar mejoras en el proceso productivo, pues se ha convertido en un factor a tener en cuenta dentro de la estructura competitiva de la empresa.

En los últimos tiempos, la actividad de mantenimiento ha sufrido una metamorfosis en su concepción del trabajo, pasando a ser de una actividad reactiva (apaga fuegos) a una concepción con enfoque proactivo, debido a que los paros imprevistos son cada vez más costosos con una considerable dosis de quebranto de credibilidad que se refleja en pérdida de mercado (Acosta Palmer y Troncoso Fleitas, 2006).

Para comprobar la corrección del sistema de gestión de mantenimiento empleado y su evolución en el tiempo existe un importante grupo de nuevas metodologías de mantenimiento, como es el caso de las auditorías, que consiste en la evaluación, análisis y la valoración objetiva, periódica y sistemática de las funciones del mantenimiento. Cuanto mejor aplicadas las auditorías se corregirán en mayor grado los problemas que se detecten, facilitando la consecución de sus objetivos.

En la Empresa Reparadora José Smith Comas perteneciente a la provincia de Camagüey, no se cuenta con las herramientas suficientes para evaluar la gestión de mantenimiento, no existen resultados de auditorías realizadas al mantenimiento, solamente se tiene en cuenta el análisis de la disponibilidad de

los equipos para la toma de decisiones; además de no estar delimitados los problemas que puedan afectar dicha gestión. Todo esto dificulta el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de la empresa. En síntesis esta es la **situación problemática** que fundamentó el proceso de investigación.

El **problema científico** a resolver es el siguiente: es necesario disponer de una herramienta que permita realizar la evaluación de la gestión del mantenimiento que parta del análisis de áreas a auditar que al compararlas con estándares de excelencia definidos para mantenimiento, den como resultado la valoración de la situación actual del mantenimiento en la empresa.

En este Trabajo de Diploma se planteó como **hipótesis general de la investigación**: mediante la implementación de un procedimiento para la realización de la auditoría de mantenimiento en la Empresa Reparadora José Smith Comas es posible evaluar la gestión del mantenimiento y detectar los problemas que afectan la misma.

Esta **hipótesis** quedará validada si se logran detectar los problemas que afectan la gestión de mantenimiento y evaluar dicha gestión en la Empresa Reparadora José Smith Comas.

Como **objetivo general de la investigación** se planteó realizar una auditoría de mantenimiento utilizando los procedimientos que existen en la bibliografía con estos fines adecuándolos a las características de la empresa objeto de estudio.

Este objetivo general se desagregó en los siguientes objetivos específicos:

1. Construir el marco teórico referencial de la investigación, consultando la literatura consultada y recogiendo los elementos necesarios para llevar a cabo el mismo.
2. Adecuar el procedimiento rediseñado por Ewan y Borroto (2007) para la realización de la auditoría de mantenimiento a la empresa objeto de estudio.
3. Realizar una caracterización general de la empresa.
4. Realizar la auditoría de mantenimiento en la Empresa Reparadora José Smith Comas de Camagüey.

El presente Trabajo de Diploma está compuesto por tres Capítulos. El Capítulo 1 recoge todo lo referenciado en la bibliografía consultada, aportando definiciones

y términos más utilizados respecto al mantenimiento y las auditorías de mantenimiento. En el Capítulo 2 se muestra el procedimiento utilizado para la realización de la auditoría en la Empresa Reparadora José Smith Comas de Camagüey. En el Capítulo 3 se muestra la aplicación del procedimiento de la auditoría de mantenimiento. Finalmente se exponen las conclusiones, recomendaciones propuestas, la bibliografía consultada y los anexos necesarios.



# *Capítulo 1*

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN**

En este capítulo se tratarán diferentes aspectos de interés, que serán de utilidad para la elaboración y comprensión del trabajo en cuestión, pues constituyen la base teórica para la realización del mismo.

Inicialmente se muestra un análisis crítico de la literatura especializada y otras fuentes, con vistas a precisar los principales aspectos conceptuales involucrados en la investigación, pues constituyen la base para la realización del mismo.

Se abordarán las definiciones, sistema y tipos de mantenimiento. Se hará referencia además a la gestión del mantenimiento teniendo en cuenta su estrategia, funciones y objetivos y se culminará con el análisis de la auditoría de mantenimiento la cual permite detectar los puntos fuertes y débiles de una organización respecto a mantenimiento.

En la Figura 1.1 se muestra el hilo conductor para la construcción del marco teórico-referencial de la investigación.

### **1.1 El mantenimiento en las organizaciones**

De la Paz Martínez (2000) define el mantenimiento como la totalidad de las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los medios básicos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil, para lograr una mayor disponibilidad y cumplir con calidad y eficiencia su función productiva y(o) de servicio, garantizando la seguridad del personal y del medio ambiente.

En particular, Kamenitzer (1985) se refiere a la limpieza y lubricación de los equipos; Encinas Beltrán (1994) reduce su concepto a lograr que las máquinas no solo trabajen, sino que lo hagan con eficiencia, confiablemente y con calidad; Tavares de Carvalho (1994) lo define como la actividad encaminada a incrementar la disponibilidad de los equipos, Dounce Villanueva (1998) refiere que mantenimiento es una de las dos grandes ramas en que se divide la conservación y se encarga de cuidar el servicio que proporcionan los recursos físicos y Sotuyo Blanco (2000) plantea que es una función empresarial por medio de cuyas actividades de control, reparación y revisión, permite garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones.

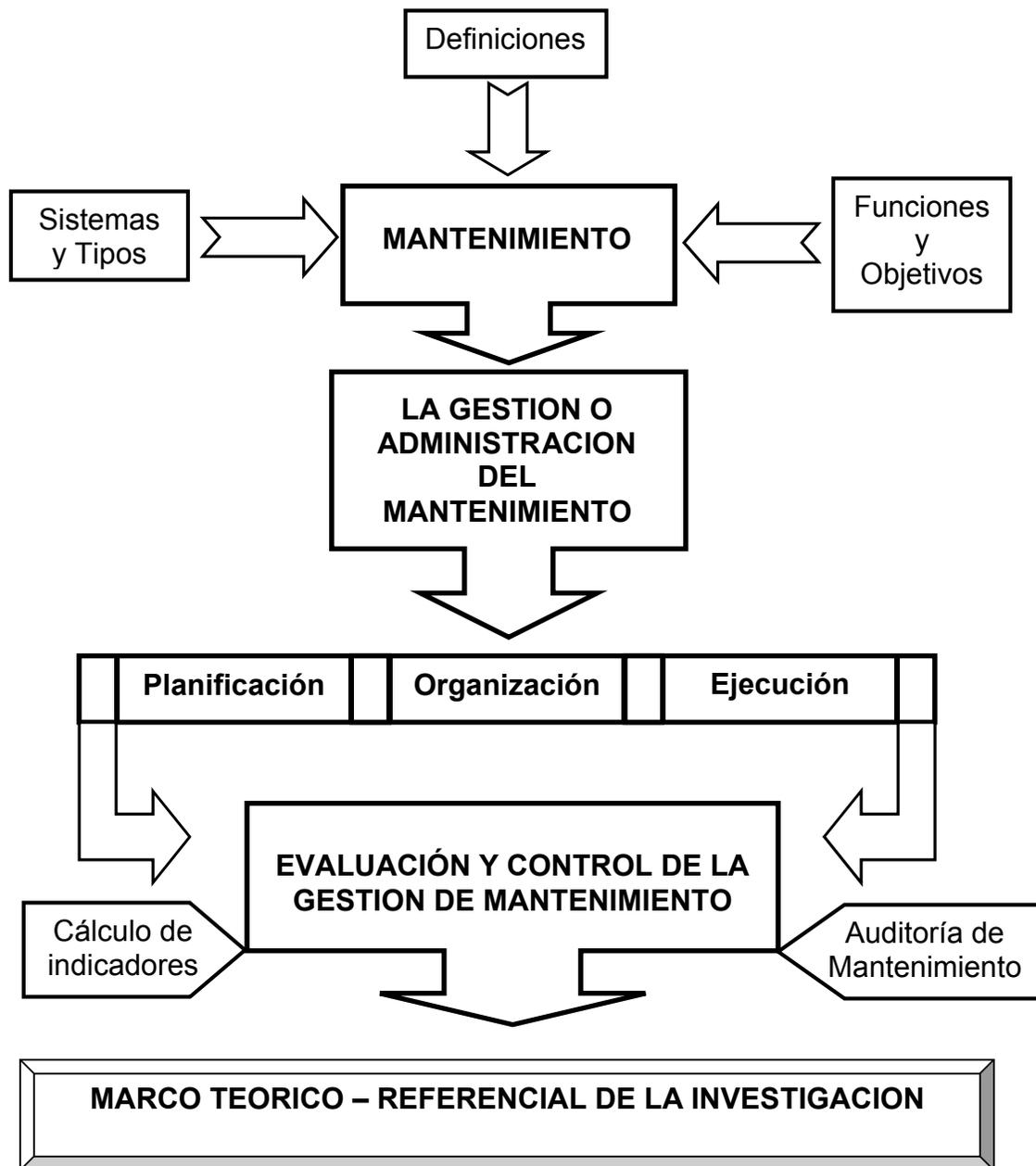


Figura 1.1 Estrategia seguida, en el análisis de la bibliografía, para la construcción del Marco Teórico Referencial (Fuente: elaboración propia)

Se coincide con Borroto Pentón (2005) en que mantenimiento es un servicio que integra los recursos materiales, financieros y el capital humano, destinados a conservar el buen estado de las instalaciones y del equipamiento de una entidad, garantizando la continuidad de la capacidad de los procesos que ahí se desarrollan, sin afectaciones al medio ambiente, ni a la seguridad de las personas y considerando además, un sistema informativo que se adecue a las relaciones necesarias entre todos estos elementos.

### **1.1.1 Objetivos del Mantenimiento**

Toda organización avanza si sus objetivos han sido definidos, de lo contrario, su éxito llegará a ser un hecho aleatorio (Ríos, 1994). Según Stoner (1987) un objetivo es una meta, que en términos comparativos se caracteriza por logros específicos susceptibles de ser cuantificados. Varios autores (Pérez Jaramillo, 1992; Portuondo Pichardo & Pérez Tejeda, 1994; Monteiro Leite, 1995; De la Paz Martínez, 1996) han definido los objetivos de mantenimiento y de manera general son los siguientes:

- Mejorar la disponibilidad de las instalaciones.
- Mejorar la fiabilidad y la calidad del servicio.
- Incrementar la productividad de los recursos.
- Reducir los costos de mantenimiento.
- Aumentar la vida útil económica de los equipos.
- Garantizar la seguridad del personal y de las instalaciones.

### **1.1.2 Funciones del Mantenimiento**

Portuondo Pichardo (1990) plantea que las funciones de mantenimiento caracterizan y de hecho justifican la existencia de una subdivisión de la empresa dedicada al mantenimiento. Al respecto describió las funciones básicas de mantenimiento desglosadas en primarias y secundarias.

#### ***Primarias:***

Referidas al mantenimiento, inspecciones, servicio de lubricación y protección contra la corrosión, recuperación y modificación de equipos, instalaciones y edificaciones.

#### ***Secundarias:***

Incluyen la protección técnica y los medios técnicos para la limpieza tecnológica de equipos e instalaciones, los medios técnicos para la eliminación de desechos y la

generación y distribución de algunas producciones auxiliares como energía eléctrica, vapor, aire comprimido, aire para instrumentos y agua de enfriamiento.

Por su parte Corretger Rauet (1994) plantea, que las funciones de mantenimiento son las que comprenden sus relaciones con los objetivos de producción u otros departamentos de la empresa y las que corresponden a sus propias responsabilidades como servicio autónomo.

Para llevar a cabo las funciones que permitan el desarrollo de la actividad de mantenimiento deben estar determinadas las tareas correspondientes a dichas funciones.

En la literatura consultada y referida, las tareas de mantenimiento, por lo general, aparecen contenidas dentro de las funciones.

### **1.1.3 Sistemas de Mantenimiento**

Existe gran diversidad de criterios referente a los tipos de mantenimiento. En la Tabla 1.1 se muestra una recopilación de **tipos** de mantenimiento extraídos de la bibliografía consultada.

Algunos, como es el caso de Morales Silverio (1993), Aduvire Osvaldo (1994), Benaim (1994), Vinicius et al (1995), De la Paz Martínez (1996) y Carrazana Lagares (1998) se refieren a varios sistemas de mantenimiento, otros se refieren a tipos, métodos, estrategias y hasta filosofías, pero la mayoría coinciden con los tipos de mantenimiento expuestos en los sitios de Internet de muchos países como México, Chile, Argentina, Brasil, España, entre otros, que plantean como los más importante: el preventivo planificado, el predictivo y el correctivo.

Según Sánchez & Molina (1991) las **políticas** de mantenimiento tienen como fin primordial la reducción de tiempos de paradas, al menor costo.

Las más conocidas son: política de mantenimiento por avería, política de mantenimiento preventivo y política de mantenimiento predictivo.

Por su parte, Crespo, Sánchez & Ruiz (1995) plantean que la política global de mantenimiento de un sistema heterogéneo vendrá integrada por toda una gama de políticas parciales adecuadas a las necesidades específicas de los distintos subsistemas y consideran que esas políticas parciales son: Política de mantenimiento exclusivamente correctivo, Mantenimiento periódico total (se procede periódicamente al

mantenimiento preventivo de todos los equipos, independientemente del tiempo de funcionamiento sin fallos), Mantenimiento preventivo periódico en función del tiempo de funcionamiento sin fallos y Mantenimiento preventivo basado en los resultados de una inspección previa.

Son considerados como filosofías de mantenimiento (Nakajima, 1988; Ellmann, 1996; Lezana, 1996; Moubray, 1997; Roberts, 1999; Netherton 1999; Dunn, 1999; Auskamp, 1999; Moubray, 2000; Aladon, 2000; Sanz Sacristán, 2001; Améndola, 2002; Dagostino & Dirube, 2004); el Reliability Centered Maintenance (RCM), lo que en su versión española se conoce como Mantenimiento Basado en la Fiabilidad (MBF) o Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC) y el Mantenimiento Productivo Total (MPT) o Total Productive Maintenance (TPM).

El MCC es una metodología que permite identificar los sistemas de mantenimiento óptimos para garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos de producción (Améndola, 2002). El resultado del MCC definirá cuáles tareas de mantenimiento son más adecuadas en la prevención de fallos funcionales del sistema, haciendo énfasis en los aspectos de seguridad para el hombre y el medio ambiente e importancia para la producción y obedeciendo a un criterio de costo - eficiencia.

El MPT, por su parte se basa en considerar que no existe nadie mejor que el operario para conocer el funcionamiento del equipo (Gómez, 2002) y combina las prácticas habituales de mantenimiento preventivo con el sistema japonés de involucrar al máximo al personal de operaciones. El resultado es un sistema innovador que busca optimizar la efectividad global del equipamiento, la eliminación de roturas y el aprovechamiento de las actividades que día a día realiza un grupo de operarios autónomos (Nakajima, 1988).

También es conocido en la industria cubana, el Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM) como un sistema integrador de varios de los sistemas tradicionales y caracterizados por su flexibilidad. Con su aplicación en la industria mecánica se logró una reducción de la laboriosidad entre el 11% y el 14%, una reducción de la estada de los equipos por mantenimiento entre un 10% y un 23%, un incremento de la producción entre 0,4% y 3% anual y una reducción del costo total de mantenimiento del orden del 9% (Portuondo Pichardo, Montes de Oca Oubiña & Morera Morera, 1989). En la

industria textilera cubana, con la introducción del Sistema Alternativo de Mantenimiento (De la Paz Martínez, 1996) se redujeron los costos de mantenimiento y las pérdidas de producción, lográndose un ahorro de la laboriosidad y de la estadía de los equipos.

**Tabla 1.1 Tipos de mantenimiento según varios autores.**

Tipos de mantenimiento	Referencias
Detectivo	(Malaguera, 2001)
Mejorativo	(Malaguera, 2001)
Rutinario	(Vinivius Lucattelli & García Ojeda, 1995 ; Malaguera, 2001)
Programado, periódico o sistemático	(Pérez Jaramillo, 1992; Aduvire, López & Mazadiego, 1994; Malaguera, 2001)
Contra avería, reactivo, Correctivo	(Aduvire, López & Mazadiego, 1994; Benaim <i>et al.</i> , 1994; Torres, 1997; Lourival Tavares, 1999; Malaguera, 2001; Saavedra, 2000)
Circunstancial	(Malaguera, 2001)
Progresivo	( Pérez Jaramillo, 1992)
Preventivo	(Pérez Jaramillo, 1992; Aduvire, López & Mazadiego, 1994; Benaim <i>et al.</i> , 1994; Vinicius Lucatelly & García Ojeda, 1995; González García, 1997; Ellmann, 1997; Torres, 1997)
Predictivo	(Araya Schulz, 1991; Roda Vázquez & Sal García, 1992; Araya Schulz, 1993; Aduvire, López & Mazadiego, 1994; Benaim <i>et al.</i> , 1994; Bollman, 1995; Ellmann, 1997; Torres, 1997; Ortiz Álvarez, 2000; Martín, 2003)
Protectivo	(Desir & Castolin, 1994)
Productivo	(Nakajima, 1988; Pérez Jaramillo, 1992; Hartmann, 1993; Rey Sacristán, 1993; Tobalina, 1992; Martín de Santiago, 1994; Lezana, 1995; Ortiz Álvarez, 2000)
Proactivo	(Borda Elejabarrieta, 1993)

(Fuente: Borroto Pentón, 2005)

El **Mantenimiento Correctivo** consiste en la ejecución de las reparaciones programadas a partir de defectos detectados en las inspecciones de 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; se limita a reparar cuando se produce el fallo.

El **Mantenimiento Preventivo** se basa en realizar inspecciones o pruebas periódicas para prevenir reparaciones de emergencia de alto costo, asegurando de ese modo la

funcionalidad de los equipos. Este objetivo de funcionamiento es de vital importancia, ya que el tiempo que un equipo permanece fuera de servicio puede ocasionar altos costos y proporciona ventajas a los competidores.

Básicamente, el **Mantenimiento Preventivo** puede subdividirse en **Mantenimiento Preventivo Periódico o a intervalos constantes de tiempo** y **mantenimiento basado en la condición o Mantenimiento Predictivo** (Saavedra, 2000). El **mantenimiento a intervalos de tiempo** comprende aquellas actividades que se realizan previamente a la aparición de un fallo en el equipo, con una frecuencia fija establecida en función de las horas de funcionamiento, tiempo calendario u otro criterio. El **mantenimiento basado en la condición** consiste en determinar en todo instante la condición mecánica real del equipo mientras se encuentre operando, a través de un programa sistemático de mediciones de algunos parámetros o síntomas. Este sistema de mantenimiento también es llamado mantenimiento según condición, mantenimiento sintomático (Márquez, 2000) y mantenimiento preventivo por estado (Lourival Tavares, 1999).

El **Mantenimiento Predictivo** consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros.)
- Termo visión (detección de condiciones a través del calor desplegado)

- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, temperatura, etc.)

El concepto de mantenimiento preventivo debe asociarse con una inspección de evidencia de fallo, para evitar que este tenga consecuencias graves o para corregirlo en un tiempo que permita preparar la intervención sin que se produzca un paro del equipo. Las aplicaciones del mantenimiento preventivo basado en la condición del equipo son cada vez más importantes y frecuentes, sobre todo en la industria de procesos y cuando existen equipos de gran complejidad tecnológica o de gran trascendencia en cuanto a seguridad para los trabajadores, personal en el local o para el medio ambiente, es una de las armas más formidables con la que puede contar cualquier entidad (Saavedra, 2000). Esto se ve reflejado, en la disponibilidad de los equipos y en la reducción de las paradas imprevistas; la detección de fallos, no solo depende de los equipos que se utilicen para la detección de los mismos, sino también del correcto análisis de las tecnologías predictivas utilizadas. En el Anexo # 1 se muestra un resumen de algunas de las tecnologías predictivas utilizadas para identificar y/o corregir fallos.

El **Mantenimiento Rutinario** guarda relación con el tipo de **Mantenimiento preventivo**, ya que es un mantenimiento realizado por periodos de tiempo continuos, por el equipo de mantenimiento de la organización, es el que comprende actividades tales como; lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración, etc., su objetivo es mantener y alargar la vida útil de los Sistemas Productivos (SP) evitando su desgaste.

**Mantenimiento Programado**, se puede calificar como un mantenimiento preventivo, debido a que presta mucha atención a las recomendaciones del fabricante y otras personas conocedoras del tema, para obtener un cronograma de aplicación del mantenimiento. Es ejecutado por cuadrillas siguiendo una planificación o calendario.

Otro tipo de mantenimiento es el **Mantenimiento Circunstancial**, este tipo de mantenimiento es una mezcla de preventivo y correctivo, debido a que la forma de mantenimiento esta planificada, es decir, la forma en que se debe atacar la falla esta estudiada, pero la característica aleatoria de los procesos, impiden que las tareas planificadas tengan un punto fijo de inicio y es por ello que su punto de aplicación dependa del lugar de aparición de las fallas.

El **Mantenimiento Detectivo** consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas.

El **Mantenimiento Mejorativo** consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación.

El **Mantenimiento Proactivo** tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar concientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores (Ricalderon Unipamplona)

Como ha podido apreciarse hasta aquí, son muchas las denominaciones de las formas en que se pretende efectuar el mantenimiento, 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.

Para la selección de los sistemas que se van a integrar pueden utilizarse diferentes vías, una de ellas toma en consideración la clasificación de los equipos:

- 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 & Hechavarría Pierre, 2002).
- En grupos: I, II y III si son muy importantes o fundamentales, normales o convencionales y auxiliares, respectivamente (De la Paz Martínez, 1996).
- 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 & García Ojeda, 1995).

Esta clasificación de los equipos permite realizar un análisis de criticidad de los mismos. El análisis de criticidad 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 de facilitar la toma de decisiones acertadas y efectivas, dirigiendo los esfuerzos y recursos en áreas donde sea más importante (Huerta, 1999). 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.

## **1.2 La Gestión o Administración del Mantenimiento**

La palabra Gestión significa: el conjunto de acciones conducentes al logro de un objetivo. A partir de esta definición se puede entender que para alcanzar una buena gestión es preciso conocer y haber definido el objetivo u objetivos a alcanzar (Muntasell, 1994).

La gestión del mantenimiento debe controlarse por los dirigentes de la empresa, mediante un sistema de índices o indicadores, a fin de determinar cómo marchan las cosas y por qué marchan, a fin de que permita tomar decisiones.

Según De Groote (1993), “la experiencia ha demostrado que una buena gestión de mantenimiento solamente es posible en la medida en que el responsable sea bien informado”. Por este motivo se hace imprescindible la introducción de un sistema que permita asegurar el flujo de información de manera eficaz para cada nivel de responsabilidad.

La introducción de un sistema de gestión del mantenimiento y el establecimiento de índices para evaluar el desempeño del mismo, necesitan un sistema de captación y de evaluación de datos bien desarrollado, tanto en el campo técnico como en el económico. Los datos serían relativos a:

- Los historiales de las máquinas (tiempo de funcionamiento, frecuencia y duración de averías, origen de estas y otros).
- La ejecución de los trabajos (horas directas, tipo de personal, horas indirectas de preparación y control).
- Las piezas de repuesto (utilizadas, reparadas o fabricadas).
- Los costos (personal, materiales, subcontratación, gastos generales).

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.

Se ha definido la gestión de mantenimiento como "...las actuaciones con las que la dirección de una organización de mantenimiento sigue una política determinada". (A.E.M., 1995, p.31.).

La gestión de mantenimiento nos permite minimizar los tiempos de parada y los costos asociados a los activos fijos. 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.

Fuertes, del Olmo & Hernández ya desde 1994, p.14, planteaban que "...algunos análisis sobre la efectividad de la gestión del mantenimiento indican que un tercio de todos los costos de mantenimiento se deben a una mala gestión".

Según De Quinto (1992), los elementos de la gestión de la actividad de mantenimiento son los siguientes:

- Planificación.
- Gestión de recursos.
- Materiales.
- Ejecución del mantenimiento.

- Recursos humanos.
- Informática.
- Tecnología.

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

### **1.2.1 La Planificación del Mantenimiento**

Es el 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. 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.

Con el paso del tiempo la planificación del mantenimiento ha tendido a depender de la experiencia de los operarios y a ser manejada sensorialmente; se ha centrado en inspecciones cualitativas y del estado de los equipos, debido a la dificultad de determinar cuantitativamente el estado de deterioro de los mismos, además de no ser constante el considerable número de información que se ha de procesar. Esta tendencia es la que se conoce como planificación tradicional del mantenimiento.

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 (Taboada Rodríguez et al., 1990; Morales Silverio, 1993).

### **1.2.2 La organización del mantenimiento**

Según Sánchez Sánchez (1999) la organización es tal vez el área más ampliamente desarrollada de la teoría administrativa, tiene dos vertientes fundamentales, una estética que es sinónimo de entidad u organización creada para alcanzar determinados

objetivos, o colectivo de personas estructurado para la acción. La vertiente dinámica es la organización como función de dirección, que consiste en ordenar y armonizar los recursos humanos, materiales y financieros de que se dispone con la finalidad de cumplimentar un objetivo dado con la máxima eficiencia.

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.

### **1.2.3 La Ejecución del Mantenimiento**

Es el conjunto de actividades tendiente a realizar los requerimientos de mantenimiento, expresadas como trabajos específicos de cualquier tipo. Maneja la recepción de los programas o requerimientos en el caso de emergencias, la labor preparatoria de búsqueda de repuestos, herramientas, asignación del personal, instrucciones sobre procedimientos, así como la ejecución correcta de las tareas específicas del caso y la puesta en servicio del equipo o zona intervenida. Las tareas específicas en la ejecución del mantenimiento son las siguientes:

- Servicios técnicos: revisión, limpieza y fregado, lubricación, pruebas de regulación (ajustes y tolerancias perdidos por causas imprevistas) y conservación para la no-operación.
- Protección contra la corrosión activa o pasiva: pintura y protecciones especiales.
- Inspecciones: controles del desgaste, revisión de los instrumentos de medición y revisión de los dispositivos de seguridad.
- Reparaciones: pequeñas, medianas y generales.

Según Sotuyo Blanco (2000) el mantenimiento posee varias formas de ejecución ya sea 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.

Para lograr una buena ejecución del mantenimiento por medios propios se debe disponer del personal calificado y de los recursos materiales necesarios, siempre y

cuando estos puedan cumplir con el volumen de trabajo del manteniendo de la empresa.

La contratación implica encargar a una organización especializada, mediante contrato, la ejecución de determinados trabajos para los cuales la empresa necesitada no se encuentra apta. Requiere de personal y medios especializados.

#### **1.2.4 El control del mantenimiento**

El control es una acción a ser realizada en forma constante en la organización (aunque existe una fuerte tendencia al autocontrol), utilizando mecanismos simples, sobre la base de los objetivos definidos, para un período determinado. Está basado en patrones de comparación preestablecidos, en consecuencia, será eficaz en la medida en que los resultados de su aplicación sean económicos y sirvan para tomar medidas de corrección. (Ruszkiewicz, 1980).

Posteriormente se definiría cómo se va a controlar, se harán inspecciones o se auto controlará el objeto ya definido. En cualquier caso se requerirá una preparación adecuada que parta de la correcta definición de los parámetros a controlar y de la forma en que serán analizados y evaluados los resultados. Por último, se define el momento en que se controla y la frecuencia de control. En esencia, se trata de responder a las preguntas: qué, cómo, cuándo y cuánto se controlará y esto estará en dependencia no sólo de los objetivos de la organización, sino también de las herramientas de que se disponga para el control.

Específicamente el control debe tener todos los indicadores apropiados que utiliza la dirección para controlar el desenvolvimiento directo de su personal y realizar una comparación con otros departamentos. Cuando se logra medir correctamente los indicadores de trabajo se obtienen patrones de tiempos consistentes y confiables.

De hecho, cada uno de los sistemas de mantenimiento incluye un método de control, por lo general expresado en función de tasas, cuotas y razones o índices.

En la función de control es donde se manifiesta en mayor grado la interrelación de las funciones generales de la dirección y el carácter único de este proceso. Esta consiste en determinar si la actividad o tarea realizada se efectúa de acuerdo con lo previsto (plan, norma, leyes, órdenes, disposiciones) o si el estado del sistema en un momento

dado se corresponde con el estado planificado o normal, con el fin de rectificar o evitar las desviaciones en los casos en que existan.

Para el cumplimiento exitoso de un sistema de control se debe partir de la definición del objetivo del control y posteriormente establecer el objeto de control, los puntos de control, las técnicas de control a utilizar, el tipo de control y los medios e instrumentos de control a utilizar. (Sánchez Sánchez, 1999).

Cuando el objeto de control es la organización del mantenimiento deben controlarse la planificación y la ejecución del mismo, de manera que el control empieza desde el momento en que es recibido el programa o un requerimiento de mantenimiento, incluyendo la preparación del trabajo, hasta la verificación del correcto funcionamiento del equipo, luego de la ejecución de las tareas concretas.

Las Órdenes de Trabajo independientemente que sean específicas para cada empresa, constituyen un ejemplo clave de control del mantenimiento. Luego de la ejecución del mantenimiento se realiza el control registrando las órdenes de trabajo terminadas, las cuales deben reflejar los gastos de materiales y las horas-hombre invertidas en el mantenimiento, incluyendo categoría y especialidad de la fuerza de trabajo, el material y repuestos utilizados y otros servicios requeridos.

La Gestión de mantenimiento se evalúa teniendo en cuenta indicadores de gestión de mantenimiento y mediante la realización de auditorías de mantenimiento.

### **1.3 Indicadores de mantenimiento**

Resultaría difícil entender el estudio que se realiza en este epígrafe sin antes detenerse en el análisis de la siguiente definición del término Indicador o Índice. Hernández Cruz y Navarrete Pérez, (2001) definen este término como un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos.

¿Por qué existen los Indicadores? Pues bien, la respuesta a esta pregunta puede centrar una discusión inmensa. Algunas de las respuestas posibles pueden ser: "...nos ayudan a saber como vamos...", "...permiten la toma de decisiones...", "...garantizan el monitoreo de las funciones de Gestión...", etc. ahora bien, en todas ellas podemos encontrar un criterio común. Los indicadores nos dan datos sobre los negocios, estos

datos, que pueden convertirse, a partir de su comunicación, en información, y al final, nos permiten tomar decisiones (Zabiski Duardo, 2003).

El análisis organizado y detallado del resultado de los indicadores de mantenimiento permite definir, planear y ejecutar acciones sobre la productividad, efectividad de los costos y otros aspectos que contribuyen a tomar ventajas competitivas.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar con el mantenimiento industrial, son las siguientes:

- Pocos, pero suficientes para analizar la gestión.
- Claros de entender y calcular.
- Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué.

Fucci (2000) define varios indicadores de efectividad del mantenimiento, estos son la disponibilidad, el tiempo medio entre fallos, los costos de mantenimiento, la calidad del mantenimiento y una tasa de efectividad de mantenimiento

Según Larralde Ledo (1994) los indicadores de mantenimiento pueden clasificarse 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 indicadores económicos (de costos) y los índices de tipo técnico.

Uno de los principales documentos sobre el tema de indicadores de mantenimiento es el realizado por Tavares (1999), Calixto y Poydo (2005), donde plantea una serie de indicadores los cuales son divididos en cuatro grupos fundamentales.

El primer grupo y más importante los llama “Índices de clase mundial”, nombrados de esta forma por ser utilizados mundialmente con las mismas siglas y coincidir varios autores (Galvão Zen, 1998; Gusmão, 2001; Améndola 2002) con su definición y con su alta importancia en las empresas. En este grupo se encuentran los siguientes:

- Disponibilidad.
- Tiempo medio para reparaciones.
- Tiempo medio entre fallos.
- Tiempo medio para fallar, planteado por Gusmão (2001) como un índice de capacidad productiva.

Otro grupo de indicadores lo constituyen los relativos a los “Costos de Mantenimiento”, sobre los cuales abordan también Gusmão (2001) y Navarrete Pérez y Hernández Cruz (2001).

Componente del costo de mantenimiento:

- Progreso en los esfuerzos de reducción de costos.
- Costo relativo con personal propio.
- Costo relativo con material.
- Costo de mano de obra externa.
- Costo de mantenimiento con relación a la producción.
- Costo de capacitación.
- Inmovilizado en repuestos.
- Costo de mantenimiento por valor de venta.
- Costo global.

El tercer grupo propuesto por Tavares (1999) y Tavares, Calixto y Poydo (2005) es el relativo a “La Gestión de Equipos”, donde se proponen los indicadores que se relacionan a continuación:

- Tiempo medio entre mantenimientos preventivos (TPEP).
- Tiempo medio para intervenciones preventivas (TPMP).
- Tasa de falla observada (TXFO).
- Tasa de reparaciones (TXRP).
- No conformidad de mantenimientos (NCFM).
- Sobrecarga de servicios de mantenimiento (SCSM).
- Alivio de servicios de mantenimiento (ALSM).
- Costo de mantenimiento por facturación.

Por último se presenta el cuarto grupo llamado “Índices de Gestión de Mano de Obra”, dentro del cual se encuentran los indicadores:

- Trabajo en mantenimiento programado (TBMP), este puede ser subdividido en dos:
  - ✓ Trabajo en mantenimiento preventivo por tiempo.
  - ✓ Trabajo en mantenimiento preventivo por estado de acuerdo con la subdivisión en la que se encuentre.

- Trabajo en mantenimiento correctivo (TBMC).
- Otras actividades del personal de mantenimiento (OAPM).
- Capacitación del personal de mantenimiento (PECI).
- Horas no calculadas del personal del mantenimiento (HNAP).
- Estructura - personal de control (EPCT).
- Estructura- personal de supervisión (EPSP).
- Estructura- envejecimiento del personal- edad (EEPE).
- Clima Social- movimiento del personal (CSMP).
- Efectivo real o efectivo promedio diario (EFMD).
- Tasa de frecuencias de accidentes (TFAC).
- La tasa de gravedad de accidentes (TGAC).

El control de estos indicadores favorecerá el éxito y la efectividad de la toma de decisiones, al permitir que el administrador de mantenimiento visualice un amplio espectro de valores de las variables en cada momento de la actividad de mantenimiento, reduciéndose de esta manera la improvisación y la incertidumbre de las decisiones (Elías Gutiérrez, 2003).

A continuación se muestran las fórmulas correspondientes a algunos de los indicadores de mantenimiento, los cuales serán utilizados posteriormente.

**Disponibilidad:**

$$\text{Disp.} = \frac{\text{HCAL} - \text{HRMN}}{\text{HRMN}} \times 100 \quad (1.1)$$

HCAL— horas de un período de tiempo analizado (h)

HRMN— número de horas en que el equipo es intervenido por mantenimiento (h)

**Tiempo medio entre fallos:**

$$\text{TMEF} = \frac{\text{HROP}}{\text{NTNC}} \quad (1.2)$$

HROP— tiempo de operación del equipo (h)

NTNC—fallos del equipo en el período analizado (fallos)

**Tiempo medio para la reparación:**

$$\text{TMPR} = \frac{\text{HTMC}}{\text{NDMC}} \quad (1.3)$$

HTMC— tiempo de intervenciones correctivas (h)

NDMC— fallos del equipo por intervenciones correctivas (fallos)

**Costo total de mantenimiento:**

$$CT = CP + CM + Ct + CD + CF \quad (1.4)$$

CP— costo de mano de obra

CM— costo de materiales

Ct— costo de tercerización

CD— costo de depreciación del equipo

CF— costo por pérdida de facturación

**1.4 Auditoría de Mantenimiento**

La realización de auditorías constituye otra forma de evaluar la gestión de mantenimiento, siempre y cuando estas sean aplicadas correctamente.

Según la ISO 9000:2000 se define la auditoría como el proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría.

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 (ibidem).

Otra definición de auditoría de mantenimiento, es la dada por Corretger Rauet (1996) el cual plantea que consiste en 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.

En forma general, se puede decir que las auditorías permiten conocer la situación del mantenimiento en la empresa, establecer y priorizar las necesidades y sus medidas correctivas.

Beneficios de realizar una auditoría: (Auditoría de mantenimiento.com s/a)

- Progresiva disminución de los costos.
- Minimiza problemas actuales y prevé los futuros.
- Identifica ahorros potenciales.
- Racionaliza los recursos disponibles.
- Conoce el estado de los equipos.
- Evalúa la gestión de mantenimiento.

En la literatura consultada se hace referencia a la auditoría operacional (SIGFA, 2000) la cual se lleva a cabo a través de un procedimiento que combina la aplicación de un conjunto de técnicas a una operación o actividad específica, para determinar si existen problemas o situaciones que afecten la eficacia, economía o eficiencia de dicha actividad y de ser así, el camino a seguir para establecer sus causas y efecto, que conduzcan a plantear la solución pertinente.

Este procedimiento de manera general se asemeja a los procedimientos revisados sobre auditorías de mantenimiento.

Es importante señalar que las auditorías de operación se clasifican atendiendo a diferentes aspectos (Vérez Basanta, 1982) entre ellos interna o externa en dependencia de quién la realice; por su frecuencia en sistemáticas, periódicas o eventuales; máximas o detalladas, por pruebas, especiales o de investigación según su extensión y alcance. Todas ellas pueden efectuarse por sorpresa o previo aviso.

Según Juric Komorski (1995) cuando se efectúa una auditoría de mantenimiento se recomienda que el equipo auditor esté integrado al menos por un experto de la organización auditada. Hace énfasis, además, en que en una auditoría externa, se profundiza en el aspecto de gestión y se minimizan otras variables de importancia, tales como el clima laboral, el nivel tecnológico del mantenimiento, etcétera.

En la ejecución de las auditorías, uno de los obstáculos que se presenta con frecuencia es la falta de información que, junto con las restricciones presupuestarias y de tiempo,

dan como resultado, en algunos casos, unos estudios parciales, subjetivos y con gran incertidumbre, en cuanto a la validez de lo obtenido (Corretger Rauet, 1996).

Otro asunto importante es el relacionado con la evaluación de las áreas y funciones definidas a auditar, SIGFA (2000) recomienda la comparación del rendimiento actual o real de la actividad u operación con los objetivos y metas propuestos. Corretger Rauet (1996) y Fabrés Díaz (1991) sugieren ponderar las áreas y funciones a auditar por consenso con respecto a la importancia que se le debe conceder a los aspectos objeto de la auditoría y determinar el diagnóstico global del servicio. En el Anexo # 2 se muestra una serie de áreas y funciones a auditar según estos autores.

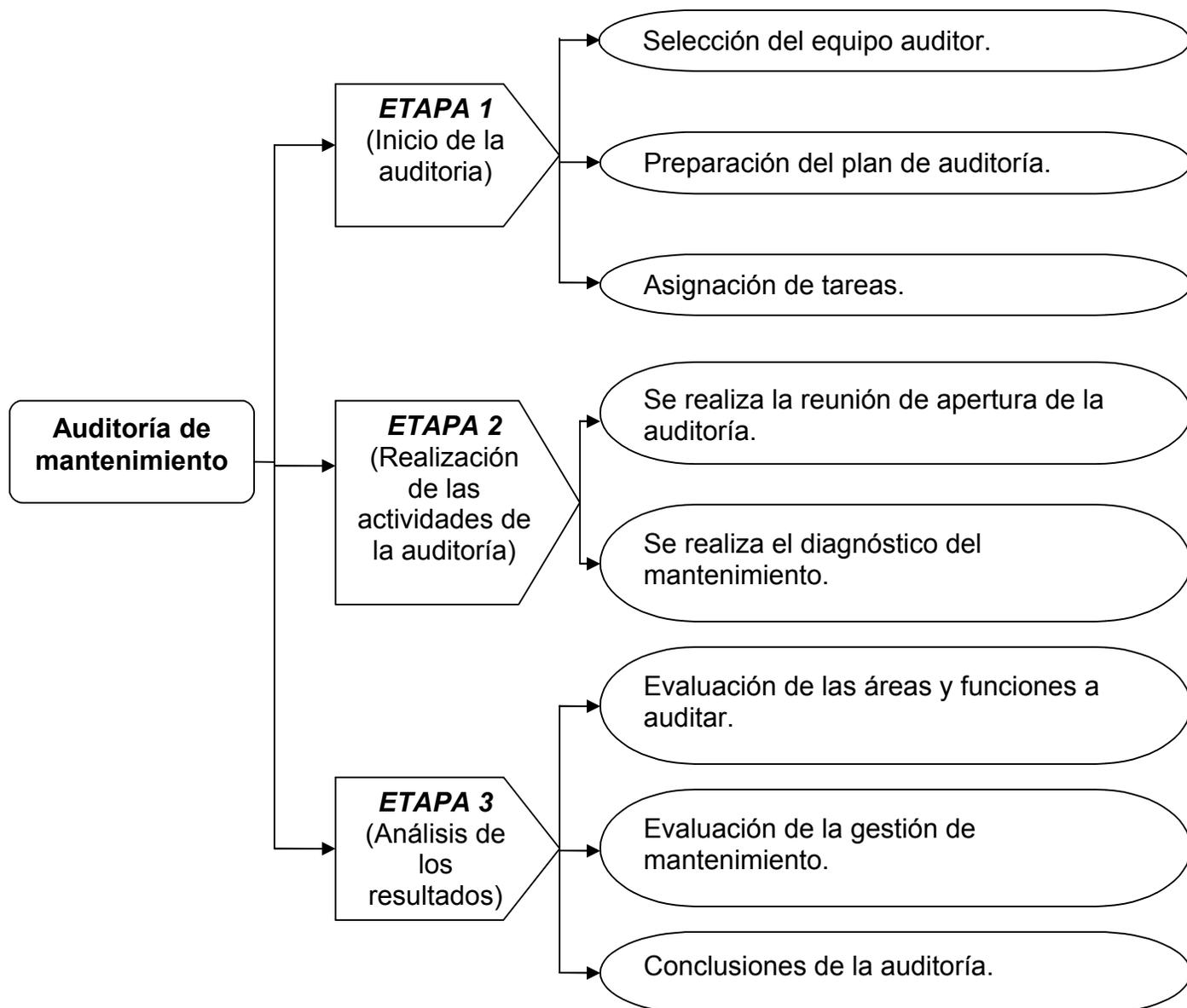
En la ISO 19011:2004 se establecen las directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de calidad y/o ambiental, la cual constituye una guía a la hora de realizar una auditoría de mantenimiento. La auditoría de mantenimiento debe constituir un paso previo a cualquier proceso de reorganización 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 & Marrero Delgado, 2003a, 2004).

### ***¿Cómo se realiza la Auditoría de Mantenimiento?***

Existen varios procedimientos para la realización de una auditoría de mantenimiento. Borroto Pentón (2005) diseñó un procedimiento general para la realización de la auditoría de mantenimiento en hospitales, el cual se muestra de manera resumida en la Figura 1.2.

En la ISO 19011:2002 se proporciona orientación sobre la planificación y forma de llevar a cabo actividades de auditoría como parte de un programa de auditoría. La Figura 1.3 proporciona una visión general de las actividades de auditoría típicas.

Ewam James y Borroto Pentón (2007) plantean un procedimiento de auditoría que se basa en los estándares de excelencia definidos por García Garrido (2003) y que será la base para la realización de la auditoría de mantenimiento que se realiza en esta tesis.



**Figura 1.2: Estructura del procedimiento de auditoría.** (Fuente: Elaboración propia)

Según SGS Tecnos S.A. (2006) para evaluar la auditoría de mantenimiento se utiliza un sistema de puntuación en escala de 0 a 10, que permite establecer un rango de puntuaciones para cada una de las instalaciones revisadas. (Ver Figura 1.4)

El sistema de evaluación tiene en cuenta el cumplimiento de preceptos legales y posibles mejoras que el titular puede adoptar sin ser obligatorias que mejoran la nota.

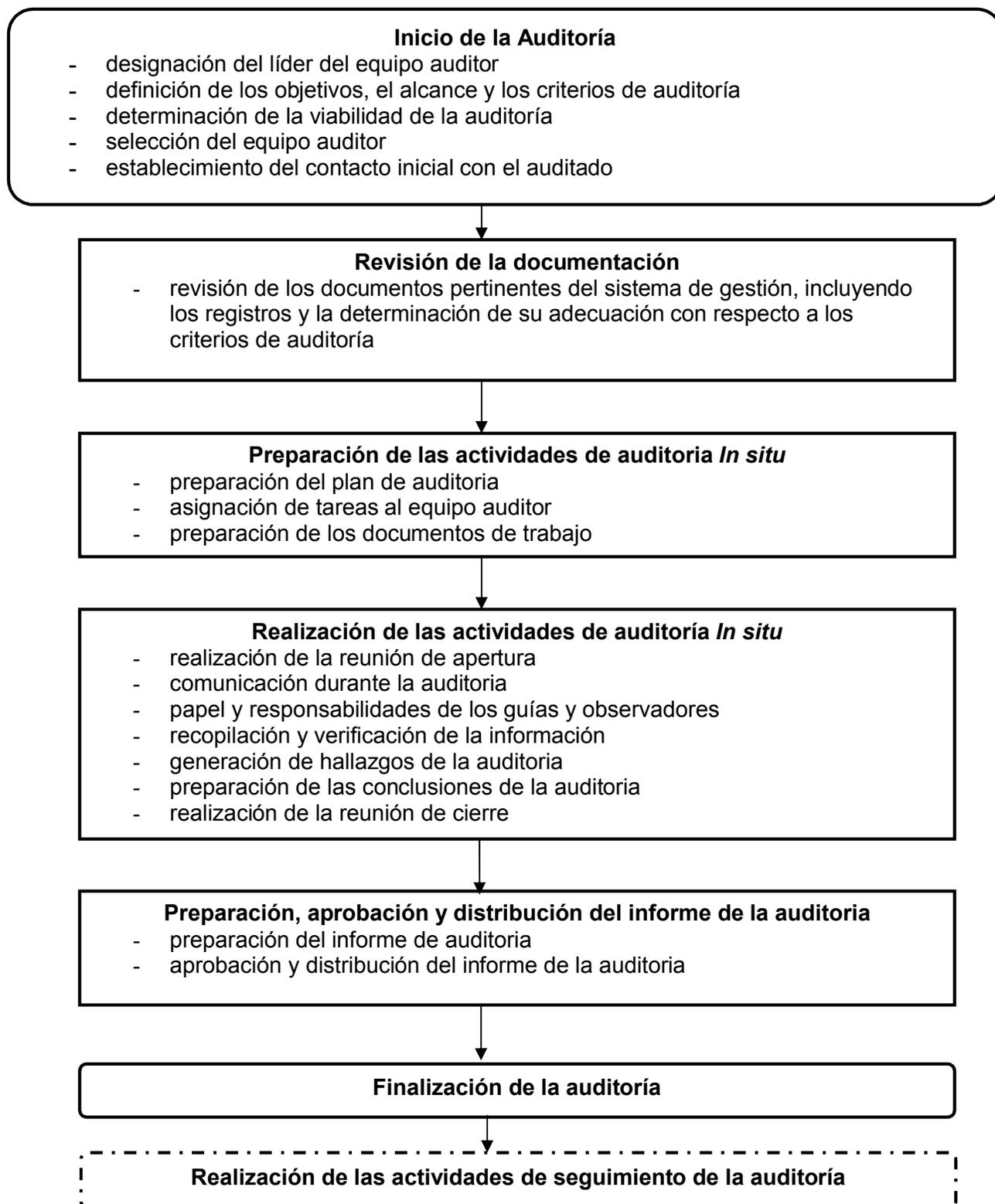
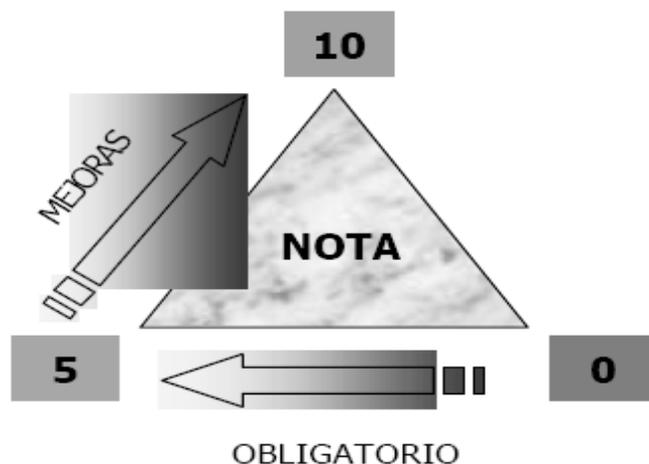


Figura 1.3 Visión global sobre las actividades típicas de auditorías. (Fuente ISO 19011:2002)



**Figura 1.4 Sistema de puntuación.** (Fuente: SGS Tecnos S.A.)

### ***¿Cómo se presenta la información?***

SGS Tecnos S.A (2006), plantea que los resultados de la Auditoría de mantenimiento se presentan en un informe en el que:

- Se describe la instalación y equipos indicando los datos utilizados para la realización de la auditoría.
- Se informa de la normativa vigente que aplica a cada instalación/equipo.
- Se establecen los requisitos de mantenimiento a partir de los puntos anteriores.
- Se aportan conclusiones sobre cumplimientos, incumplimientos y mejoras.
- Se establecen recomendaciones (Plan de acción)

Según la ISO 19011:2002 el informe de la auditoría debería proporcionar un registro completo de la auditoría, preciso, conciso y claro, y debería incluir, o hacer referencia a lo siguiente:

- Los objetivos de la auditoría.
- El alcance de la auditoría, particularmente la identificación de las unidades de la organización y de las unidades funcionales o los procesos auditados y el intervalo de tiempo cubierto.
- La identificación del cliente de la auditoría.
- La identificación del líder del equipo auditor y de los miembros del equipo auditor.
- Las fechas y los lugares donde se realizaron las actividades de auditoría in situ.
- Los criterios de auditoría.

- Los hallazgos de la auditoría.
- Las conclusiones de la auditoría.

El informe de la auditoría también puede incluir o hacer referencia a lo siguiente, según sea apropiado:

- a) El plan de auditoría
- b) Una lista de representantes del auditado.
- c) Un resumen del proceso de auditoría, incluyendo la incertidumbre y/o cualquier obstáculo encontrado que pudiera disminuir la confianza en las conclusiones de la auditoría.
- d) La confirmación de que se han cumplido los objetivos de la auditoría dentro del alcance de la auditoría, de acuerdo con el plan de auditoría.
- e) Las áreas no cubiertas, aunque se encuentren dentro del alcance de la auditoría.
- f) Las opiniones divergentes sin resolver entre el equipo auditor y el auditado.
- g) Las recomendaciones para la mejora, si se especificó en los objetivos de la auditoría.
- h) Los planes de acción del seguimiento acordados, si los hubiera.
- i) Una declaración sobre la naturaleza confidencial de los contenidos.
- j) la lista de distribución del informe de la auditoría.

### **1.5 Conclusiones Parciales**

1. La construcción del hilo conductor del marco teórico-referencial nos permite analizar aspectos generales del mantenimiento y de su gestión, haciendo énfasis en las herramientas que permiten su evaluación.
2. Existe una gran diversidad de sistemas, tipos de mantenimiento a los cuales se hace referencia en el desarrollo de este capítulo, no obstante queda claro que en última instancia, cualquier sistema de mantenimiento que se aplique, es correctivo o preventivo.
3. El procedimiento de auditoría contenido en la ISO 19011:2002 constituye una guía para la realización de la auditoría de mantenimiento.
4. La auditoría de mantenimiento como cualquier estrategia a tener en cuenta para el mejoramiento de la gestión de mantenimiento de los activos fijos en una organización o empresa, tiene un conjunto de elementos que la caracterizan y

requieren para su implementación de un procedimiento científicamente argumentado.



## *Capítulo 2*

---

## **CAPÍTULO II: PROCEDIMIENTO PARA LA RELIZACIÓN DE LA AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA REPARADORA JOSE SMITH COMAS**

### **2.1 Procedimiento para la realización de la auditoría de mantenimiento**

El procedimiento que se utilizará para la realización de la **AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO** en la Empresa Reparadora José Smith Comas está basado en el procedimiento rediseñado por Edwan y Borroto (2007) y el propuesto por García (2003) en su libro Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Este procedimiento se estructuró en las tres etapas siguientes:

#### **2.1.1 Etapa 1: Inicio de la auditoría de mantenimiento**

Esta etapa contempla tres pasos:

- 1.1 Selección del equipo auditor
- 1.2 Preparación del plan de auditoría
- 1.3 Asignación de tareas

#### **Paso 1.1 Selección del equipo auditor**

En este paso hay que tener en cuenta que los auditores deben ser ajenos totalmente a las responsabilidades inherentes a cualquier aspecto a auditar. El equipo auditor debe establecer un estándar de excelencia para realizar la comparación necesaria que nos permita lograr los objetivos de la auditoría.

Este equipo seleccionado debe tener conocimientos y habilidades para:

- Recopilar información a través de los métodos diseñados con estos fines.
- Verificar que la evidencia<sup>1</sup> de la auditoría sea suficiente.
- Evaluar los hallazgos<sup>2</sup> de la auditoría.
- Preparar el informe de la auditoría.

#### **Paso 1.2 Preparación del plan de auditoría**

Esta preparación debe ser realizada por el jefe del equipo auditor donde se alcance la base para el acuerdo entre todos los implicados. Este plan estará dado por: la

---

<sup>1</sup> Solo la información que es verificable puede constituir evidencia de la auditoría.

<sup>2</sup> Resultados de la evaluación de la evidencia de la auditoría.

definición de los objetivos, el alcance, los criterios de la auditoría, la asignación de recursos y la elaboración del cronograma de realización.

Los **objetivos** deben ser definidos por el cliente de la auditoría. Según Corretger Rauet (1996) los objetivos a alcanzar con una auditoría de mantenimiento pueden ser los siguientes:

- Comprobar y valorar el grado de cumplimiento de los objetivos del servicio.
- Comprobar y valorar la adecuación y eficiencia de los medios y sistemas para la consecución de los objetivos.
- Comprobar y valorar la existencia de sistemas organizativos y de control idóneos a las necesidades de la gestión.
- Elaborar un plan de reformas para potenciar la eficacia del servicio y el cumplimiento de los objetivos parciales y generales del mismo.

El **alcance** de la auditoría define la extensión y los límites de la misma. Para la definición del alcance de la auditoría de mantenimiento en esta empresa se conformó un equipo de trabajo integrado por el jefe de mantenimiento y el equipo auditor, quienes determinarán las áreas a auditar partiendo del resultado de un análisis detallado de la literatura especializada. Estas áreas son: *Organización del Mantenimiento, Mano de Obra, Medios Técnicos, Materiales, Tercerización, Resultados Obtenidos, Seguridad y Medio Ambiente.*

Este equipo de trabajo, definió también la duración de la auditoría de mantenimiento, la cual se estima como máximo en 5 días. De la misma forma, la información necesaria para la realización de la auditoría debe cubrir como mínimo un período de tiempo de seis meses.

Los **criterios** de la auditoría están basados en los estándares de excelencia para mantenimiento definidos por García Garrido (2003) y replanteados por Edwan y Borroto (2007), estos son:

**Organización del mantenimiento:**

- Se ha realizado un análisis de los equipos para determinar su importancia y el modelo de mantenimiento que más se adapta a las características de cada equipo.
- Existe un Plan de Mantenimiento, que además es consecuencia de ese análisis de equipos.

- El Plan de Mantenimiento resulta adecuado y se lleva a cabo.
- El Plan de Mantenimiento cambia a tenor de los resultados de mantenimiento.
- La información que genera mantenimiento se archiva de forma ordenada, siendo sencillo encontrar cada cosa que se busca. Existe, pues, un archivo de mantenimiento, y ese archivo resulta adecuado.
- La mayor parte de las averías están diagnosticadas, e indicadas en un documento denominado «lista de averías típicas, diagnóstico de averías, o similar». Este documento está, además, a disposición de los operarios, que lo conocen y lo manejan habitualmente.
- Las tareas más habituales, las más críticas o aquellas que revisten especial dificultad están procedimentadas, y los operarios manejan estos procedimientos habitualmente.
- En las Órdenes de Trabajo se recoge la duración y tipo de intervención (si es preventiva o correctiva), fecha de inicio y terminación del trabajo realizado, equipo y departamento o taller al que pertenece, materiales, repuestos utilizados, personal que ejecuta el trabajo, incidencias y observaciones.
- Existe un presupuesto para mantenimiento que garantiza la adquisición de los recursos necesarios para la organización.
- El departamento de mantenimiento o la Vicedirección a la cual se subordina participa en la previsión del presupuesto para mantenimiento.

**Mano de obra:**

- El departamento tiene la mano de obra que se requiere. No hay excesos de personal, ni carencias.
- El personal tiene la formación adecuada, y hay un Plan de Formación continuo.
- El personal es polivalente: una parte de los operarios pueden actuar en cualquier intervención, sea del tipo que sea y que afecte a cualquier equipo, y todos los operarios tienen una formación al menos básica en otras especialidades (mecánicos con formación básica en electricidad, por ejemplo).
- No hay personal imprescindible.
- El personal del área de mantenimiento suele realizar propuestas de mejora, y hay un sistema que permite evaluarlas.

- Los horarios de entrada, salida y descanso se respetan, y no hay tiempo perdido por estos conceptos.
- El nivel de ausentismo es muy bajo.
- El personal cumplimenta correctamente las Órdenes de Trabajo o sistemas similares.
- El personal trabaja habitualmente con procedimientos de trabajo, esquemas, y con todo tipo de documentación técnica.
- Los mandos intermedios de mantenimiento, además de su labor indirecta, intervienen habitualmente en las tareas, y son capaces de actuar y resolver cualquier problema que tenga la mano de obra directa.

**Medios Técnicos:**

- Toda la herramienta esta inventariada, existe una lista de herramienta actualizada.
- Los operarios disponen de la herramienta que necesitan. La herramienta de la que disponen resulta adecuada en relación a las tareas que realizan.
- El sistema de gestión de la información que se emplea es el adecuado.
- La información que suministra el sistema de gestión es fiable, y es posible basarse en ella para tomar decisiones.

**Materiales:**

- Existe una lista de repuestos mínimos, que además es consecuencia directa del análisis de equipos efectuado, del tiempo de reposición, del número de cambios en un periodo determinado y de la existencia de equipos en reserva.
- El material que hay en el almacén coincide en cantidad y especificaciones con lo que se detalla en esa lista.
- El sistema de compras es rápido. Desde que se necesita un material hasta que el personal dispone de él, pasa el tiempo estrictamente necesario.
- El material siempre tiene la calidad adecuada.

**Tercerización:**

- Existe un presupuesto para la tercerización de mantenimiento.
- Está definido el documento legal que permite la tercerización.
- Están establecido cuáles servicios de mantenimiento tercerizar en las políticas de contratación.

- Se establece en el contrato los términos de garantía del servicio contratado.
- Se establecen metas y objetivos para la tercerización del mantenimiento.
- Se realiza el control en la recepción del equipo o equipos intervenidos por el contratista.

**Resultados:**

- Se han definido una serie de indicadores que evalúan los resultados de mantenimiento.
- Estos indicadores resultan adecuados. Es decir, haciendo un seguimiento de esos índices es posible detectar que están surgiendo problemas, para poder actuar en consecuencia.
- Esos indicadores, junto con otros datos de interés, se recogen en un informe, que se emite periódicamente y se distribuye entre las personas o departamentos que pueden verse afectados por los resultados de mantenimiento.
- Los resultados de mantenimiento se analizan, y se toman decisiones a partir del análisis efectuado.
- Al analizar los indicadores del último año o de un periodo significativo, se observa que se está reduciendo el número de horas que es necesario emplear en mantenimiento, el consumo de repuesto, el número y gravedad de las averías, y el número de intervenciones urgentes o de prioridad máxima.
- Se observa igualmente que la disponibilidad de los equipos va en aumento.
- Al visitar la planta, los equipos parecen correctamente atendidos: no existen fugas, elementos fuera de servicio, equipos funcionando con averías notorias, etc.

**Seguridad:**

- Existe un Plan de Seguridad para los trabajos de mantenimiento.
- Existe formación periódica en seguridad.
- Se han evaluado los riesgos laborales derivados de las tareas habituales de mantenimiento.
- En cada trabajo que deben realizar, se informa a los operarios de los riesgos.
- Los operarios conocen, disponen y utilizan los equipos de protección individual que se necesitan.

- Existen indicadores específicos para poder realizar un seguimiento de la seguridad del departamento de mantenimiento.
- El nivel de accidentalidad de la planta es muy bajo, en número, en gravedad y en frecuencia.
- El departamento se marca objetivos de seguridad estrictos, que además se alcanzan habitualmente.

**Medio Ambiente:**

- Se ha analizado el impacto de la actividad de mantenimiento en el entorno.
- Se han tomado las medidas oportunas para minimizar este impacto.
- Se han fijado una serie de objetivos de mejora para un período determinado, y estos objetivos se están cumpliendo.
- Todas estas informaciones se recogen en un Plan Medioambiental.
- Existe formación periódica medioambiental.

Los **criterios** de la auditoría de manera general lo constituyen el conjunto de políticas, procedimientos y los requisitos los cuales se utilizan como una referencia con la cual es comparada la evidencia de la auditoría.

Los **recursos asignados** deben ser garantizados por el cliente de la auditoría. El **cronograma** de realización de la auditoría de mantenimiento es elaborado por el jefe del equipo auditor, considerando el alcance de las actividades de la auditoría *in situ*.

**Paso 1.3 Asignación de tareas.**

El jefe del equipo auditor realizará la asignación de tareas a cada miembro del equipo, considerando la competencia y la independencia de los auditores y el uso eficaz de los recursos.

**2.1.2 Etapa 2: Realización de las actividades de la auditoría.**

2.1 Reunión de apertura de la auditoría

2.2 Diagnóstico de mantenimiento

**Paso 2.1 Reunión de apertura de la auditoría.**

Coincidiendo con lo planteado en la ISO 19011:2004 en esta reunión participa la dirección de los auditados y el equipo auditor. La misma es dirigida por el jefe del equipo auditor el cual presenta al equipo auditor y el plan de auditoría.

### **Paso 2.2 Diagnóstico de mantenimiento.**

En este paso se realiza el diagnóstico de mantenimiento y se determinan los problemas que afectan la gestión del mantenimiento. Se propone realizar el diagnóstico de mantenimiento a través de la aplicación del cuestionario que se muestra en el Anexo # 3. El equipo auditor deberá elaborar un informe, quedando señalado las áreas con mayores dificultades. No obstante, a ser el trabajo de campo de los auditores el más importante, es muy importante también la documentación a preparar por ellos la cual debe ser la siguiente:

#### **Organización del mantenimiento:**

- Lista de equipos que componen la planta o instalación auditada.
- 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
- Propuestas de mejora realizadas por mantenimiento.
- Distribución presupuestaria.

#### **Mano de Obra:**

- Organigrama.
- Categoría, especialidad y funciones del personal.
- Calificación del personal directo.
- Plan de formación.

#### **Medios Técnicos:**

- Inventario de herramientas.
- Calibración de los equipos.

#### **Materiales:**

- Lista de repuesto mínimo que se considera necesario tener en stock.
- Inventario de materiales en almacenes.
- Lista de materiales consumidos en un período determinado, valorados.

**Tercerización:**

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

**Resultados obtenidos:**

- Disponibilidad de planta.
- Costo global de mantenimiento.
- Tiempo Medio entre Fallos.
- Tiempo Medio para la Reparación.

**Seguridad y medio ambiente:**

- Plan de seguridad.
- Estadística de accidentabilidad.

**2.1.3 Etapa 3: Análisis de los resultados de la auditoría.**

3.1 Evaluación de la gestión de mantenimiento

3.2 Conclusiones de la auditoría

La realización de la auditoría de mantenimiento nos permite identificar posibilidades de mejora, oportunidades de optimización de la gestión del mantenimiento. Comparan la situación del departamento de mantenimiento de la planta o instalación que se esté auditando con un estándar de excelencia. El resultado de esa comparación es el Índice de Conformidad, esto es, el % de acercamiento a ese estándar de excelencia. Por tanto, si el Índice de Conformidad es del 100%, el departamento de mantenimiento estará haciendo su trabajo exactamente como se indica en ese estándar; por el contrario, un 0% indicaría todo lo contrario.

**Paso 3.1 Evaluación de la gestión de mantenimiento.**

Para la realización del cálculo del Índice de Conformidad se establece un sistema de puntuación para evaluar las áreas a auditar, el mismo aparece descrito en la siguiente tabla:

0	Si el aspecto considerado en la pregunta está ausente o se alcanza muy deficiente.
1	Si el aspecto considerado se alcanza deficientemente
2	Si se alcanza, aunque aún puede mejorar
3	Si se alcanza de forma óptima

(Fuente: Edwan y Borroto, 2005)

Para todos los aspectos se han indicado posibles valoraciones de referencia.

Algunas de las cuestiones planteadas posiblemente no sean de aplicación a una instalación en concreto. Por ejemplo, si se evalúa el estado del taller y no existe taller porque no se requiere, la contestación a la pregunta será N/A (no aplica).

Una vez evaluados cada uno de los aspectos propuestos, se calcula el Índice de Conformidad, que es un indicador de la excelencia del sistema de mantenimiento. Para ello, se suman los puntos obtenidos, y el resultado se divide entre la máxima puntuación alcanzable. Así, por ejemplo, si todas las preguntas son de aplicación, el máximo posible es 276, si fueran 92 preguntas (3puntos/pregunta\* cantidad de preguntas).

$$ICTotal = \frac{\sum_{i=1}^8 TA_i}{Tp_{m\acute{a}x}} \times 100$$

Una vez obtenido el Índice de Conformidad, se evalúa la gestión de mantenimiento teniendo en cuenta los siguientes valores de referencia:

- < 40% de Índice de Conformidad                      Gestión de mantenimiento muy deficiente.
- 40%-60% de Índice de Conformidad                      Aceptable pero mejorable
- 60%-75% de Índice de Conformidad                      Buena
- 75%-85% de Índice de Conformidad                      Muy buena
- 85%-100% de Índice de Conformidad                      Excelente.

### **Paso 3.2 Conclusiones de la auditoría.**

Una vez obtenida la evaluación de la gestión del mantenimiento en la empresa objeto de estudio, el equipo auditor elabora un informe con los resultados obtenidos y las recomendaciones propuestas y se realiza la reunión de cierre de la auditoría.

Las conclusiones de la auditoría pueden indicar la necesidad de acciones correctivas, preventivas y/o de mejora, según sea aplicable. Para verificar la implementación de dichas acciones y su eficacia se recomienda realizar una auditoría de mantenimiento a los 6 meses de implementadas las mismas.

Los aspectos que puede tener el informe final podrían ser los siguientes:

**1. Objeto.**

**2. Alcance de la auditoría.**

**3. Documentación de referencia.**

**4. Datos generales de la planta o instalación.**

4.1. Características generales (productos, capacidad de producción).

4.2. Grado de automatización.

4.3. Antigüedad de las instalaciones.

4.4. Ubicación geográfica. Problemas derivados de esa ubicación.

4.5. Jornada de trabajo.

**5. Diagnóstico de mantenimiento.**

**5.1. Organización del mantenimiento.**

5.1.1. Análisis de equipos.

5.1.2. Plan de mantenimiento.

5.1.3. Procedimientos.

5.1.4. Distribución presupuestaria.

**5.2. Mano de obra.**

5.2.1. Cantidad.

5.2.2. Calificación.

5.2.3. Organización.

5.2.4. Plan de formación

5.2.4. Rendimiento.

**5.3. Medios técnicos.**

5.3.1. Talleres de mantenimiento.

5.3.2. Herramientas.

5.3.3. Plan de calibración.

5.3.4. Sistema informático.

**5.4. Materiales**

5.4.1. Repuesto mínimo.

5.4.2. Sistema de compra.

**5.5 Tercerización**

5.5.1. Servicio de mantenimiento por terceros.

5.5.2. Presupuesto para la tercerización.

5.5.3. Garantía.

**5.6. Resultados obtenidos en mantenimiento.**

5.6.1. Análisis de indicadores.

5.6.2. Disponibilidad de equipos.

5.6.3. Costo de mantenimiento.

5.6.4. Tiempo Medio entre Fallos.

5.6.5. Tiempo Medio para la Reparación.

**5.7. Seguridad.**

5.7.1. Plan de seguridad.

5.7.2. Impresiones sobre la seguridad de la planta.

5.7.3. Nivel de accidentabilidad.

**5.8. Tratamiento del impacto medioambiental.**

5.8.1. Plan medioambiental.

5.8.2. Mentalización del personal sobre el impacto medioambiental.

5.8.3. Tratamiento de residuos.

**5.9. Índice de conformidad obtenido.**

**6. Resumen de los problemas detectados de la auditoria.**

El informe debe identificar como problemas detectados todos aquellos aspectos cuya valoración sea «0» o «1».

**2.2 Conclusiones Parciales**

1. La auditoría de mantenimiento en la Empresa Reparadora José Smith Comas debe ejecutarse según el procedimiento descrito en este capítulo el cual es aplicable a este objeto de estudio práctico.

2. En esta tesis se propone los criterios de la auditoría que están basados en los estándares de excelencia para mantenimiento definidos por García Garrido (2003), para evaluar la gestión de mantenimiento.
3. La evaluación de la gestión de mantenimiento se realizará mediante el cálculo del Índice de Conformidad el cual constituye un indicador de excelencia del sistema de mantenimiento.



# *Capítulo 3*

### **CAPÍTULO III: REALIZACIÓN DE LA AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO**

En este capítulo se realizará la auditoría de mantenimiento en la Empresa Reparadora José Smith Comas perteneciente a la provincia de Camaguey, pero antes será necesario realizar una breve caracterización de la empresa que nos permita conocer algunos datos generales de la empresa objeto de estudio.

#### **3.1. Caracterización general de la Empresa reparadora José Smith Comas**

La Empresa Reparadora “José Smith Comas” perteneciente al Grupo UNECAMOTO, subordinada al Ministerio Sidero – Mecánico con residencia en Avenida Saratoga #97 entre Avenida Finlay y Luis Casas Romero en Camagüey, dedicada a la reparación de motores (rama automotriz), hoy día con más demanda productiva la Remotorización de camiones Gaz y Zill con motores Yunchai, la venta de accesorios en ambas monedas y un plan de producción, cuenta con las siguientes unidades básicas:

- ❖ USTA Camagüey
- ❖ Producciones Mecánicas
- ❖ Reparaciones Automotriz
- ❖ USTA Ambulancia
- ❖ USTA Ciego de Ávila
- ❖ Grupos Electrógenos Camagüey
- ❖ Grupos Electrógenos Ciego de Ávila

Cuenta con una plantilla aprobada (P1 y P2) de 325 trabajadores, de ellos:

<b>Categoría</b>	<b>Plantilla cubierta y aprobada</b>
Operarios	154
Servicios	50
Administrativos	4
Técnicos	89
Dirigentes	28
<b>Total</b>	<b>325</b>

La organización empresarial fue creada mediante la Resolución 326/76 de fecha 25 de diciembre de 1976.

Mediante la realización de una matriz DAFO en la empresa Reparadora José Smith Comas se determinaron las principales amenazas, oportunidades, fortalezas y debilidades que brinda el entorno (Documentos de la empresa).

**Fortalezas:**

- Alta profesionalidad y experiencia productiva del colectivo obrero.
- Se dan pasos firmes en el Perfeccionamiento Empresarial dirigido a aumentar la eficacia y la eficiencia.
- Diversificación de las producciones.
- Personal de dirección con juventud y preparación.

**Oportunidades:**

- Fortalecimiento de las relaciones con China.
- Recuperación económica del país.
- Posibilidad de entrar en perfeccionamiento empresarial.
- El reconocimiento por parte de los clientes de la calidad de los servicios.
- La decisión estatal de remotorizar el parque automotor del país.
- El mal estado de los viales en el territorio.

**Amenazas:**

- Bloqueo económico comercial.
- Existencia de competidores en el entorno.
- Cadena de impagos.
- Centralización del uso de la divisa.
- Ineficiencia en el trabajo de los importadores.

**Debilidades:**

- Los trabajadores expresan inconformidad con relación a los sistemas de pago y el salario que devengan.
- En ocasiones existen desabastecimientos de recursos.
- Alta frecuencia del ciclo de terminación y entrega de los carros remotorizados.
- Falta de una auténtica visión de futuro a todos los niveles de la organización.

**Objeto Empresarial:**

Existe el objeto empresarial amparado en la resolución emitida por el Ministerio de Economía y Planificación mediante Resolución 816 del 2004 en protocolo de la

Asesoría Jurídica.

La empresa desarrolla las operaciones mercantiles que son aprobadas para cumplir con el objeto social. (Servicios que presta).

- Producir y Comercializar de forma mayorista piezas fundidas y de repuestos en moneda nacional y divisas, según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Interior.
- Prestar servicios de reparación, construcción, reciclaje y efectuar comercialización mayorista de motores de combustión interna de cualquier nomenclatura, agregados y sus piezas, de equipos electrógenos y de equipos automotores incluyendo estos en su remotorización, en moneda nacional y divisas según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio del Interior.
- Brindar servicio de reparación, construcción, reconstrucción y remotorización a equipos automotores pesados de diversos usos, de motores y agregados, en moneda nacional y divisas.
- Brindar servicios de asistencia técnica, garantía y posventa del transporte pesado, en moneda nacional.
- Producir, recuperar y comercializar de forma mayorista partes, piezas, componentes y accesorios de repuesto de equipos automotores pesados, en moneda nacional y divisas según nomenclatura aprobada por el Comercio del Interior.
- Prestar servicios de reacondicionamiento, ensamblaje y efectuar la comercialización mayorista de equipos y componentes automotores pesados y equipos tecnológicos industriales, en moneda nacional y divisas, según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Interior.
- Prestar servicios de reparación y calibración de instrumentos de medición, previa autorización de la Oficina Nacional de Normalización en moneda nacional.

La empresa tiene definida la misión y visión la cual se conoce por los trabajadores, aunque con el traspaso de las Agencias de Grupos Electrógenos se hace necesario incrementar la actividad de las mismas siendo este un parámetro incongruente en las características de la organización lo que conlleva a realizar un rediseño de misión y la visión.

**Misión hasta el 2009:**

Prestar servicios técnicos integrales y de reconstrucción a equipos automotores, avalados por la profesionalidad de nuestro personal, para satisfacer las demandas del mercado territorial.

**Visión hasta el 2009:**

Lideramos los servicios técnicos automotores del mercado territorial, con una elevada calidad que nos distingue de la competencia.

**Definición de objetivos hasta el 2009:**

1. Mantener la certificación de las ISO 9001/2000.
2. Elevar anualmente los ingresos por comercialización en un 10 por ciento en relación con el año anterior.
3. Elevar los ingresos por servicios técnicos en 10% anualmente, en relación con el periodo anterior.
4. Implementar el sistema de gestión de los recursos humanos.
5. Certificar el sistema de seguridad y salud del trabajo por las ISO 18000 (norma cubana).
6. Elevar el nivel de eficiencia en la empresa en un 5 por ciento anualmente en comparación con el año anterior.
7. Alcanzar un 95 % de satisfacción de los trabajadores con los mecanismos de atención al hombre.
8. Informatizar los sistemas de gestión y control. Criterios de medida: Implementación de la red y acceso a Internet.

**Valores compartidos:**

- Sentido de pertenencia.
- Tradición familiar.
- Laboriosidad.
- Emprendedores para las tareas.
- Compañerismo.
- Comunicación abierta.

**Valores a trabajar:**

- Profesionalidad.

- Calidad.
- Cultura técnica.

**Identidad:**

- Servicio rápido, con soluciones profesionales y participación activa del cliente.

**Área de resultados claves:**

- Reconstrucción general.
- Remotorización.
- Comercialización.
- Calidad.
- Servicios de mantenimiento.
- Servicios ligeros de mecánica y postventa.

**Estrategia General de desarrollo:**

- Ofensiva.

**Estrategia Competitiva:**

- Diferenciación por calidad y amplitud en los servicios.

**Estrategias Funcionales:**

- Ampliación del mercado.
- La implementación del sistema de gestión de los recursos humanos.
- La potenciación del endeudamiento como fuente de financiamiento.
- Perfeccionamiento de los mecanismos de contratación y prestación de servicio.
- Maximización del empleo de las capacidades instaladas.
- Implementar un programa de ahorro energético.

**Programas:**

- Modernización y ampliación del uso de las tecnologías y las capacidades.
- Preparación del personal.
- Calidad integral del servicio.
- Programa de estudio de mercado.
- Programa de I+D (Investigación + Desarrollo).

La información fluye según la estructura organizativa. A continuación se muestra como transita esta información entre los distintos niveles establecidos en la empresa objeto de estudio:

DE	A	No Nivel
Director General	Directores de Áreas	I
Directores de Áreas	Jefes de taller y Especialistas	II
Jefes de taller y Especialistas	Trabajadores	III

(Fuente: documentación de la empresa)

Las ventajas que representa trabajar con la estructura real están dadas por un mayor y mejor control sobre:

- Fuerza de trabajo.
- Bienes de producción y consumo.
- Control contable y financiero.

La empresa cuenta con los siguientes procesos que la caracterizan los cuales en la actualidad se corresponden con la actividad de la misma:

No	Procesos
1	Producciones de bienes y servicios.
2	Gestión de Calidad.
3	Comercial
4	Regulación y control de contabilidad y finanzas
5	Fuerza de trabajo, capital humano o personal.
6	Mantenimiento y la logística.

(Fuente: documentación de la empresa)

Las unidades empresariales de base existente (UEB) se subordinan directamente al Director General de la empresa, (Ver Anexo # 4). Las independencias son relativas pues las decisiones a tomar son consultadas con el Director de la Empresa y de existir incongruencias son valoradas en el consejo de dirección reducido.

Cada unidad empresarial de base (UEB) garantiza la ejecución de todos los procesos de producción o de prestación de servicios, respondiendo a la Dirección de Operaciones que es la encargada de establecer los planes de producción para cada unidad., ya que ninguna UEB debe tomar decisiones por si sola sin antes llegar a un consenso con el consejo de dirección.

Las UEB tienen definidas sus misiones y tributan hacia la misión de la empresa, con objetivos de trabajo y procesos de producción claramente definidos en la cartera de productos:

1. Remotorización de vehículos.
2. Reconstrucción de vehículos.
3. Chapistería y pintura.
4. Montaje y Mantenimiento de Grupos Electrógenos.
5. Asistencia técnica post venta y garantía.

Las **funciones a desarrollar en cada unidad empresarial de base** se muestran a continuación:

- USTA Camagüey es la unidad que presta servicios técnicos automotrices y la Remotorización de camiones Zil y Gaz.
- Unidad de Reparaciones Automotriz es la que presta servicios de reparación automotriz, realiza también la Remotorización de camiones Zil y Gaz.
- Producciones Mecánicas realiza la fabricación de las piezas que son necesarias para el trabajo de las demás unidades.
- USTA Ciego de Ávila presta servicios técnicos automotrices en la provincia de Ciego de Ávila.
- USTA Ambulancia presta servicios técnicos a las ambulancias.
- Grupos Electrógenos Camagüey presta los servicios de montaje, servicios y reparación a los Grupos Electrógenos en Camagüey.
- Grupos Electrógenos Ciego de Ávila presta los servicios de montaje, servicios y reparación a los Grupos Electrógenos en Ciego de Ávila.
- Dirección General es la encargada de todo el control, dirección y ejecución de todas las disposiciones establecidas para cada uno de las direcciones.
- Cada Jefe de Unidad Empresarial de Base, tiene definida las facultades delegadas para la dirección de la unidad siendo:

**Misión:**

Garantizar con eficiencia y calidad el cumplimiento del plan general de su unidad básica.

**Funciones:**

- Coordina y controla el proceso de elaboración y cumplimiento del plan.
- Cumple y hace cumplir la legislación vigente.
- Dirige las actividades de economía, recursos humanos y venta de la UEB.
- Implanta el sistema de calidad en su área.
- Sanciona y estimula según corresponde al personal que labora en la UEB.
- Propone y controla la política para garantizar la seguridad industrial y la protección y seguridad del trabajo en su área.
- Dirige y controla la organización de dirección científico técnico, productivo y económico.
- Promueve la participación activa de los trabajadores en la dirección de la UEB.
- Cumplir con otras tareas que le sean asignadas.

**Responsabilidad:**

- Con el cumplimiento del plan de producción y la calidad de la seguridad y condiciones de trabajo de su área.
- Confeccionar los planes de necesidades materiales y equipos para garantizar la actividad del área.
- Evaluar los trabajadores y técnicos de su área.
- Responder por la implantación del Sistema Gestión de la Calidad.

En el Anexo # 5 se refleja el organigrama de cada una de las Unidades Empresariales de Base hasta el nivel de brigadas. Para mayor información acerca de la plantilla cubierta por el personal de mantenimiento de la empresa en el Anexo # 6 se pueden observar los cargos ocupados, categoría ocupacional y grupo escala a los cuales pertenecen los trabajadores de este departamento.

**Caracterización del área de mantenimiento:**

La empresa consta de un área de mantenimiento dedicada completamente al apoyo eficiente del proceso productivo en caso de presentarse deficiencias en el equipamiento instalado. De la labor desempeñada por los encargados del mantenimiento en el taller de Producciones Mecánicas dependen las prestaciones de servicios de las unidades empresariales de base de la empresa. El equipamiento

instalado está en buen estado y gran parte de estos permanecen en conservación debido a la poca carga de trabajo que existe en el taller.

**Objetivos del mantenimiento:**

Conservar todo el equipamiento, edificios y servicios, minimizando las fallas imprevistas de manera que aumente la productividad, disminuyendo los costos y garantizando la seguridad, o sea, contribuir a la eficiencia de la organización.

**Misión del área mantenimiento:**

Garantizar, con eficiencia y calidad, el estado técnico del equipamiento tecnológico y de la instalación, a través de una adecuada planificación, así como el aseguramiento y ejecución de la actividad de mantenimiento, con el debido control de los recursos energéticos, respaldado por un equipo de técnicos con experiencia.

**3.2 Realización de la auditoría de mantenimiento en la Empresa Reparadora José Smith Comas**

A continuación se realizará la auditoría de mantenimiento siguiendo el procedimiento descrito en el capítulo 2.

**Etapas 1: Inicio de la auditoría de mantenimiento**

**Paso 1.1 Selección del equipo auditor**

El equipo auditor está integrado por un especialista de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas y un estudiante de Ingeniería Industrial de 5to año.

**Paso 1.2 Preparación del Plan de auditoría**

Ya en el Capítulo 2 se había descrito como sería el procedimiento para la preparación del Plan de auditoría, el cual está dado por la definición de los objetivos, el alcance, los criterios y la elaboración del cronograma de realización.

El **objetivo** de la presente auditoría es realizar una evaluación de la gestión de mantenimiento y detectar problemas que puedan afectar dicha gestión en caso de ser deficiente.

Para la definición del **alcance** de esta auditoría de mantenimiento fue necesario reunir el equipo auditor y realizar un estudio sobre las áreas propuestas, las cuales quedaron señaladas en el capítulo anterior. Una vez hecho el análisis las mismas fueron: organización del mantenimiento, mano de obra, medios técnicos, materiales, tercerización, resultados obtenidos, seguridad y medio ambiente.

Esta auditoría fue desarrollada en los meses de enero-febrero-marzo de 2009, período en el que se desarrolla este Trabajo de Diploma.

## **Eta****pa 2: Realización de las actividades de la auditoría in situ**

### **Paso 2.1 Reunión de apertura de la auditoría**

Coincidiendo con lo planteado en la ISO 19011:2004, esta reunión fue realizada por el Jefe del equipo auditor el cual presentó el plan de auditoría y el equipo auditor, donde participó la dirección de los auditados, quedando claro las área a auditar y los objetivos de la auditoría.

### **Paso 2.2 Diagnóstico de mantenimiento**

#### **Organización del mantenimiento**

En esta empresa el sistema de mantenimiento implantado es el **Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)** y el **Mantenimiento Correctivo ó contra avería**. Este mantenimiento consiste en la realización de revisiones periódicas que se les hacen a los equipos según el ciclo que se establece para cada equipo o familia de equipos (Ver Anexo # 7). En estas revisiones se efectúa un **Diagnóstico Subjetivo** al equipo que depende de los resultados obtenidos a partir de la inspección que realiza el hombre, valiéndose para ello de algunas herramientas o dispositivos que le permiten mejorar las condiciones para utilizar sus sentidos y sin utilizar ningún medio de medición de precisión, o sea, mediante la utilización de sus sentidos, visión, oído, tacto y olfato. En la medida que el personal que realiza este trabajo esté más capacitado y tenga mayor experiencia, las posibilidades de determinar posibles fallos serán mayores y con más precisión (Dirección de mantenimiento, 1992). Este diagnóstico subjetivo permite elevar la confiabilidad y seguridad del trabajo de los equipos industriales, disminuye el consumo de piezas de repuesto y evita el desmontaje innecesario de agregados o partes del equipo; ya que solamente se aplicaría el mantenimiento sobre los componentes dañados que reporte esta revisión, siendo este diagnóstico mucho más económico que intervenciones de mantenimiento planificadas cada cierta cantidad de horas de trabajo, que implican sustituir, por ejemplo, el sistema de rodamientos de un torno, cuando no todos sus rodamientos están en mal estado.

El **Mantenimiento Correctivo ó contra avería**, es el que se realiza ante la aparición de una rotura imprevista que trae consigo afectaciones en el proceso productivo e

incluso en ocasiones la paralización del mismo. De aquí se deriva que, si la avería producida tiene solución a corto plazo el Técnico de Mantenimiento emite una Orden de Trabajo (OT). De no tener solución a corto plazo porque no hay piezas o materiales suficientes en el almacén, entonces el Jefe de Mantenimiento se encarga de informar el por qué de la paralización del equipo y comienza la gestión de compra de ese recurso. Existen procedimientos para las intervenciones de los equipos los cuales son usados por los operarios de mantenimiento. Estos procedimientos están dados por los diagnósticos mecánicos (Ver Anexo # 8) y eléctricos (Ver Anexo # 9), donde se analizan las partes del equipo a revisar en dependencia de la familia de equipo a la que se le aplique.

En el período analizado el cumplimiento del plan de MPP fue del 100%, ya que se realizaron las respectivas reparaciones planificadas en el intervalo de tiempo establecido. El modelo del plan de MPP para los tres meses analizados se puede observar en el Anexo # 10, donde se reflejan los equipos que se le planificó el mantenimiento para los meses de enero-febrero-marzo.

Como bien se había mencionado antes, en esta empresa se trabaja con órdenes de trabajo las cuales son registradas mediante un modelo para un control interno de la empresa (Ver Anexo # 11), dicho registro es archivado en la empresa por un período de tres años. Estas órdenes de trabajo son generadas a partir del plan de mantenimiento preventivo anual o luego de producida una avería. Estas últimas se ejecutan teniendo en cuenta el análisis de criticidad del equipamiento con que cuenta la empresa, proceso este, que consiste en garantizar el funcionamiento de los equipos fundamentales que son los más importantes, luego los equipos convencionales y por último los equipos auxiliares. Estas órdenes de trabajo brindan informaciones valiosas a la hora de realizar análisis sobre lo gastado tanto en materiales como en horas/hombre ya que estas son recepcionadas y archivadas para análisis posteriores. Existen planos y catálogos donde se reflejan la documentación técnica de todos los equipos. Los equipos permanecen limpios y en buen estado técnico puesto que al final de cada proceso productivo a los operarios se les exige la organización y limpieza de su área de trabajo y estos informan a la vez el estado técnico del equipo.

Todos los equipos poseen su historial los cuales se actualizan mensualmente. El mismo recoge el tiempo de operación del equipo, duración y causas de las averías, las intervenciones de mantenimiento y su duración y los recursos materiales y humanos empleados en cada intervención.

La empresa tiene un presupuesto destinado al mantenimiento, dicho presupuesto no siempre garantiza la adquisición de los recursos necesarios para la organización, planificación, ejecución y control de mantenimiento.

Los equipos están inventariados de dos formas. Una que es controlada por la empresa en general y otra que lo lleva el área de mantenimiento. Finalmente en las reuniones convocadas por el área de mantenimiento donde participan todos los trabajadores de esta rama, se realiza un debate donde se recogen las opiniones de los trabajadores y se aceptan las mejoras propuestas por ellos.

**Mano de Obra:**

El mantenimiento en esta empresa se lleva a cabo a través de dos brigadas: una de mantenimiento a las instalaciones y la otra destinada al mantenimiento industrial, la cual será el objeto de estudio de esta investigación y está subordinada a la UEB de Producciones Mecánicas.

La estructura organizativa del área de mantenimiento se muestra en el Anexo # 12 y está compuesta por una Brigadas de Eléctricos, una de Mecánicos y un Técnico de MPP.

La **Brigada de Eléctricos** debe estar compuesta por plantilla por tres electricistas, pero solamente hay uno. La **Brigada de Mecánicos** está compuesta por un Ajustador de Reparaciones "A", un Mecánico de Taller "A", un Soldador "A", un lubricador y un Operador de Máquinas de Herramientas "A" en plantilla. El **Técnico de MPP** está calificado y tiene buena preparación y conocimiento para el desempeño de su labor.

La plantilla es incompleta, quedando cubierta por un 80%. De los trabajadores que hay actualmente todos son polivalentes debido a los años que tienen de experiencia en la empresa y por tanto no hay personal imprescindible ya que todos dominan bien el estado de los equipos. No obstante es válido aclarar que a pesar de no estar cubierta totalmente esta plantilla, con los trabajadores que hay actualmente se puede enfrentar el plan de mantenimiento debido a que existe muy poca carga de trabajo.

Existe un plan de formación del personal el cual resulta adecuado y se lleva a cabo. Debido a la implantación de este plan el personal posee buena formación laboral. Se respeta bien el horario de entrada y salida por parte de los trabajadores ya que se le puede ver afectado el sistema de estimulación en divisas y en moneda nacional. El nivel de ausentismo es bajo. El personal cumple correctamente lo establecido en las Órdenes de Trabajo y registra la información precisa en ellas. Los mandos intermedios intervienen en la resolución de las Órdenes de Trabajo. Los operarios están dispuestos a prolongar su jornada laboral para cumplir el plan de mantenimiento pues esto forma parte de su sistema de estimulación.

**Medios Técnicos:**

Las herramientas para el mantenimiento se corresponden con lo que se necesita, las cuales no están inventariadas. Los equipos de medidas están bien calibrados. El taller de mantenimiento tiene bien señalizado e identificado su interior aunque es mejorable este aspecto y el mismo permanece limpio y ordenado. Además cuenta con los medios adecuados al tipo de trabajo que se realiza. La oficina permanece limpia y ordenada y está falta de medios de trabajo que satisfagan las necesidades de los que allí laboran, a pesar de todo esto en ellas se puede encontrar valiosa información sobre el mantenimiento de la empresa y del tema en general. No existe un sistema de automatizado para la gestión de mantenimiento.

**Materiales:**

Existe una lista de repuesto mínima en el almacén pero es incompleta. Esta se actualiza mensualmente y se trata de mejorar pero en ocasiones esto se hace difícil ya que escasean mucho los recursos y a veces no aparecen fácilmente. Se realizan controles donde se comprueba que los repuestos contenidos en la lista estén realmente en la planta. Se registran las entradas y salidas del almacén que permiten conocer los movimientos dentro del mismo. El sistema de compra de los materiales se considera lento debido a que el departamento de mantenimiento como tal no tiene asignado un presupuesto del cual se disponga para estos casos. Esta gestión de compra comienza cuando el técnico de mantenimiento reporta la pieza o el material que se necesita al departamento de economía y este aprueba el presupuesto para la compra, la cual es realizada por el comprador de la empresa. Debido al gran déficit de recursos que

existe, los materiales no siempre alcanzan la calidad que se necesita, un ejemplo de esto que abunda mucho es con el tipo de lubricante, pues muchas veces no aparece el que realmente lleva el equipo y es necesario entonces utilizar otro tipo de lubricante para no afectar la producción.

**Tercerización:**

El mantenimiento en esta empresa se realiza por medios propios ya que el personal encargado posee la formación adecuada para aplicar este servicio a los equipos instalados, sin necesidad de invertir presupuesto en mano de obra contratada. Además la empresa cuenta con las herramientas suficientes para cumplir el programa de mantenimiento.

**Resultados Obtenidos:**

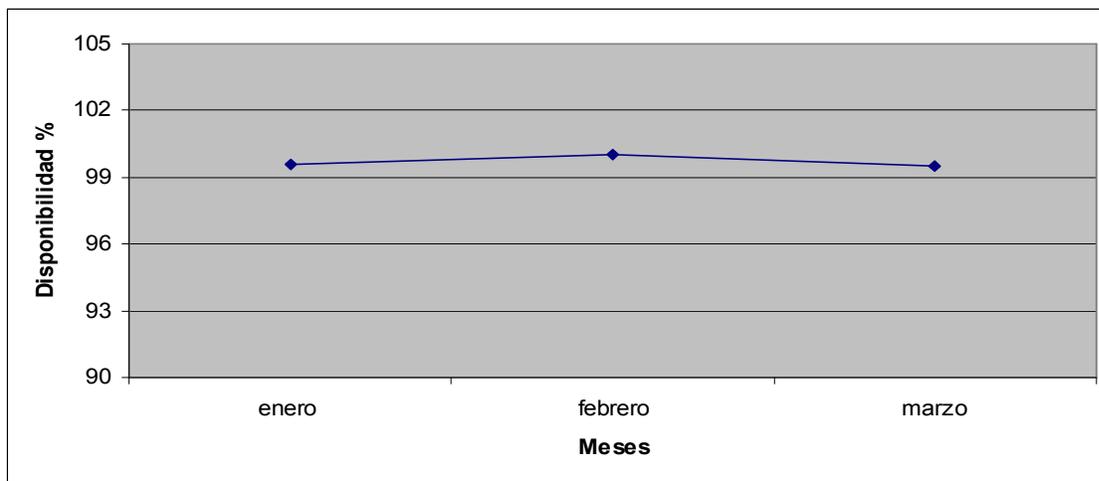
En esta empresa está definido y se calcula la Disponibilidad de los equipos como indicador de mantenimiento, no se calcula ni el Tiempo Medio entre fallos, ni el Tiempo Medio para la Reparación, ni los costos asociados al mantenimiento. El autor de esta tesis se dará a la tarea de calcular estos indicadores con el objetivo de observar como marcha la evolución de los mismos, ya que son de gran importancia para la toma de decisiones, sin despreciar otros que pueden ser importantes para otras empresas.

Con la ayuda de la información recogida en las órdenes de trabajo se podrá calcular el costo de mantenimiento total asociado al costo de la mano de obra y al de materiales. Para poder realizar el análisis de los resultados obtenidos en el Capítulo 2 de esta tesis se propone el cálculo de una serie de indicadores, los cuales serán calculados y analizados en este Capítulo 3, con los datos que fueron posibles obtener. Estos indicadores serán: Tiempo Medio entre Fallos, Tiempo Medio para la Reparación y Costo Total de Mantenimiento.

Para realizar un análisis de cada uno de estos indicadores y observar cual es su comportamiento en los meses de enero - febrero – marzo de 2009 es preciso tomar un equipo del taller de Producciones Mecánicas que presente la mayor cantidad de averías para su posterior análisis (Taladro Radial # 1) y graficar sus resultados para ver como es su evolución. El resto de los cálculos para cada equipo se muestra en el Anexo # 13.

**Disponibilidad:** (expresión 1.1)

Para realizar el cálculo de este indicador se tiene en cuenta el régimen de trabajo para cada mes, siendo este de 192 h/mes para cada mes analizado y la cantidad de horas invertidas en mantenimiento son de 0.8 h/mes, 0 h/mes y 1 h/mes en los meses de enero-febrero-marzo respectivamente, obteniéndose una disponibilidad de 99.58%, 100% y 99.47% en los meses analizados respectivamente. En la Figura 3.1 se muestra el comportamiento de este indicador en el período de estudio analizado.

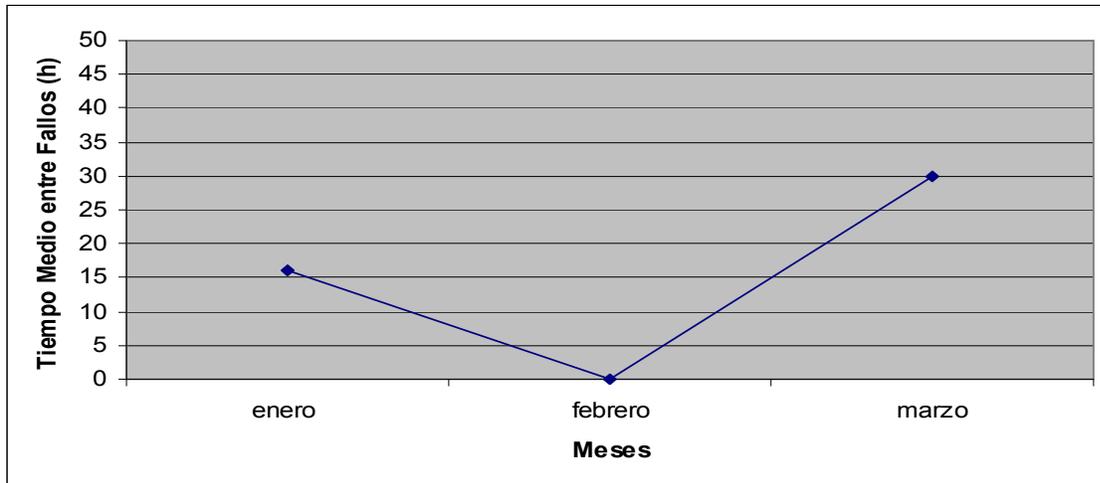


**Figura 3.1 Gráfico de Disponibilidad del equipo Taladro Radial # 1.** (Fuente elaboración propia).

**Tiempo Medio entre Fallos:** (expresión 1.2)

El tiempo medio entre fallos se obtiene de la división de las horas de trabajo del equipo entre la cantidad de intervenciones de tipo correctivas realizadas al mismo. Las horas de trabajo para el Taladro Radial # 1 fueron de 32 h/mes en el mes de enero y 30 h/mes en marzo pues en febrero no hubo intervención correctiva. En estos meses el equipo presentó 2 intervenciones/mes en enero y 1 intervención/mes en marzo dando como resultado 16 h y 30 h en los meses de enero y marzo respectivamente.

En la Figura 3.2 se muestra el comportamiento de este indicador en el período de estudio analizado.

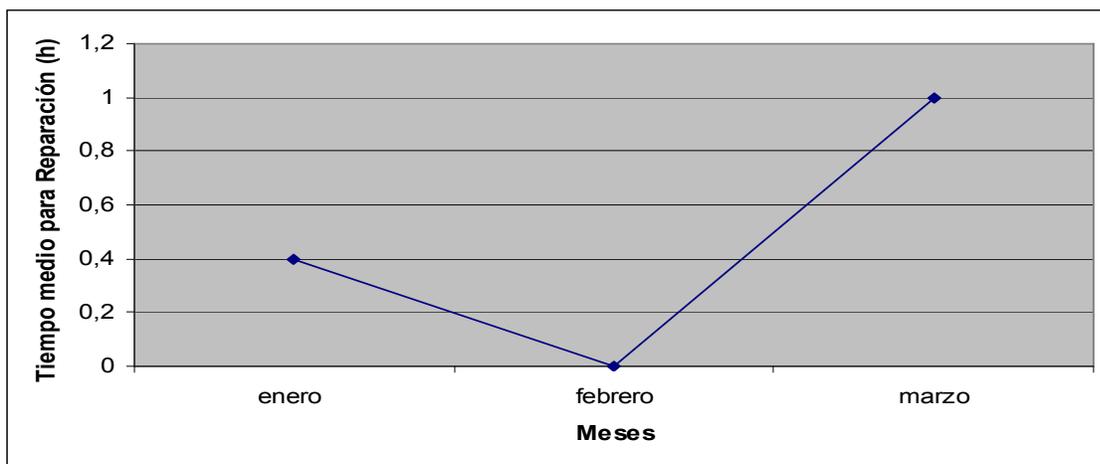


**Figura 3.2 Gráfico del Tiempo Medio entre Fallos para el equipo Taladro Radial # 1.** (Fuente elaboración propia).

**Tiempo Medio para la Reparación:** (expresión 1.3)

La expresión de este indicador está determinada por la división de las horas invertidas en mantenimiento correctivo entre la cantidad de fallos producidos. El Taladro Radial # 1 en enero se le aplicó mantenimiento correctivo por 0.8 h/mes, en febrero no presentó fallo y en marzo estuvo afectado durante 1 h/mes. Las cantidades de intervenciones a cada uno de estos fallos son de 2 intervenciones/mes y 1 intervención/mes en marzo, siendo los resultados de este indicador para enero de 0.4 h y para marzo de 1 h.

En la Figura 3.3 se muestra el comportamiento de este indicador en el período de estudio analizado.

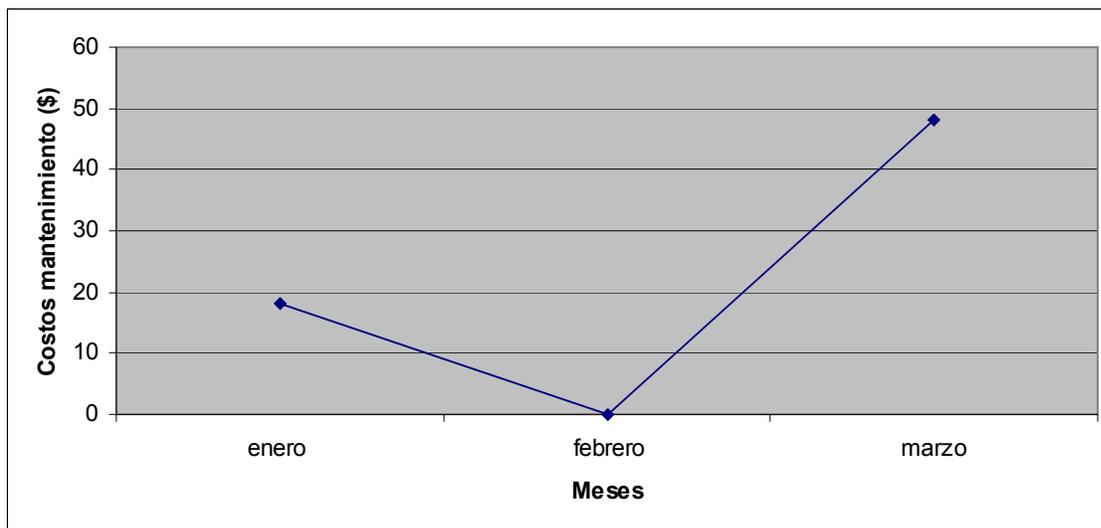


**Figura 3.3 Gráfico del Tiempo Medio para la Reparación del equipo Taladro Radial # 1.** (Fuente elaboración propia).

**Costo Total de mantenimiento:** (expresión 1.4)

El costo total de mantenimiento está determinado por los costos de mano de obra y de materiales. En este equipo el costo de mano de obra para el mes de enero fue de \$ 1.432, \$ 0 para febrero y \$ 1.79 para marzo. El costo de materiales fue de \$ 16.72 para enero y \$ 46.431 para marzo. Por tanto el Costo Total de Mantenimiento para enero fue de \$ 18.152 y para marzo de \$ 48.221.

En la Figura 3.4 se muestra el comportamiento de este indicador en el período de estudio analizado.



**Figura 3.4 Gráfico del Tiempo Medio para la Reparación del equipo Taladro Radial # 1.** (Fuente elaboración propia).

**Seguridad:**

Existe una buena evaluación de los riesgos a los que están sometidos los operarios y los mismos son conocidos por ellos. Hay un plan de seguridad establecido donde se reflejan actividades para la prevención de incendios, así como saber cuando y que tipo de extintor utilizar en dependencia de lo que haya provocado el incendio. No obstante es válido aclarar que los extintores no están a la capacidad que deben estar. También se establece en este plan que ante cualquier fallo de los equipos estos deben ser apagados y desconectados de la corriente, se exige la utilización de los medios de protección individual, etc.

La inspección visual de la planta hace pensar que se trata de una instalación segura. Los trabajadores reciben formación de seguridad pero no muy a menudo, pudiéndose

aumentar la frecuencia de esta. No se cuenta con todos los medios de protección individual y muchos de los que existen están en mal estado. A pesar de que se les exige a los operarios la utilización de estos medios, los mismos en ocasiones no los usan debido al deterioro que presentan.

**Medio Ambiente:**

El taller de Producciones Mecánicas al cual se subordina el departamento de mantenimiento industrial de esta empresa no desecha productos tóxicos, existe un plan donde se identifican los impactos medioambientales significativos que genera dicho taller. Este plan contiene la definición de los riesgos medioambientales, sus causas y medidas para la mitigación de los mismos. Los residuos líquidos son vertidos directamente al sistema de alcantarillado de la Ciudad de Camagüey, (colector que descarga al Río Hatibonico) o reciben tratamiento en determinados órganos (fosa maura). Los residuos sólidos (chatarras) son almacenados temporalmente y vendidos a materia prima para su análisis y reproceso. Al mismo tiempo los otros desperdicios son transportados a los respectivos vertederos con el fin de mantener un ambiente adecuado en el taller. El personal está mentalizado y actúa de acuerdo con este plan.

**Etapas 3: Análisis de los Resultados**

**3.1 Evaluación de la gestión de mantenimiento**

Para la obtención de esta evaluación fue necesario basarse en un cuestionario realizado a trabajadores y directivos dentro y fuera del área de mantenimiento en la empresa objeto de estudio, con el objetivo de evaluar el Índice de Conformidad que es un indicador de excelencia del sistema de mantenimiento.

A continuación se podrán apreciar los problemas detectados que afectan la gestión de mantenimiento, siendo estos los siguientes:

- ✓ La plantilla es incompleta.
- ✓ Escasez de piezas de repuesto.
- ✓ El sistema de compra de materiales es lento.
- ✓ Los materiales no siempre alcanzan la calidad requerida.
- ✓ Falta de medios adecuados en las oficinas.
- ✓ Existencia de equipos con reparación capital.
- ✓ Mal estado de los medios de protección individual.

- ✓ Mal control sobre el llenado de los extintores.
- ✓ No se tienen en cuenta otros indicadores como el Tiempo Medio entre Fallos, Tiempo Medio para la Reparación y Costo total de Mantenimiento.
- ✓ No existe un sistema automatizado para la gestión del mantenimiento de la empresa.

En el Anexo # 14 aparecen los resultados del cuestionario que posibilitaron el cálculo del Índice de Conformidad en el cual se obtuvo una puntuación de 86.49%. Las respuestas a cada una de las interrogantes aparecen con letra roja y aquellas que no aplican están marcadas con la simbología (NA) propuesta en el capítulo anterior y aparecen con letra azul. Este porcentaje significa que la gestión de mantenimiento de la Reparadora José Smith Comas se evalúa de excelente según los valores de referencia propuestos en el Capítulo II.

En la Figura 3.5 se muestra el Radar de Control donde aparecen los resultados de esta auditoría en porcentaje para cada una de las áreas auditadas.

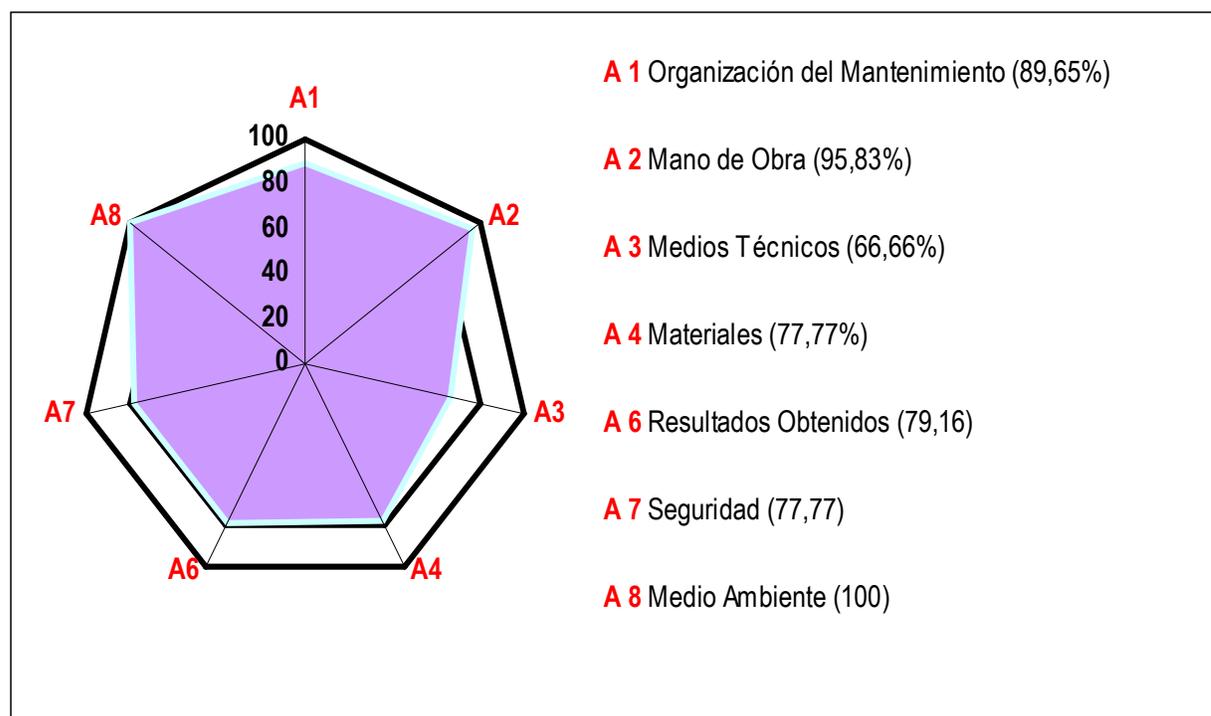
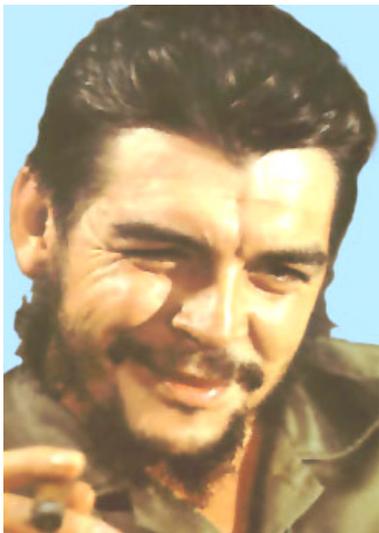


Figura 3.5 Radar de control (Fuente: elaboración propia).

### **3.3 Conclusiones parciales**

- A través del cálculo del Índice de Conformidad se pudo evaluar la gestión de mantenimiento de la empresa objeto de estudio, la cual fue del 86.49% siendo evaluada de Excelente.
- La realización de la auditoría de mantenimiento en la empresa José Smith Comas permitió conocer la evaluación de las áreas auditadas, siendo esta de **Buena: Medios Técnicos**; **Muy Buena: Materiales y Seguridad** y de **Excelente: Organización del Mantenimiento, Mano de Obra, Resultados Obtenidos y Medio Ambiente**; quedando sin evaluación el mantenimiento por terceros ya que la empresa realiza el mantenimiento por medios propios.
- Mediante el cálculo de los indicadores analizados se pudo graficar su evolución en los meses de enero-febrero y marzo.



*Conclusiones*

## **CONCLUSIONES**

1. El estudio bibliográfico realizado para la construcción del marco teórico-referencial de la investigación confirma la existencia de una amplia base conceptual sobre el mantenimiento y sus aplicaciones en el sector industrial.
2. El procedimiento propuesto para la realización de la auditoría comprende las áreas siguientes: organización del mantenimiento, mano de obra, medios técnicos, materiales, tercerización, seguridad, resultados obtenidos y medio ambiente; elementos estos definidos para el objeto de estudio práctico específico de esta investigación.
3. La aplicación del procedimiento para la realización de la auditoría de mantenimiento en la UEB de Producciones Mecánicas permitió la determinación de los problemas que afectan la gestión del mantenimiento y su evaluación a través del cálculo del Índice de Conformidad y el análisis de los indicadores calculados.
4. Los principales problemas que afectan la gestión del mantenimiento se encuentran en las áreas: Medios Técnicos, Materiales y Seguridad.



# *Recomendaciones*

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que para la realización del informe final de la auditoría se tengan en cuenta los aspectos propuestos en el procedimiento descrito en esta tesis.
2. Se recomienda a la dirección de la empresa objeto de estudio la toma de medidas ante los problemas detectados durante la realización de la auditoría, que conduzcan a la mejora de la gestión del mantenimiento en dicha entidad.
3. Se recomienda la aplicación del procedimiento para la realización de la auditoría de mantenimiento descrito, en el resto de las UEB de la Empresa Reparadora José Smith Comas con vistas a evaluar la gestión de mantenimiento y enfocar planes de mejora en las áreas donde se detecten problemas.



# *Bibliografía*

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. A.E.M. (1995). El mantenimiento en España. Asociación española de mantenimiento. Barcelona.
2. Aduvire, O., López, C. & Mazadiego, L. (1994). Relación entre mantenimiento y vida útil de maquinaria en minería. Revista Mantenimiento, España. 72: 23-31.
3. Aladon. (2000). Reliability Centered Maintenance. An Introduction. Revisado el 9 de marzo del 2009: <http://www.aladon.co.uk/10intro.html>.
4. Améndola, L. (2002). Modelos Mixtos de Confiabilidad. Revisado el 12 de marzo de 2004: <http://datastream.net/latinamérica/libroaméndola/default.asp?lang=esp>.
5. Araya Schulz, R. (1991). Mantenimiento según condición: una herramienta de productividad (parte 1). Revisado el 16 de marzo de 2009: <http://www.mantencion.com/articulos/rev5art2.php3>.
6. Araya Schulz, R. (1993). Predictivo es como una UTI de diagnóstico médico. Revisado el 17 de marzo de 2009: <http://www.mantencion.com/articulos/rev12.html/art3.r.12.html>.
7. Auskamp, J. (1999). Cómo Hacer al TPM la Prioridad de Todos. Revisado el 17 de marzo de 2009: [http://www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/.htm](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/.htm).
8. Barba-Romero, S. & Pomerol, J. C. (1997). Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica. Universidad de Alcalá. Madrid, Colección de Economía
9. Benaim, S. et al. (1994). Mantenimiento de edificios para la salud. Buenos Aires, Argentina, OPS, CAM.
10. Bollman, B. (1995). Notas sobre el mantenimiento predictivo proactivo. Revisado el 22 de marzo de 2009: <http://www.mantencion.com/articulos/rev21.html/rev21art2.html>.
11. Borda Elejabarrieta, J. (1993). El mantenimiento moderno (proactivo). Revista Mantenimiento, España. 70: 37-38.
12. Borroto Pentón, Yodaira, De la Paz Martínez, Estrella M. & Marrero Delgado, F. (2003a). Contribución al perfeccionamiento de la gestión de mantenimiento en instalaciones hospitalarias de segundo nivel asistencial. Aplicación en el Hospital

- Provincial Docente Clínico Quirúrgico "Celestino Hernández Robau" de la provincia de Villa Clara. Biblioteca "Chiqui Gómez Lubián" (658.202 Borr.), UCLV, Santa Clara, Cuba.
13. Borroto Pentón, Yodaira, De la Paz Martínez, Estrella M. & Marrero Delgado, F. (2004). El análisis multicriterio en la realización de la auditoría de mantenimiento en instalaciones hospitalarias de segundo nivel asistencial. IV Internacional Conference of Enterprises Science, Santa Clara, Cuba.
  14. Cáceres, Susana. & Comando, Rita. (1995). Mantenimiento Hospitalario de Don José a los edificios inteligentes. Octavo Congreso Iberoamericano de Mantenimiento.
  15. Corretger Rauet, M. (1994). El mando intermedio en mantenimiento. Funciones, formación, responsabilidad. Revista Mantenimiento, España. 77: 41-53.
  16. Crespo, A., Sánchez, J. & Ruiz, R. (1995). Diseño y desarrollo de políticas de mantenimiento mediante modelos cuantitativos. Ponencia presentada en el 8. Congreso Iberoamericano de Mantenimiento, Buenos Aires, Argentina.
  17. Dagostino, H. & Dirube, D. (2004). Integración del RCM dentro de un programa de TPM. Revisado el 9 de abril de 2009: <http://www.mantencion.com/articulos/rev31art2.php3>.
  18. De Groote, P. [1993]. "El mantenimiento en países en vías de industrialización". Revista Mantenimiento. España. No. 69, pp. 19-25.
  19. De la Paz Martínez, Estrella M. & Borroto Pentón, Yodaira. (2002a). La gestión integral del mantenimiento hospitalario. Revista Con Mantenimiento Productivo, México. (Primera parte). 14: 18-23.
  20. De la Paz Martínez, Estrella M. & Borroto Pentón, Yodaira. (2002b). La gestión integral del mantenimiento hospitalario. Revista Con Mantenimiento Productivo, México. (Segunda parte). 15: 18-23.
  21. De la Paz Martínez, Estrella M. & Borroto Pentón, Yodaira. (2002c). La gestión integral del mantenimiento hospitalario. Revista Con Mantenimiento Productivo, México. (Tercera parte). 16: 14-17.

22. De la Paz Martínez, Estrella M. (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.
23. De la Paz Martínez, Estrella M. (1998). Mantenimiento y Fiabilidad. Santa Clara, Cuba, UCLV. Monografía.
24. Desir, J. L. & Castolín, S. A. (1994). Protective Maintenance: A Major Opportunity to generate Savings in the Maintenance of Industrial Plants and Machines. Cuarto Congreso Nacional de Mantenimiento de Portugal. Lisboa.
25. De Quinto, E. [1992]. Gestión integrada de mantenimiento. La puesta en práctica./ Revista Mantenimiento.(España). No. 55, pp. 35-39.
26. Dounce Villanueva, E. (1998). La productividad en el mantenimiento industrial. Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V. México.
27. Duffuao, S.O; Raouf, A y Dixon Campbell, J (2002) "Sistemas de mantenimiento. Planeación y Control" Editorial Limusa. México.
28. Dunn, S. (1999). Integrating RCM with Effective Planning and Scheduling - Part 1. West Australian Optimising Maintenance Conference, Australia.
29. Elías Gutiérrez, C. (2003). Control de procesos en mantenimiento. Revista Ingeniería y Arquitectura. Edición Especial: 6-7.
30. Ellmann, H. (1996). Costo beneficio de la implantación de RCM2, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Revisado el 8 de abril de 2009: <http://www.mantencion.com/articulos/rev26art1.php3>.
31. Encinas Beltrán, V. (1994). La visión del mantenimiento basado en la fiabilidad para la maximización de la productividad. Revista Mantenimiento, Perú. 4, 2: 15-18.
32. Estrategia para la Empresa Reparadora José Smith Comas. Documentos de la empresa José Smith Comas.
33. Fabrés Díaz, J. L. (1991). Auditorías en mantenimiento: un paso inicial para mejorar la competitividad. Revisado 15 de marzo de 2009: <http://www.apics.org/sigs/articles/fall99PI.htm>.
34. Fucci, T. A. (2000). Tipos de mantenimiento. Revisado el 18 de abril de 2009: <http://www.geocities.com/Eureka/Enterprises/6527/LECCION3.htm>.

35. Fuertes, A., del Olmo, R. & Hernández, C. (1994). La gestión informatizada de mantenimiento: una fuente de ventajas competitivas para la empresa. Revista Mantenimiento, España. 79: 5-14.
36. Gilbert Chevalier, M. (1996). El control centralizado desde la perspectiva del usuario y el Mantenedor. Revista Mantenimiento, España. 92: 48-49.
37. Gómez, C. A. (2002). Filosofía e implantación del kaizen gambea. Estrategia fundamental del Mantenimiento Productivo Total (primera parte). Revista Con Mantenimiento Productivo, México. 16: 4-9.
38. González García, J. (1997). Operación y mantenimiento de una cogeneración: contratación de este servicio. Revista Mantenimiento, España. 105: 15-18.
39. González Danger, A. H. & Hechavarría Pierre, L. (2002). Metodología Para Seleccionar Sistemas de Mantenimiento. Revisado el 12 de abril de 2009: <http://www.datastream.net/latinamerica/mm/articulos/club.asp>.
40. Gusmão, C. A. (2001). Indices de desempenho da manutenção. Revisado el 12 de abril de 2009: <http://www.mantenimientomundial.com/articulos/4indices.asp>.
41. Hartmann, E. (1993). Cómo instalar con éxito el TPM en su empresa a través del original proceso TPEM. USA, International TPM Institute, Inc.
42. Heber González, R. (1984). Mantenimiento industrial: organización, gestión y control. Buenos Aires, Editorial Alsina.
43. Hernández Cruz, E. & Navarrete Pérez, E. (2001). Sistema de cálculo de indicadores para el mantenimiento. Revisado el 2 de mayo de 2009: <http://www.ispjae.cu/consulta>.
44. Identificación de Impactos Ambientales. Documentación de la Empresa Reparadora José Smith Comas.
45. Juric Komorski, Z. (1995). La auditoría y el autodiagnóstico del mantenimiento industrial. Revista Mantenimiento, España. 84:
46. Kamenitzer, S. E. (1985). Organización, planificación y dirección de la actividad de las empresas industriales. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
47. Kaufmann, A. (1975). Métodos y modelos de la investigación de operaciones. La Habana, Edición Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro.

48. Kohler, E. L. (1990). Diccionario para contadores. México, Editorial Hispano Americana (UTEHA).
49. Larralde Ledo, E. (1994). Métodos de evaluación de la gestión de mantenimiento. Revista Mantenimiento, España. 72: 7-13.
50. Lezana, E. (1995). RCM después de TPM. Revista Mantenimiento, España. 81: 39-45.
51. Lezana, E. (1996). Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM). Revista Mantenimiento, España. 91: 25-36.
52. Lourival Tavares, A. (1999). Administración moderna de Mantenimiento, Editorial Novopolo, Publicaciones Brasil.
53. Malaguera, J., G. (2001). Revisado el 14 de abril de 2009: <http://cienciafísica.com>.
54. Marrero Delgado, F. (2001). Procedimientos para la toma de decisiones logísticas con enfoque multicriterio en la cadena de corte, alza y transporte de la caña de azúcar. Aplicaciones en CAI de la provincia Villa Clara. Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis Doctoral.
55. Martín, A. (2003). ¿Qué resultados se obtienen del mantenimiento predictivo? Revista Ingeniería y Gestión de Mantenimiento, España. 29: 39-42.
56. Martín de Santiago, C. (1994). Contribución de mantenimiento a la mejora de calidad. Revista Mantenimiento, España. 71: 39-40.
57. Márquez, A. (2000). Tipos de mantenimiento. Revisado el 21 de marzo de 2009: <http://www.geocities.com/webmg2000/amg16.html>.
58. MINBAS. (1986). Sistema de mantenimiento preventivo por diagnóstico. Unión de empresas del papel. MINBAS. Ciudad de La Habana.
59. Monteiro Leite, A. (1995). A Manutenção na U.E. e a crise: alguns aspectos. Revista Manutenção, Portugal. 47: 5-20.
60. Morales Silverio, R. (1993). Tendencias actuales para el perfeccionamiento de la actividad de mantenimiento. UCLV. Trabajo de Diploma.
61. Moubray, J. (1997). Reliability Centered Maintenance, Industrial Press Inc.
62. Moubray, J. (2000). Reliability Centered Maintenance. An introduction. Revisado el 8 de abril de 2009: <http://www.aladon.co.uk/10intro.html>.

63. Muntasell i Arcarons, J. (1994). Como gestionar el mantenimiento contratado de grandes edificios. Revista Mantenimiento, España. 73: 11-19.
64. Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM. Productivity Press. Cambridge, Massachusetts.
65. NC 92-10-78. Control de la calidad. Fiabilidad. Términos y definiciones Ciudad de la Habana, Cuba, Comité Estatal de Normalización.
66. NC-ISO 9000. (2001). Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.
67. Netherton, D. (1999). Standard to define RCM. Maintenance Technology Magazine. 6: 17.
68. Ochoa Crespo, L. (1994). El despliegue de mantenimiento ante la crisis. Revista Mantenimiento, España. 72: 15-21.
69. Omarov, A. M. (1977). Economía de empresas industriales. La Habana, Editorial Orbe.
70. Organización General. Documentos de la Empresa Reparadora José Smith Comas.
71. Ortiz Álvarez, V. (2000). Aplicación del TPM (primera parte). Revista Mantenimiento, Costa Rica. 13: 3-7.
72. Payerment, S. (1994). La certificación de las empresas de servicio de mantenimiento. Revista Mantenimiento, Perú. 4, 2: 10-14.
73. Pérez Jaramillo, C. (1992). Gerencia de Mantenimiento y Sistemas de Información. Colombia, Soporte y CIA. LTDA.
74. Portuondo Pichardo, F (1990), Economía de Empresas Industriales. (2 partes). Ciudad de La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
75. Portuondo Pichardo, F & Pérez Tejeda, A (1994). Selección y diseño de un sistema de mantenimiento. Ciudad de La Habana, ISPJAE.
76. Portuondo Pichardo, F., Montes de Oca Oubiña, B. & Morera Morera, J.D. (1989). Sistema alterno de mantenimiento. Revista Ingeniería Industrial, Cuba. 10: 113-120.
77. Rey Sacristán, F. (1993). El mantenimiento en épocas de crisis. Aplicación del TPM en nuevas organizaciones. Revista Mantenimiento, España. 70: 19-29.

78. Ríos, F. (1994). Cómo diseñar y desarrollar un plan de mejora global del mantenimiento. Revista Mantenimiento, España. 76: 37-40.
79. Roberts, J. (1999). TPM Total Productive Maintenance. History and basic implementation. Revisado el 18 de abril de 2009: [http://www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmroberts.htm](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmroberts.htm).
80. Roda Vázquez, C. y. Sal García, C. (1992). El mantenimiento predictivo como mejora en la productividad y en los costes de las instalaciones fuertemente mecanizadas. Revista Mantenimiento, España. 59: 17-21.
81. Ruskiewicz, J. W. [1980]. "Maintenance goals and management control". Revista Industrial Engineering, USA. Vol. 12. No. 2.
82. Saavedra, P. (2000). Mantenimiento predictivo y monitoreo según condición. Revisado el 5 de mayo de 2009: <http://www.mantencion.com/articulos/rev03/rev3.art2html>.
83. 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. Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis Doctoral.
84. Sánchez, A. & Molina, R. (1991). Implantación de un sistema de mantenimiento en la Planta de Sidetur en Barquisimeto. Revista Insumo Industrial, Venezuela. 23: 60-68.
85. Sanz Sacristán, J. (2001). Importancia del mantenimiento para mejorar la eficiencia de una instalación. Aplicación del método RCM. Revisado el 3 de abril de 2009: <http://www.puntex.es/mantenimiento/141sanz.htm>.
86. SIGFA. (2000). Metodología de la auditoría operacional y el proceso de auditoría. Revisado el 20 de abril de 2009: <http://www.hacienda.gob-ni/saigfa/sin-frames>.
87. SGS Tecnos S.A. (diciembre 1 de 2006). Auditoría de Mantenimiento para Instalaciones. Revisado el 12 de marzo 2009: [http://www.es.sgs.com/es/hoja\\_de\\_producto](http://www.es.sgs.com/es/hoja_de_producto).
88. Sotuyo Blanco, S. (2000). El hombre de mantenimiento. Revista Mantenimiento, Costa Rica. 10: 3-8.

89. Stoner, J.A. (1987). Administración. (Segunda parte). University of New Haven, Prentice may Hispanoamérica S:A:
90. Taboada Rodríguez, C. et al. (1990). Organización y planificación de la producción. (Primera parte). Ciudad de La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
91. Tavares de Carvalho, L. (1994). Mantenimiento en empresas competitivas. Revista Mantenimiento, Chile. Enero-Marzo: 20-23.
92. Tavares. L.A, Calixto. M y Poydo. P.R (2005) “Manutencao Centrada no Negocio” Editorial: Novo Polo Publicacoes. Brazil. 155 páginas
93. Tobalina, F. (1992). Una nueva dirección en la producción: TPM. Revista Mantenimiento, España. 60: 19-21.
94. Torres, J. (1997). A MCC- Manutenção Centrada na Confiabilidade e o Capítulo-4 do Manual de directrizes da linha seg: Uma proposta para racionalização das tarefas e redução do custo de manutenção. II Seminario de Manutenção CEMAN, Brasil.
95. Van Kessel, N. I. (1992). Searching for the optimum through maintenance concepts: maintenance engineering in theory and practice. Euromaintenance '92, Lisboa.
96. Vérez Basanta. (1982). Auditoría. Ciudad de la Habana, Editorial Pueblo y Educación.
97. Vinicius Lucatelli, M. & García Ojeda, R. (1995). Estudio de procedimientos de manutenção preventiva de equipamentos electromédicos. Octavo Congreso Latinoamericano de mantenimiento.
98. Zabiski Duardo, E.I. [2003] “Indicadores de Evaluación de la Gestión de los Servicios Técnicos en Instalaciones Turísticas, utilizando la Metodología BSC”. Suplemento ConGestión. CEIM-CUJAE. Cuba.



*Anexos*

## Anexo # 1. Tecnologías Predictivas para identificar y/o corregir fallos.

Tecnologías	Referencias
Análisis vibracional	[Bolaños, 1992; Aduvire, López & Aduvire, 1992; González García, 1997; Encinas, 2000; Estupiñán & Saavedra, 2002]
Análisis de aceite	[Payri González, Macián Martínez & Espinosa Bejerano, 1992; Saavedra, 2000; Encinas, 2000; Estupiñán & Saavedra, 2002]
Análisis Ultrasónico	[Encinas Beltrán, 2000]
Análisis espectral de corriente en motores de inducción	[Encinas Beltrán, 2000]
Análisis de cables de acero	[Encinas Beltrán, 2000]
Inspecciones electromagnéticas	[Encinas Beltrán, 2000]
Control y automatización	[Encinas Beltrán, 2000]
Alineamiento láser	[Encinas Beltrán, 2000]
Balanceo dinámico	[Encinas Beltrán, 2000]
Ensayos no destructivos (líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonidos, radiografía, técnicas microestructuradas, medida de deformaciones, variaciones de dureza, medidas de capas internas de óxido, etcétera)	[Aduvire, López Y Aduvire, 1992; Naval, 1997]
Detección de problemas (Espectro Spike Energy)	[Rayo, 1992]
Inspecciones visuales (estroboscopia, endoscopía, fotografía y video, perfilometría, sonda de luz, baroscopio, etcétera)	[Aduvire, 1992; Eade, 1997; Améndola, 2002]
Inspecciones acústicas (sonómetros, vibrómetros, Análisis de Impulsos de choque)	[Aduvire, 1992; Améndola, 2002]
Ensayos tribológicos (ferrografía, ferroscofia, análisis de lubricantes)	[Aduvire, 1992; Verdini & Veratti, 2000]
Medidas de magnitudes físicas en general (corrosión, presión)	[Aduvire, 1992]
Inspecciones térmicas (termómetros de expansión de fluidos, análisis termográficos, termoindicadores, etcétera.)	[Aduvire, 1992; González García, 1997; Eade, 1997; Verdini & Veratti, 2000; Encinas Beltrán, 2000; Estupiñán & Saavedra, 2002]

(Fuente: Ewan James y Borroto Pentón, 2007)

## Anexo # 2. Recopilación de áreas y funciones a auditar según diferentes autores.

Autor	Áreas a auditar	Funciones a auditar
Fabrés Díaz [1991]	1. Organización. Personal. Relaciones.	1.1 Adecuación y balance del organigrama. 1.2 Directrices de mantenimiento 1.3 Formación y calificación del personal 1.4 Planes de formación 1.5 Motivación del personal 1.6 Comunicación
	2. Preparación y Planificación del Trabajo.	2.1 Sistemática de órdenes de trabajo (O.T.) 2.2 Coordinación de especialidades 2.3 Establecimiento de programas 2.4 Definición de materiales 2.5 Estimación de tiempos 2.6 Estimación de fechas de finalización 2.7 Recepción de trabajos terminados 2.8 Evaluación de necesidades externas
	3. Ingeniería. Inspección y Mantenimiento Preventivo.	3.1 Diseño y montaje instalaciones existentes 3.2 Documentación técnica disponible 3.3 Historial equipos 3.4 Investigación sistemática de averías. 3.5 Gamas de mantenimiento preventivo 3.6 Análisis de métodos de trabajo 3.7 Dotación de medios de mantenimiento e inspección
	4. Compras y Almacenes de Materiales.	4.1 Sistemática de la gestión de compras 4.2 Recepción de materiales 4.3 Locales. Disposición física de los materiales. Localización 4.4 Codificación. Estandarización de recambios 4.5 Calidad del servicio de los almacenes de mantenimiento
	5. Contratación.	5.1 Política de Contratación de trabajos 5.2 Especificación técnica de los trabajos a contratar. 5.3 Selección de Contratistas 5.4 Supervisión de Contratistas

## Continuación Anexo # 2

Fabrés Díaz [1991]	6. Presupuestos de Mantenimiento. Control de costos.	6.1 Preparación de presupuesto anual de Mantenimiento 6.2 Definición de tipos de Mantenimiento. 6.3 Documentos de Gestión Económica 6.4 Informatización del Control de Costes 6.5 Seguimiento y Control de Costes. 6.6 Existencia y evolución de índices económicos.
	7. Contratación.	7.1 Duración de los trabajos de Mantenimiento. Rendimiento de la Mano de Obra 7.2 Cumplimiento de los plazos 7.3 Calidad de los trabajos realizados 7.4 Coste de los trabajos realizados 7.5 Estado de las Instalaciones-Averías 7.6 Calidad de servicio
Corretger Rauet [1996]	1. Organización.	1.1 Organigrama 1.2 Definición de funciones 1.3 Efectivos y su distribución 1.4 Sistemáticas de mantenimiento aplicadas 1.5 Administración de los trabajos. 1.6 Planes de formación 1.7 Medios técnicos
	2. Personal.	2.1 Calificación del personal con mando 2.2 Calificación del personal operario 2.3 Comunicación 2.4 Motivación 2.5 Rendimiento
	3. Ejecución, preparación y planificación.	3.1 Sistemáticas de funciones 3.2 Coordinación de especialidades 3.3 Proporción trabajos preparados 3.4 Estimación de tiempos 3.5 Nivel preventivo 3.6 Planificación 3.7 Cumplimiento de programas 3.8 Documentación 3.9 Históricos de mantenimiento

## Continuación Anexo # 2

Corretger Rauet [1996]	4. Almacenes y aprovisionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Estado físico de los almacenes</li> <li>4.2 Respuesta a peticiones urgentes</li> <li>4.3 Codificación</li> <li>4.4 Control de recepción materiales</li> <li>4.5 Sistemas aprovisionamiento</li> <li>4.6 Gestión y control de existencias</li> </ul>
	5. Presupuesto y su control.	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Presupuesto anual y su preparación</li> <li>5.2 Distribución presupuestaria</li> <li>5.3 Documentación de control</li> <li>5.4 Control analítico de costos</li> <li>5.5 Informes presupuestarios</li> <li>5.6 Aplicación informática</li> </ul>
	6. Contratación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 sistematización de contratos.</li> <li>6.2 Selección del contratista</li> <li>6.3 Control de calidad de los trabajos.</li> <li>6.4 Especificaciones técnicas</li> <li>6.5 Cumplimiento de los plazos de entrega</li> </ul>
	7. Control del servicio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>7.1 Índices de control</li> <li>7.2 Estado de las instalaciones</li> <li>7.3 Calidad de los trabajos</li> <li>7.4 Cumplimiento de prioridades</li> <li>7.5 Satisfacción de usuarios</li> <li>7.6 Nivel informático</li> </ul>

(Fuente: elaboración propia)

**Anexo # 3. Cuestionario de auditoría.**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
<b>ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO</b>					
1	¿Se ha realizado un análisis de criticidad de los equipos?	Nunca.	Sí, pero con criterios incorrectos.	Sí, pero hay que reestudiarlo.	Sí, y está bien hecho.
2	¿En ese análisis se determina el modelo de mantenimiento más adecuado para cada equipo?	Nunca se ha estudiado	Sí, pero con criterios incorrectos.	Sí, pero hay que reestudiarlo.	Sí, y está bien hecho.
3	¿Existe una lista de las averías más frecuentes para los equipos críticos?	No.			Sí.
4	¿El personal de mantenimiento dispone de estas listas?	No.			Sí.
5	¿Hay una planificación de mantenimiento consecuente al análisis de los equipos?	No.			Sí.
6	¿Este plan resulta adecuado?	< 40%	40-69%	70-89%	90-100%
7	¿Varía a tenor de los resultados de mantenimiento?	No.			Sí.
8	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del Departamento de Mantenimiento?	No.	Sí, pero es inadecuado.	Sí, pero es mejorable.	Sí.
9	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?	No.	Muy poca utilidad.	Es mejorable.	Sí.
10	¿Se trabaja con órdenes de trabajo o sistemas similares?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.
11	¿Las órdenes de trabajo se recopilan?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.
12	¿Se analizan?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.

**Continuación Anexo # 3**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
13	¿Existe un sistema establecido para asignar prioridades a las O.T.?	No.	Existe, pero sin criterios.	Sí, pero los criterios no están muy claros.	Sí.
14	¿Existen procedimientos para las intervenciones más habituales?	No.	Muy pocos.	Muchos.	Todos.
15	¿El tiempo de mantenimiento para cada una de las intervenciones está acorde con los tiempos normados?	> del doble de tiempo del normal	30-100% de diferencia.	10-30% de diferencia.	< 10% de diferencia.
16	¿Los operarios usan estos procedimientos?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.
17	¿Existe la documentación técnica para todos los equipos de producción?	No.	Sí, pero no es adecuada.	Sí, pero es mejorable.	Sí y es correcta.
18	¿Se refleja en la documentación técnica el nombre del equipo, marca, modelo, país, ciclos de mantenimiento, piezas importantes del equipo y su costo, función que realiza el equipo, fecha de puesta en marcha?	No.	En muy pocos.	En más del 50%	Sí.
19	¿Los ciclos de mantenimiento son adecuados?	No.			Sí.
20	¿Con qué frecuencia se revisan los ciclos de mantenimiento?	Nunca.			Al menos una vez al año.
21	¿Existe un inventario de los equipos?	No.	Mucha diferencia con lo que hay.	Sí, pero no es completa	Sí.

**Continuación Anexo # 3**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
22	¿Los equipos están limpios y en buen estado técnico?	No.	Algunos	Mejorables.	Sí.
23	¿Existe el historial de los equipos?	No.			Sí.
24	¿Se refleja en él el tiempo de operación del equipo, la frecuencia, duración y causas de las averías, las intervenciones de mantenimiento y su duración, los recursos materiales y humanos empleados en cada intervención?	No.			Sí.
25	¿Con qué frecuencia se actualiza?	Nunca.	Una vez al año.	Una vez al mes.	Semanalmente.
26	¿Existe el plan de lubricación y conservación de los equipos?	No.			Sí.
27	¿Existe documento para el control de los costos de mantenimiento?	No.			Sí.
28	¿Existe un presupuesto para mantenimiento?	No.			Sí.
29	¿El departamento de mantenimiento o la Vicedirección a la cual se subordina participa en la previsión del presupuesto?	No.	Casi nunca.	En ocasiones.	Siempre.
30	¿Este presupuesto garantiza la adquisición de los recursos necesarios para la organización?	No.	En alguna medida.	En su mayoría.	Sí.

**Continuación Anexo # 3**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
31	¿La plantilla tiene el personal que necesita?	No.	>20% en exceso o defecto.	10-20% de exceso o defecto.	Sí.
32	¿Hay un plan de formación para el personal?	No.	Sí, pero incompleto.	Con deficiencias subsanables.	Sí
33	¿El plan de formación resulta adecuado y se lleva a cabo?	No a las dos preguntas.	No a una de las dos preguntas.	Se observan deficiencias subsanables.	Sí a las dos preguntas.
34	¿El personal tiene la formación adecuada?	No.	Carencias importantes.	Casi todo.	Sí.
35	¿Se estimula el personal?				
36	¿Hay una parte del personal polivalente?	No.	< 10% polivalente.	10-40% polivalente.	> 40% polivalente.
37	¿Hay personal imprescindible?	> 25%	25-15%	< 10%	No.
38	¿Se respeta el horario de entrada?	>30 min. de pérdida	10-30 min. de pérdida	< 10 min. de pérdida	Sí.
39	¿Se respeta el horario de salida?	>30 min. de pérdida	10-30 min. de pérdida	< 10 min. de pérdida	Sí.
40	¿Los operarios están dispuestos a prolongar su jornada laboral, acudir en festivos, noches o en caso de necesidad?	No.	Problemática	Habitualmente	Sí.
41	¿El personal cumple correctamente las O.T.?	No.	Siempre incompletas.	Habitualmente	Siempre.
42	¿El personal registra la información precisa en las O.T.?	No.	Incompletas.	Mejorables.	Sí
43	¿Se proponen mejoras desde el área de mantenimiento?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.
44	¿Se recogen y analizan las mejoras que proponen los operarios?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.

**Continuación Anexo # 3**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
45	¿Los mandos intermedios (encargados y jefes de equipos) intervienen en la resolución de órdenes de trabajo?	Solo organizan el trabajo.	Raramente.	Habitualmente	50% de su tiempo.
46	¿El organigrama resulta adecuado?	No se ajusta en lo absoluto a las necesidades.	Deficiente.	Falta o sobra algún puesto	Sí.
<b>MEDIOS TÉCNICOS</b>					
47	¿Los equipos de medida están calibrados?	Ninguno.	Muy pocos.	Casi todos.	Sí.
48	¿Las herramientas para el mantenimiento se corresponden con lo que se necesita?	En lo absoluto.	Carencias importantes.	Faltan algunas.	Sí.
49	¿Existe un inventario de las herramientas que se usan en el departamento?	No.	Mucha diferencia con lo que hay.	Sí, pero no es completo.	Sí y es correcto.
50	¿Existe un sistema automatizado para la gestión de mantenimiento?	No.			Sí.
51	¿El software de gestión o el sistema de información de mantenimiento es el adecuado?	En absoluto.	Carencias importantes.	Mejorable.	Sí.
52	¿El sistema aporta información fiable?	No.	Preocupante.	Mejorable.	Sí.
53	¿Los operarios consultan alguna vez los datos contenidos en el sistema de información?	Nunca, no les es útil.	Rara vez.	A veces.	A menudo.
54	¿El número de horas invertido en introducir datos al sistema es bajo?	Muy alto.	Alto.	Adecuado.	Bajo.
55	¿El taller de mantenimiento está limpio y ordenado?	No.	Preocupante.	Mejorable.	Sí.
56	¿Está bien señalizado e identificado su interior?	No.	Preocupante.	Mejorable.	Sí.

**Continuación Anexo # 3**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
57	¿El taller cuenta con medios adecuados al tipo de trabajo que se realiza?	No.	Carencias importantes.	Faltan algunos.	Sí.
58	¿Las oficinas están limpias y ordenadas?	No.	Preocupante.	Mejorable.	Sí.
59	¿Se cuenta con los medios adecuados en las oficinas (ordenadores, impresoras, teléfonos, etc.)?	No.	Preocupante.	Mejorable.	Sí.
<b>MATERIALES</b>					
60	¿Existe una lista de repuesto mínimo a mantener en stock?	No.	Sí, pero no es válida.	Sí, pero está incompleta.	Sí.
61	¿Esta lista se actualiza y se mejora periódicamente?	No.			Sí.
62	¿Se comprueba que los repuestos contenidos en la lista están realmente en la planta?	Nunca.	Raras ocasiones.	No siempre.	Sí.
63	¿Existe un sistema de registro de entradas y salidas del almacén que permita conocer los movimientos del almacén en un periodo determinado?	No.	Sí, pero es inadecuado.	Sí, pero es mejorable.	Sí.
64	¿El sistema de compra es ágil?	Demasiado lento.	Lento.	Sí, pero es mejorable.	Sí.
65	¿Los materiales siempre alcanzan la calidad que se necesita?	No.	Son insuficientes.	Sí, pero es mejorable.	Sí.
<b>TERCERIZACIÓN</b>					
66	¿Existe un presupuesto para la tercerización de mantenimiento en la empresa?	No.			Sí.

**Continuación Anexo # 3**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
67	¿Están establecidos cuáles servicios de mantenimiento tercerizar?	No.			Sí.
68	¿Está definido el documento legal que permite la tercerización de mantenimiento en la empresa?	No.			Sí.
69	¿Se establece en el contrato los términos de garantía del servicio contratado?	No.			Sí.
70	¿Se conoce la calificación del personal técnico que presta el servicio de tercerización?	No.	En algunos casos.	Casi siempre.	Sí.
71	¿Se verifica el cumplimiento de la garantía, por parte de la empresa?	No.	Casi nunca.	Habitualmente	Sí.
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>					
72	¿Están definidos indicadores de mantenimiento para la toma de decisiones?	No.			Sí.
73	¿Se calculan estos indicadores?	No.	En alguna medida.	Casi todos.	Sí.
74	¿Se calcula la disponibilidad de los equipos?	No.			Sí.
75	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?	No o no se conoce.	Se aleja del óptimo.	Pequeñas desviaciones.	Sí.
76	¿La evolución de la disponibilidad es buena?	Está disminuyendo	Tendencia a disminuir.	Está estabilizada.	Está aumentando.

**Continuación Anexo # 3**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
77	¿Se calcula el tiempo medio entre fallos?	No.			Sí.
78	Tiempo medio entre fallos.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
79	Evolución del tiempo medio entre fallos.	Está aumentando.	Tendencia a aumentar.	Estable.	Está disminuyendo.
80	¿Se calcula el tiempo medio de reparación?	No.			Sí.
81	Tiempo medio de reparación.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
82	Evolución del tiempo medio de reparación.	Está aumentando.	Tendencia a aumentar.	Estable.	Está disminuyendo.
83	Nº de horas/hombre invertido en mantenimiento.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
84	Costo del mantenimiento contratado.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
85	Evolución del costo de mantenimiento contratado.	Está aumentando.	Tendencia a aumentar.	Estable.	Está disminuyendo.
86	Gasto en repuestos.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
87	Evolución del gasto en repuestos.	Está aumentando.	Tendencia a aumentar.	Estable.	Está disminuyendo.
88	Costo total de mantenimiento.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
89	Evolución del costo.	Está aumentando.	Tendencia a aumentar.	Estable.	Está disminuyendo.
90	¿El resto de los indicadores que se usan son adecuados?	No.	Grandes dudas.	Algunos no.	Sí.
91	¿La evolución de todos es positiva?	Todos van mal.	Algunos están empeorando.	Casi todos van bien.	Todos van bien.
<b>SEGURIDAD</b>					
92	¿Se ha efectuado la evaluación de riesgos?	No.	Sí, pero está mal hecha.	Sí, pero es mejorable.	Sí, está bien realizada.
93	¿Hay un plan de seguridad?	No.	Sí, pero está mal hecho.	Sí, pero es mejorable.	Sí, está bien realizado.
94	¿El plan resulta adecuado?	No.	Poco adecuado.	Mejorable.	Sí.

**Continuación Anexo # 3**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
95	¿La inspección visual de la planta hace pensar que se trata de una instalación segura?	No.	Ofrece dudas.	Mejorable.	Sí.
96	¿Los trabajadores reciben de forma periódica formación en seguridad?	Nunca.	Rara vez.	Se puede aumentar la frecuencia	Muy a menudo.
97	¿Los trabajadores conocen los riesgos a los que están expuestos durante la jornada laboral?	No.	Algunos.	Casi todos.	Sí.
98	¿La empresa cuenta con medios de protección individual?	No.	Algunos.	Varios.	Todos los necesarios.
99	¿Los trabajadores usan los medios de protección individual?	Nunca.	A veces.	No siempre.	Siempre.
100	¿Cuál es el nivel de accidentalidad?	Muy alto.	Preocupante.	Mejorable.	Bajo.
<b>MEDIO AMBIENTE</b>					
101	¿Existe un plan medioambiental?	No.	Sí, pero está mal hecho.	Es mejorable.	Sí, está bien hecho.
102	¿En este plan se analizan adecuadamente los aspectos medioambientales y su significación?	No.	Mal.	Mejorable.	Sí.
103	¿Este plan se lleva a cabo correctamente?	Nunca.	A veces.	Casi siempre.	Siempre.
104	¿El personal está sensibilizado y actúa de acuerdo con el plan medioambiental?	No.	Le dan poca importancia.	A veces.	Siempre.

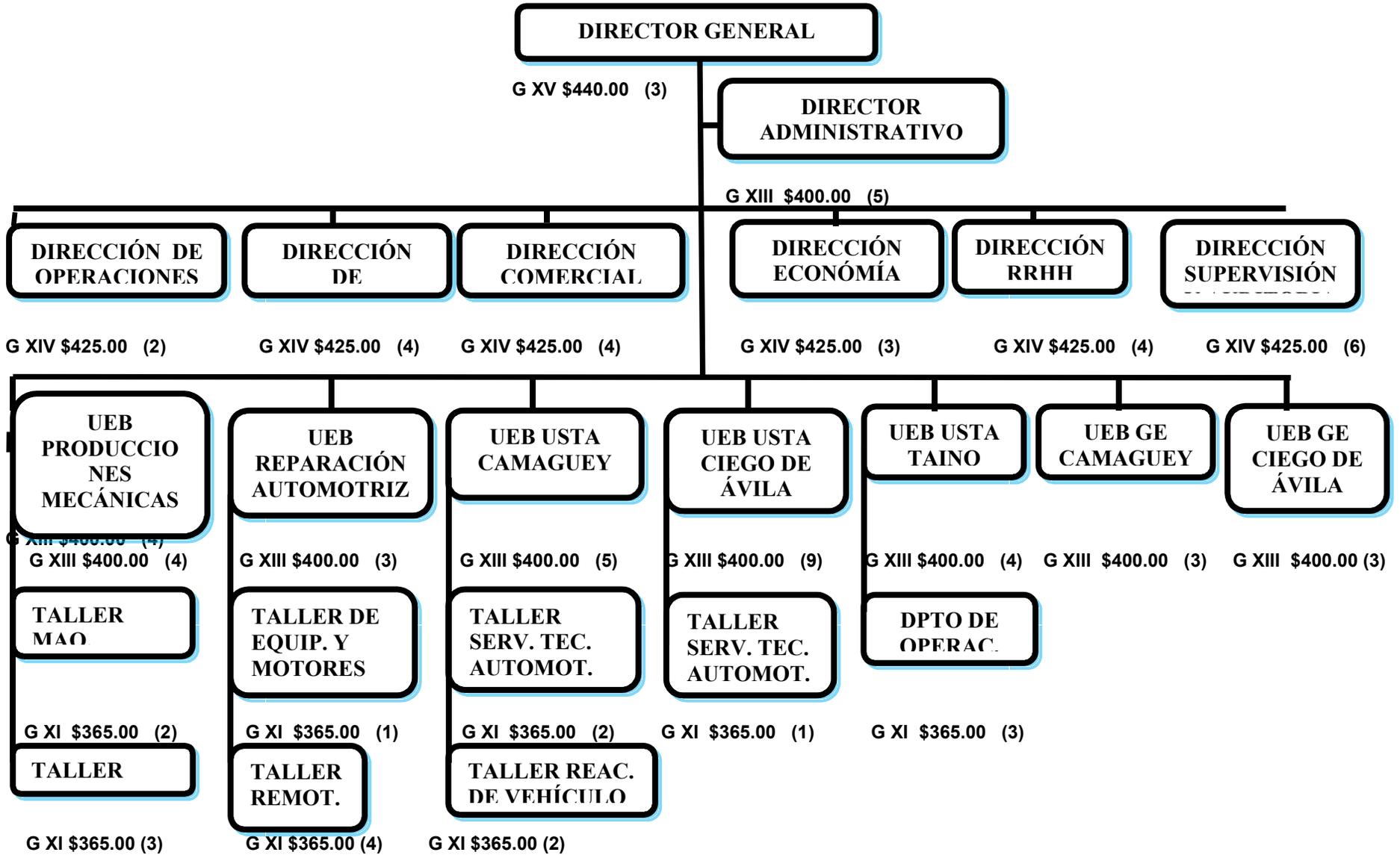
### Continuación Anexo # 3

#### Evaluación.

Nº de casillas marcadas con esa puntuación.	Puntuación							
	0	1	2	3	Total por área (TA <sub>i</sub> )			
Organización del mantenimiento (A <sub>1</sub> )								
Mano de obra (A <sub>2</sub> )								
Medios técnicos (A <sub>3</sub> )								
Materiales (A <sub>4</sub> )								
Tercerización (A <sub>5</sub> )								
Resultados obtenidos (A <sub>6</sub> )								
Seguridad (A <sub>7</sub> )								
Medio Ambiente (A <sub>8</sub> )								
Total								
Puntuación máxima posible (Tp <sub>máxA<sub>i</sub></sub> )								
A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	Total (Tp <sub>máx</sub> )
Índice de conformidad								
A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	ICTotal
$\text{Índice de Conformidad Tota (ICTotal)} = \frac{\sum_{i=1}^8 TA_i}{Tp_{máx}} \times 100$								

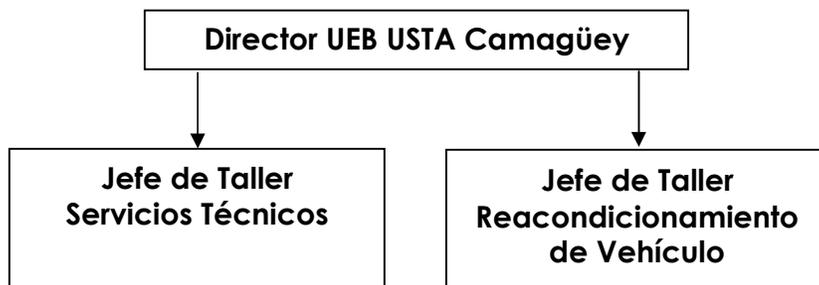
(Fuente: elaboración propia)

**Anexo # 4. Estructura Organizativa de la Empresa Reparadora José Smith Comas.**

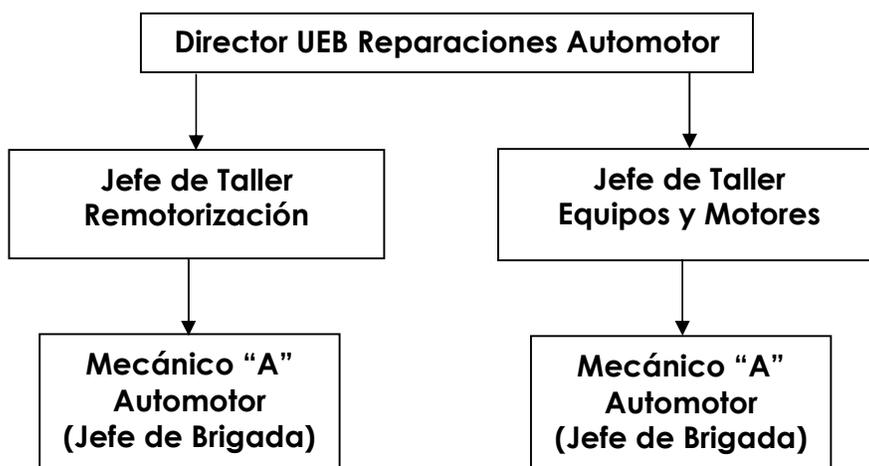


**Anexo # 5. Estructura Organizativa de las Unidades Empresariales de Base hasta nivel de brigadas**

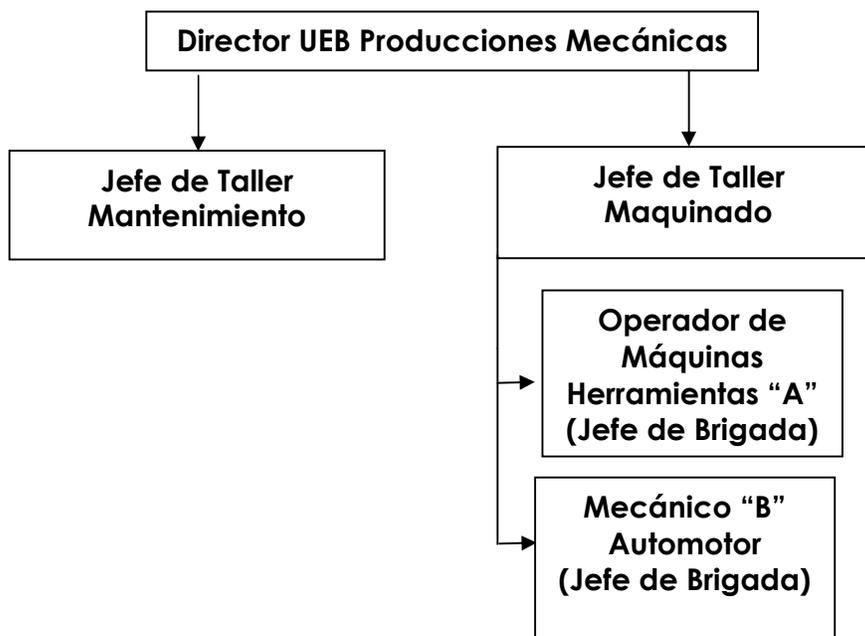
**✚ Unidad Empresarial de Base USTA Camagüey**



**✚ Unidad Empresarial de Base Reparaciones Automotor**

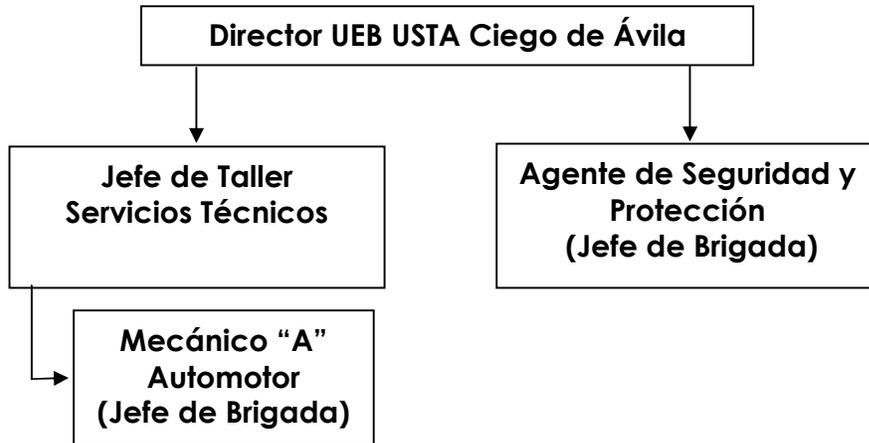


**✚ Unidad Empresarial de Base Producciones Mecánicas**

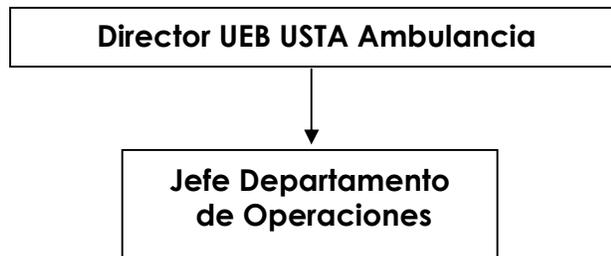


**Continuación Anexo # 5**

**✚ Unidad Empresarial de Base USTA Ciego de Ávila**



**✚ Unidad Empresarial de Base USTA Ambulancia**



**✚ Unidad Empresarial de Base Grupos Electrógenos Camagüey**



**✚ Unidad Empresarial de Base Grupos Electrógenos Ciego de Ávila**



**✚ Dirección General**



(Fuente: Documentación de la Empresa)

**Anexo # 6. Cargos ocupados, categoría ocupacional y plantilla del personal de mantenimiento.**

<b>Cargos u ocupaciones</b>	<b>Grupo escala</b>	<b>Categoría ocupacional</b>	<b>Aprobada</b>
<b>TALLER DE MANTENIMIENTO</b>			<b>10</b>
Jefe del Taller de Mantenimiento	<b>XI</b>	<b>D</b>	1
Técnico de MPP	<b>VI</b>	<b>T</b>	1
<b>BRIGADA DE MANTENIMIENTO MECANICO CONSTRUCTIVO</b>			<b>5</b>
Ajustador reparador "A"	<b>VIII</b>	<b>O</b>	1
Mecánico de taller "A"	<b>VIII</b>	<b>O</b>	1
Operador de Máquinas Herramientas "A"	<b>VII</b>	<b>O</b>	1
Soldador "A"	<b>VII</b>	<b>O</b>	1
Lubricador	<b>III</b>	<b>O</b>	1
<b>BRIGADA DE MANTENIMIENTO ELECTRICIDAD</b>			<b>3</b>
Electricista de Mantenimiento "A"	<b>VIII</b>	<b>O</b>	3

(Fuente: documentación de la empresa)

**Anexo # 7. Ciclo de revisiones de los equipos del taller de maquinado.**

Equipos		Cantidad	Clasificación	Tiempo de ciclo (meses)	Tipo de Mantenimiento
Torno paralelo	(8)	5	Fundamentales	3	<b>MPP</b>
		3	Convencionales	4 ó 6	
Torno Revólver	(2)	1	Fundamental	3	
		1	Convencional	4 ó 6	
Recortador	(2)	2	Fundamentales	3	
Rectificadoras	(10)	6	Fundamentales	3	
		4	Convencionales	4 ó 6	
Taladro Radial	(2)	2	Fundamentales	3	
Taladro de Mesa	(4)	2	Fundamentales	3	
		2	Convencionales	4 ó 6	
Taladro de Columna	(1)	1	Auxiliar	12	
Segueta	(1)	1	Fundamental	3	
Fresadora	(3)	2	Fundamentales	3	
		1	Convencional	4 ó 6	
Compresor	(3)	2	Fundamentales	3	
		1	Convencional	4 ó 6	
Grúa Viajera	(1)	1	Auxiliar	12	
Ventiladores	(5)	5	Auxiliares	12	

(Fuente: elaboración propia)

**Anexo # 8. Diagnóstico Mecánico**

**DIAGNOSTICO MECANICO**



**No. DEL EQUIPO:** \_\_\_\_\_ **DENOMINACION:** \_\_\_\_\_

**TALLER O DPTO:** \_\_\_\_\_ **AÑO:** \_\_\_\_\_

**FRECUENCIA** \_\_\_\_\_

No.	ASPECTOS A EVALUAR	ESTADO TECNICO			MES DEL DIAGNOSTICO												
		B	R	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	ANCLAJE Y NIVELACION																
2	MECANISMOS MOTORES																
3	REDUCTORES																
4	CINEMATICA																
4A	MECANISMO DE FRENO																
4B	MECANISMOS CONVERTIDORES																
4C	MECANISMOS INVERSORES																
5	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD																
6	REGULACION MANUAL																
7	MECANISMOS DE FIJACION Y GUIA																
8	ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS																
9	PARAMETROS DE LOS INSTRUMENTOS																
10	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO																
11	PROTECCION Y GUARDERAS																
12	LUBRICACION																
13	ASPECTO GENERAL Y LIMPIEZA																

**Firma:**

**Fecha:**

MES	No. ASPECTO	EJECUTIVO No. O.T.	DESCRIPCION DE LOS DEFECTOS

(Fuente: documentación de la empresa)

### Anexo # 9. Diagnóstico Eléctrico

#### GUIA DE DIAGNOSTICO ELECTRICO.



No. DEL EQUIPO: \_\_\_\_\_

DENOMINACION: \_\_\_\_\_

TALLER O DPTO: \_\_\_\_\_

AÑO: \_\_\_\_\_

FRECUENCIA \_\_\_\_\_

No	ASPECTOS A EVALUAR	ESTADO TECNICO			MES DEL DIAGNOSTICO												
		B	R	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	CONEXIONES A TIERRA																
2	PROTECCIONES TECNICAS																
3	PROTECCION DE CORTO CIRCUITO																
4	MANGUERAS CONECTORES Y TUBERIAS																
5	CABLES BARRAS Y AISLADORES																
6	CANALES Y BANDEJAS																
7	BLOQUES DE CONEXION																
8	APARATOS ELECTRICOS																
9	CIRCUITOS IMPRESOS Y SEMICONDUCTORES																
10	RESISTENCIAS, CONDENSADORES Y REACTANCIAS																
11	SEÑALIZACION																
12	INSTRUMENTACION																
13	LAMPARA DEL EQUIPO																
14	CAJAS ELECTRICAS																
15	PIZARRAS ELECTRICAS																
16	MOTORES ELECTRICOS																
17	TRANSFORMADORES																
18	DIAGRAMAS ELECTRICOS																
19	PINTURA																
20	INTALACIONES PROVISIONALES																
21	SISTEMAS DE ILUMINACION																
22	ASPECTO GENERAL Y LIMPIEZA																
		<b>Firma:</b>															
		<b>Fecha:</b>															
MES	No. ASPECTO	EJECUTIVO No. O.T.		DESCRIPCION DE LOS DEFECTOS													

(Fuente: documentación de la empresa)





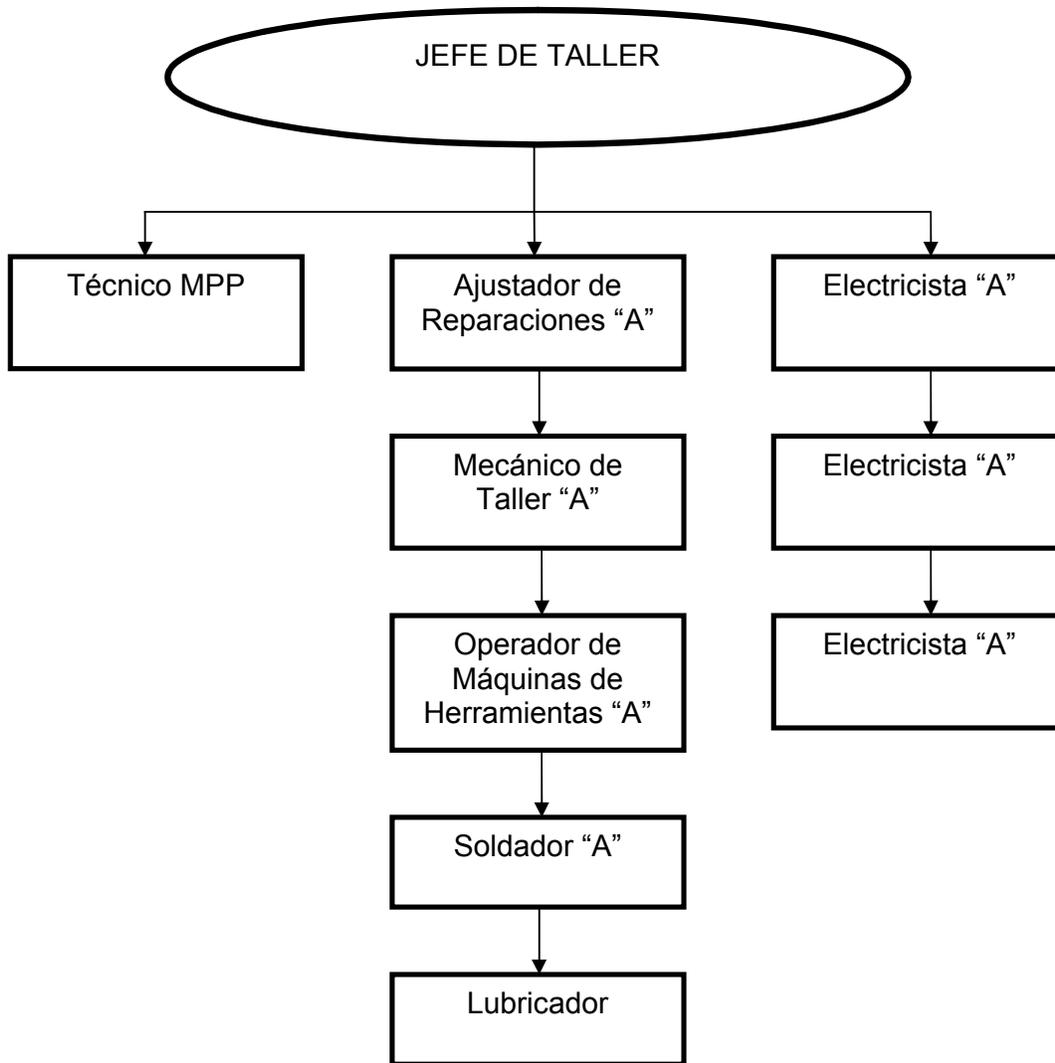
**Continuación Anexo # 10**

Datos del Equipo						1	2	3	Costo Intervenciones						
No Del Equipo	Modelo Del Equipo	Tiempo Entre Inter.	Fecha Últim Inter.	Gdo De Com-Plej.	Diag Ejec Plan Real	Enero	Febrero	Marzo	Personal	Mate-Rial	Otros Gastos	Costos Total	Horas Paro		
Taladro de Columna	B32GH		22/1/2009	Mec	Diag										
					Plan										
					Real										
				Elect	Plan										
					Real										
	Hidr	Plan	x						3.322	12.112		15.434	2		
		Real	x												
Grúa Viajera	A7YT		12/2/2009	Mec	Diag				7.518	0		7.518	4.2		
					Plan										
					Real										
				Elect	Plan		x				4.585	17.65		22.235	3.5
					Real		x								
	Hidr	Plan		x					3.02	7.6		10.62	2		
		Real		x											
Compresor # 1	3 <sup>a</sup> 433		16/3/2009	Mec	Diag										
					Plan										
					Real										
				Elect	Plan										
					Real										
	Hidr	Plan			x				2.9495	3.73		6.6775	2.25		
		Real			x										
Ventiladores	R33SS		26/1/2009	Mec	Diag										
					Plan										
					Real										
				Elect	Plan										
					Real										
	Hidr	Plan	x						7.55	1.5928		8.8458	5		
		Real	x												

(Fuente: documentación de la empresa)



**Anexo # 12. Estructura Organizativa del Área de Mantenimiento.**



(Fuente: documentación de la empresa)

**Anexo # 13. Cálculo de indicadores.**

EQUIPOS	Disponibilidad (%)			Tiempo Medio Entre Fallos			Tiempo Medio Para la Reparación			Costo Total de Mantenimiento		
	E	F	M	E	F	M	E	F	M	E	F	M
<b>Taller de Producciones Mecánicas</b>												
Torno Paralelo # 1	99.86	96.74	100	136	-	-	0.25	-	-	0.4475	95.347	-
Torno Paralelo # 2	98.33	100	99.86	-	-	145	-	-	0.25	42.428	-	0.4475
Torno Revólver	100	97.091	100	-	-	-	-	-	-	-	15.34	-
Fresadora Universal # 1	97.65	100	100	-	-	-	-	-	-	28.643	-	-
Fresadora Vertical	95.70	100	100	-	-	-	-	-	-	118.39	-	-
Rectificadora # 1	99.37	100	96.27	50.5	-	-	0.6	-	-	2.148	-	36.645
Rectificadora # 2	100	99.73	97.91	-	93	-	-	0.5	-	-	0.895	32.78
Rectificadora # 3	98.43	100	100	-	-	-	-	-	-	11.784	-	-
Segueta	100	100	99.47	-	-	72	-	-	1	-	-	1.79
Taladro Radial # 1	99.58	100	99.47	16	-	30	0.4	-	1	18.152	-	48.221
Taladro de Mesa # 1	100	100	100	-	-	23	-	-	0.8	-	-	19.80
Taladro de Mesa # 2	98.95	100	100	21	-	-	2	-	-	9.803	-	-
Taladro Columna	98.85	100	100	-	-	-	-	-	-	15.434	-	-
Grúa Viajera	100	97.13	98.82	-	-	-	-	-	-	-	32.855	-
Compresor # 1	100	100	99.79	-	-	-	-	-	-	-	-	6.6775
Compresor # 2	100	100	100	-	-	66	-	-	0.4	-	-	18.516
Compresor # 3	99.37	100	100	-	43	-	0.6	-	--	27.468	-	-
Ventiladores # 1, 2, 3, 4, 5	99.39	100	100	-	-	-	-	-	-	8.8458	-	-
Recortador # 2	99.47	100		-	36	-	1	-	-	1.79	-	-

(Fuente: elaboración propia)

**Anexo # 14. Resultado del cuestionario de auditoría**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
<b>ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO</b>					
1	¿Se ha realizado un análisis de criticidad de los equipos?	Nunca.	Sí, pero con criterios incorrectos.	Sí, pero hay que reestudiarlo.	Sí, y está bien hecho.
2	¿En ese análisis se determina el modelo de mantenimiento más adecuado para cada equipo?	Nunca se ha estudiado	Sí, pero con criterios incorrectos.	Sí, pero hay que reestudiarlo.	Sí, y está bien hecho.
3	¿Existe una lista de las averías más frecuentes para los equipos críticos?	No.			Sí.
4 N/A	¿El personal de mantenimiento dispone de estas listas?	No.			Sí.
5	¿Hay una planificación de mantenimiento consecuente al análisis de los equipos?	No.			Sí.
6	¿Este plan resulta adecuado?	< 40%	40-69%	70-89%	90-100%
7	¿Varía a tenor de los resultados de mantenimiento?	No.			Sí.
8	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del Departamento de Mantenimiento?	No.	Sí, pero es inadecuado.	Sí, pero es mejorable.	Sí.
9	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?	No.	Muy poca utilidad.	Es mejorable.	Sí.
10	¿Se trabaja con órdenes de trabajo o sistemas similares?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.
11	¿Las órdenes de trabajo se recopilan?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.
12	¿Se analizan?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.

### Continuación Anexo # 14

Nº	Criterio	Desf. (0)	(1)	(2)	Fav. (3)
13	¿Existe un sistema establecido para asignar prioridades a las O.T.?	No.	Existe, pero sin criterios.	Sí, pero los criterios no están muy claros.	Sí.
14	¿Existen procedimientos para las intervenciones más habituales?	No.	Muy pocos.	Muchos.	Todos.
15	¿El tiempo de mantenimiento para cada una de las intervenciones está acorde con los tiempos normados?	> del doble de tiempo del normal	30-100% de diferencia.	10-30% de diferencia.	< 10% de diferencia.
16	¿Los operarios usan estos procedimientos?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.
17	¿Existe la documentación técnica para todos los equipos de producción?	No.	Sí, pero no es adecuada.	Sí, pero es mejorable.	Sí y es correcta.
18	¿Se refleja en la documentación técnica el nombre del equipo, marca, modelo, país, ciclos de mantenimiento, piezas importantes del equipo y su costo, función que realiza el equipo, fecha de puesta en marcha?	No.	En muy pocos.	En más del 50%	Sí.
19	¿Los ciclos de mantenimiento son adecuados?	No.			Sí.
20	¿Con qué frecuencia se revisan los ciclos de mantenimiento?	Nunca.			Al menos una vez al año.
21	¿Existe un inventario de los equipos?	No.	Mucha diferencia con lo que hay.	Sí, pero no es completa	Sí.

**Continuación Anexo # 14**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
22	¿Los equipos están limpios y en buen estado técnico?	No.	Algunos	Mejorables.	Sí.
23	¿Existe el historial de los equipos?	No.			Sí.
24	¿Se refleja en él el tiempo de operación del equipo, la frecuencia, duración y causas de las averías, las intervenciones de mantenimiento y su duración, los recursos materiales y humanos empleados en cada intervención?	No.			Sí.
25	¿Con qué frecuencia se actualiza?	Nunca.	Una vez al año.	Una vez al mes.	Semanalmente.
26	¿Existe el plan de lubricación y conservación de los equipos?	No.			Sí.
27	¿Existe documento para el control de los costos de mantenimiento?	No.			Sí.
28	¿Existe un presupuesto para mantenimiento?	No.			Sí.
29	¿El departamento de mantenimiento o la Vicedirección a la cual se subordina participa en la previsión del presupuesto?	No.	Casi nunca.	En ocasiones.	Siempre.
30	¿Este presupuesto garantiza la adquisición de los recursos necesarios para la organización?	No.	En alguna medida.	En su mayoría.	Sí.

**Continuación Anexo # 14**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
31	¿La plantilla tiene el personal que necesita?	No.	>20% en exceso o defecto.	10-20% de exceso o defecto.	Sí.
32	¿Hay un plan de formación para el personal?	No.	Sí, pero incompleto.	Con deficiencias subsanables.	Sí
33	¿El plan de formación resulta adecuado y se lleva a cabo?	No a las dos preguntas.	No a una de las dos preguntas.	Se observan deficiencias subsanables.	Sí a las dos preguntas.
34	¿El personal tiene la formación adecuada?	No.	Carencias importantes.	Casi todo.	Sí.
35	¿Se estimula el personal?	No			Si
36	¿Hay una parte del personal polivalente?	No.	< 10% polivalente.	10-40% polivalente.	> 40% polivalente.
37	¿Hay personal imprescindible?	> 25%	25-15%	< 10%	No.
38	¿Se respeta el horario de entrada?	>30 min. de pérdida	10-30 min. de pérdida	< 10 min. de pérdida	Sí.
39	¿Se respeta el horario de salida?	>30 min. de pérdida	10-30 min. de pérdida	< 10 min. de pérdida	Sí.
40	¿Los operarios estás dispuestos a prolongar su jornada laboral, acudir en festivos, noches o en caso de necesidad?	No.	Problemática	Habitualmente	Sí.
41	¿El personal cumple correctamente las O.T.?	No.	Siempre incompletas.	Habitualmente	Siempre.
42	¿El personal registra la información precisa en las O.T.?	No.	Incompletas.	Mejorables.	Sí
43	¿Se proponen mejoras desde el área de mantenimiento?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.
44	¿Se recogen y analizan las mejoras que proponen los operarios?	Nunca.	En raras ocasiones.	No siempre.	Sí.

**Continuación Anexo # 14**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
45	¿Los mandos intermedios (encargados y jefes de equipos) intervienen en la resolución de órdenes de trabajo?	Solo organizan el trabajo.	Raramente.	Habitualmente	50% de su tiempo.
46	¿El organigrama resulta adecuado?	No se ajusta en lo absoluto a las necesidades.	Deficiente.	Falta o sobra algún puesto	Sí.
<b>MEDIOS TÉCNICOS</b>					
47	¿Los equipos de medida están calibrados?	Ninguno.	Muy pocos.	Casi todos.	Sí.
48	¿Las herramientas para el mantenimiento se corresponden con lo que se necesita?	En lo absoluto.	Carencias importantes.	Faltan algunas.	Sí.
49	¿Existe un inventario de las herramientas que se usan en el departamento?	No.	Mucha diferencia con lo que hay.	Sí, pero no es completo.	Sí y es correcto.
50	¿Existe un sistema automatizado para la gestión de mantenimiento?	No.			Sí.
51 N/A	¿El software de gestión o el sistema de información de mantenimiento es el adecuado?	En absoluto.	Carencias importantes.	Mejorable.	Sí.
52 N/A	¿El sistema aporta información fiable?	No.	Preocupante.	Mejorable.	Sí.
53 N/A	¿Los operarios consultan alguna vez los datos contenidos en el sistema de información?	Nunca, no les es útil.	Rara vez.	A veces.	A menudo.
54 N/A	¿El número de horas invertido en introducir datos al sistema es bajo?	Muy alto.	Alto.	Adecuado.	Bajo.
55	¿El taller de mantenimiento está limpio y ordenado?	No.	Preocupante.	Mejorable.	Sí.
56	¿Está bien señalizado e identificado su interior?	No.	Preocupante.	Mejorable.	Sí.

**Continuación Anexo # 14**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
57	¿El taller cuenta con medios adecuados al tipo de trabajo que se realiza?	No.	Carencias importantes.	Faltan algunos.	Sí.
58	¿Las oficinas están limpias y ordenadas?	No.	Preocupante.	Mejorable.	Sí.
59	¿Se cuenta con los medios adecuados en las oficinas (ordenadores, impresoras, teléfonos, etc.)?	No.	Preocupante.	Mejorable.	Sí.
<b>MATERIALES</b>					
60	¿Existe una lista de repuesto mínimo a mantener en stock?	No.	Sí, pero no es válida.	Sí, pero está incompleta.	Sí.
61	¿Esta lista se actualiza y se mejora periódicamente?	No.			Sí.
62	¿Se comprueba que los repuestos contenidos en la lista están realmente en la planta?	Nunca.	Raras ocasiones.	No siempre.	Sí.
63	¿Existe un sistema de registro de entradas y salidas del almacén que permita conocer los movimientos del almacén en un periodo determinado?	No.	Sí, pero es inadecuado.	Sí, pero es mejorable.	Sí.
64	¿El sistema de compra es ágil?	Demasiado lento.	Lento.	Sí, pero es mejorable.	Sí.
65	¿Los materiales siempre alcanzan la calidad que se necesita?	No.	Son insuficientes.	Sí, pero es mejorable.	Sí.
<b>TERCERIZACIÓN</b>					
66 N/A	¿Existe un presupuesto para la tercerización de mantenimiento en la empresa?	No.			Sí.

**Continuación Anexo # 14**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
67 N/A	¿Están establecidos cuáles servicios de mantenimiento tercerizar?	No.			Sí.
68 N/A	¿Está definido el documento legal que permite la tercerización de mantenimiento en la empresa?	No.			Sí.
69 N/A	¿Se establece en el contrato los términos de garantía del servicio contratado?	No.			Sí.
70 N/A	¿Se conoce la calificación del personal técnico que presta el servicio de tercerización?	No.	En algunos casos.	Casi siempre.	Sí.
71 N/A	¿Se verifica el cumplimiento de la garantía, por parte de la empresa?	No.	Casi nunca.	Habitualmente	Sí.
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>					
72	¿Están definidos indicadores de mantenimiento para la toma de decisiones?	No.			Sí.
73	¿Se calculan estos indicadores?	No.	En alguna medida.	Casi todos.	Sí.
74	¿Se calcula la disponibilidad de los equipos?	No.			Sí.
75	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?	No o no se conoce.	Se aleja del óptimo.	Pequeñas desviaciones.	Sí.
76	¿La evolución de la disponibilidad es buena?	Está disminuyendo	Tendencia a disminuir.	Está estabilizada.	Está aumentando.

**Continuación Anexo # 14**

<b>Nº</b>	<b>Criterio</b>	<b>Desf. (0)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>Fav. (3)</b>
77 N/A	¿Se calcula el tiempo medio entre fallos?	No.			Sí.
78 N/A	Tiempo medio entre fallos.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
79 N/A	Evolución del tiempo medio entre fallos.	Está aumentando.	Tendencia a aumentar.	Estable.	Está disminuyendo.
80 N/A	¿Se calcula el tiempo medio de reparación?	No.			Sí.
81 N/A	Tiempo medio de reparación.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
82 N/A	Evolución del tiempo medio de reparación.	Está aumentando.	Tendencia a aumentar.	Estable.	Está disminuyendo.
83	Nº de horas/hombre invertido en mantenimiento.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
84 N/A	Costo del mantenimiento contratado.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
85 N/A	Evolución del costo de mantenimiento contratado.	Está aumentando.	Tendencia a aumentar.	Estable.	Está disminuyendo.
86 N/A	Gasto en repuestos.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
87 N/A	Evolución del gasto en repuestos.	Está aumentando.	Tendencia a aumentar.	Estable.	Está disminuyendo.
88 N/A	Costo total de mantenimiento.	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Muy bajo.
89 N/A	Evolución del costo.	Está aumentando.	Tendencia a aumentar.	Estable.	Está disminuyendo.
90 N/A	¿El resto de los indicadores que se usan son adecuados?	No.	Grandes dudas.	Algunos no.	Sí.
91 N/A	¿La evolución de todos es positiva?	Todos van mal.	Algunos están empeorando.	Casi todos van bien.	Todos van bien.
<b>SEGURIDAD</b>					
92	¿Se ha efectuado la evaluación de riesgos?	No.	Sí, pero está mal hecha.	Sí, pero es mejorable.	Sí, está bien realizada.
93	¿Hay un plan de seguridad?	No.	Sí, pero está mal hecho.	Sí, pero es mejorable.	Sí, está bien realizado.
94	¿El plan resulta adecuado?	No.	Poco adecuado.	Mejorable.	Sí.

### Continuación Anexo # 14

Nº	Criterio	Desf. (0)	(1)	(2)	Fav. (3)
95	¿La inspección visual de la planta hace pensar que se trata de una instalación segura?	No.	Ofrece dudas.	Mejorable.	Sí.
96	¿Los trabajadores reciben de forma periódica formación en seguridad?	Nunca.	Rara vez.	Se puede aumentar la frecuencia	Muy a menudo.
97	¿Los trabajadores conocen los riesgos a los que están expuestos durante la jornada laboral?	No.	Algunos.	Casi todos.	Sí.
98	¿La empresa cuenta con medios de protección individual?	No.	Algunos.	Varios.	Todos los necesarios.
99	¿Los trabajadores usan los medios de protección individual?	Nunca.	A veces.	No siempre.	Siempre.
100	¿Cuál es el nivel de accidentalidad?	Muy alto.	Preocupante.	Mejorable.	Bajo.
<b>MEDIO AMBIENTE</b>					
101	¿Existe un plan medioambiental?	No.	Sí, pero está mal hecho.	Es mejorable.	Sí, está bien hecho.
102	¿En este plan se analizan adecuadamente los aspectos medioambientales y su significación?	No.	Mal.	Mejorable.	Sí.
103	¿Este plan se lleva a cabo correctamente?	Nunca.	A veces.	Casi siempre.	Siempre.
104	¿El personal está sensibilizado y actúa de acuerdo con el plan medioambiental?	No.	Le dan poca importancia.	A veces.	Siempre.

**Continuación Anexo # 14.**

**Evaluación:**

Nº de casillas marcadas con esa puntuación.	Puntuación				Total por área (TA <sub>i</sub> )			
	0	1	2	3				
Organización del mantenimiento (A <sub>1</sub> )	2	0	3	24	78			
Mano de obra (A <sub>2</sub> )	0	0	2	14	46			
Medios técnicos (A <sub>3</sub> )	2	1	1	5	18			
Materiales (A <sub>4</sub> )	0	1	2	3	14			
Tercerización (A <sub>5</sub> )	-	-	-	-	-			
Resultados obtenidos (A <sub>6</sub> )	0	0	2	4	16			
Seguridad (A <sub>7</sub> )	0	3	0	6	21			
Medio Ambiente (A <sub>8</sub> )	0	0	0	4	12			
<b>Total</b>					<b>205</b>			
<b>Puntuación máxima posible (Tp<sub>máx</sub>A<sub>i</sub>)</b>								
A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	Total (Tp <sub>máx</sub> )
87	48	27	18	-	18	27	12	<b>237</b>
<b>Índice de conformidad</b>								
A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	ICTotal
89.65	95.83	66.66	77.77	-	88.88	77.77	100	<b>86.49 %</b>
$\text{Índice de Conformidad Tota (ICTotal)} = \frac{\sum_{i=1}^8 TA_i}{Tp_{máx}} \times 100$								

(Fuente: elaboración propia)