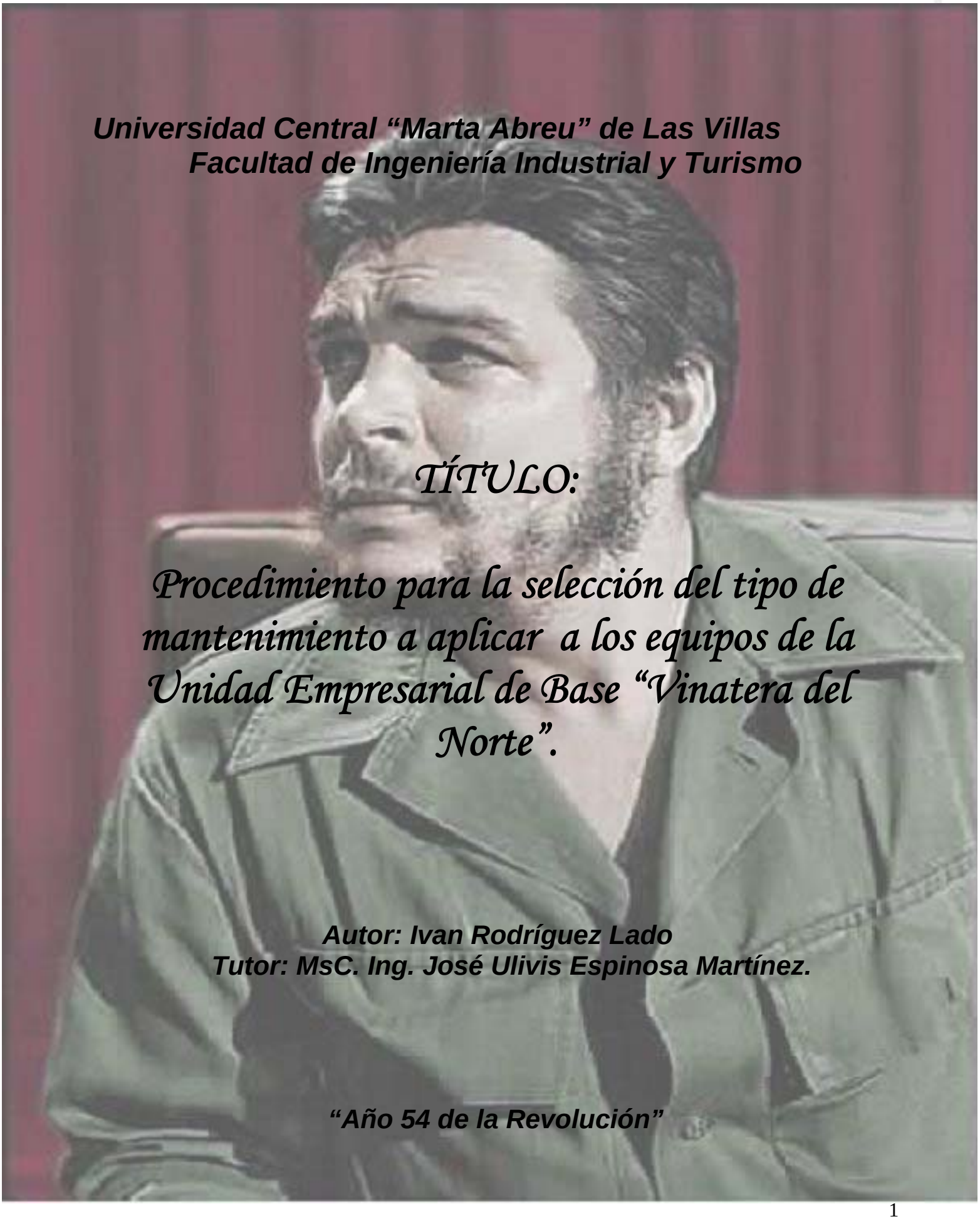


**Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**
**Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo**

# TÍTULO:

# Procedimiento para la selección del tipo de mantenimiento a aplicar a los equipos de la Unidad Empresarial de Base "Vinatera del Norte".

**Autor: Ivan Rodríguez Lado**
**Tutor: MsC. Ing. José Ulivis Espinosa Martínez.**

**"Año 54 de la Revolución"**

**“Cuando la vida te tira tu eres el único que puedes levantarte si lo deseas”.**
**Jackie Chan**

**Dedicatoria**

1. A mi pequeña Thalia de la Caridad razón de mi vida
2. A mi esposa e hijo por inspirarme constantemente a cambiar cada día y soportarme en los momentos más difíciles.
3. A mi mamá, a mi papá que nunca dejó ni en los momentos difíciles de su enfermedad de preocuparse por la realización de mis sueños.
4. A mi tutor y amigo que estuvo a mi lado guiándome y apoyándome en todo momento y en especial en los momentos más difíciles para que este sueño se haga realidad.

**Agradecimientos Especiales**

- Al equipo médico de Neurocirujanos y Neuropediatra que estuvo a cargo de la atención y recuperación de mi pequeña niña en los momentos más críticos de su corta vida.

*Drs Neurocijanos:*

- *José M. Moya de Armas*
- *Ángel S. Camacho Gómez*
- *Luis Horta Clavero*

*Dra Neuropediatra*

-. *Yamilet Álvarez Pacheco*

- A mi amigo Frank Lugo Permuy por el apoyo desinteresado que me brindo en los momento mas difícil y nunca me abandono.

Mis más sinceros agradecimientos es lo menos que puedo ofrecerles.

**Agradecimiento**.

• A mi hermana, hermano, cuñados, Tías y familia, Padrinos de la niña que de una forma u otra todos estuvieron al tanto y apoyándome a lo largo de la enfermedad de mi niña y dándome apoyo y las fuerzas necesarias para seguir adelante en mi proyecto.

• A la familia de mi esposa que estuvo al lado nuestro apoyándonos y ayudándonos en los momentos más difíciles, en especial, Matilde, Yaya, Águeda, Olimac, Raudel, Moisés.

• A Deysis Membreño por su apoyo, dedicación y preocupación en todo el proceso de recuperación de mí pequeña y a la atención de mi papá.

• A mi otra niña Rachel por su cariño, atención, amor y preocupación para la recuperación de Thalía y estar siempre a su lado.

• A todos los profesores de la Facultad que de una forma u otra estuvieron al tanto de la recuperación de la niña, dándome apoyo y aliento para seguir adelante y no segar en los momentos más difíciles, en especial a los Profesores, Magdelis. ----------, Suyen, Michael, Cerpon, Lorenzo entre otros.

• A los vecinos que estuvieron pendiente en todo momento apoyándonos, en especial a Yoleixis (Ñaña), que estuvo al lado nuestro en todo momento.

• A todos mis amigos y compañeros, en especial a, Milagros, Jimagua, Adael, Irinaldo, Livanioski, Noel, que no dejaron de darme aliento y apoyó para lograr mi objetivo

• A todas las amistades de mi esposa en Ciencias Médicas que estuvieron al tanto y apoyándonos en los momentos difíciles. en especial a Maylen, Henry, Yeny, Padrón, Melba.

• A mis compañeros de la Empresa de Bebidas y Refrescos. VC que estuvieron preocupados y apoyándome en los momentos difíciles, en especial a Rosa Mendoza.

• A los trabajadores de la UEB Vinatera del Norte que sin su ayuda no hubiese sido posible la realización de este trabajo.

• A mis compañeros de carrera Aymara, Arley y Alain por la paciencia que siempre tuvieron para ayudarme a la hora de estudiar.

• A todo el personal médico y paramédico que de una forma u otra tuvo que ver con la recuperación de mi pequeña.

• A la patrona, gracias por escuchar nuestras plegarias y ruegos, por escuchar los de mi niña y estar siempre a su lado, a todas las Iglesias que oraron por su salud y pronta recuperación

• A todos aquellos que incondicionalmente de una forma u otra han hecho posible la realización de este sueño.

***A todos muchas gracias***

## Resumen

El presente proyecto investigativo propone un procedimiento para la selección del tipo de mantenimiento aplicar a los equipos de la UEB Vinatera del Norte. perteneciente a la Empresa de Bebidas y Refrescos VC con el fin de determinar la mejor alternativa en la aplicación del mantenimiento que se va a aplicar en los distintos equipos objeto de estudio en el proceso productivo en función del contexto operacional en que se desempeñen, todo ello a partir de la selección de las principales variables que caracterizan este contexto (seguridad, calidad, utilidad, afectaciones, frecuencia, disponibilidad y Tiempo de reparación) y la clasificación de los fallos predominantes en el equipamiento. La propuesta destaca la inclusión de elementos nuevos en función de las características del proceso y su equipamiento dentro del proceso productivo bajo análisis.

El proyecto investigativo contiene, además una revisión bibliográfica que aborda temas actuales de mantenimiento más limpio así como las diversas metodologías y procedimiento que giran en torno al análisis de la criticidad de los equipos y la propuesta del sistema de mantenimiento que se ha de aplicar a los sistemas de producción de una organización siendo esto un elemento primordial en el comportamiento de los indicadores de la entidad, ganando en eficiencia y eficacia en cada actividad a realizar.

**summary**

This research project proposes a procedure for selecting the type of maintenance applied to the computers on the UEB North Becket. Company belonging to the VC Soft Drinks and to determine the best alternative in the implementation of maintenance to be applied in the various teams under consideration in the production process depending on the operational context for the performance of all from the selection of the main variables that characterize this context (security, quality, utility, affectations, frequency, availability and repair time) and the classification of predominant faults in equipment. The proposal highlights the inclusion of new items according to the characteristics of the process and equipment within the production process under analysis.

The research project also contains a literature review that addresses current issues of maintaining cleaner and the various methodologies and procedures that revolve around the analysis of the criticality of the equipment and maintenance system proposed to be applied to production systems in an organization this being a key element in the behavior of the indicators of the state, gaining in efficiency and effectiveness of each activity to be performed.

## Introducción

La eficiencia empresarial y la elevación de la calidad de vida de la población resultan los primordiales beneficios de las acciones en mantenimiento que realiza el país para su progreso social y económico de forma sustentable. Abogan por el desarrollo de la innovación tecnológica en función de una gestión de mantenimiento.

Ya hace más de un decenio que en la planificación económica en el país se comenzaron a distinguir las inversiones destinadas a los equipos con nuevas tecnologías lo cual implica un mayor nivel de coordinación entre los organismos de la Administración Central del Estado (OACES), sus entidades empresariales y las instituciones involucradas en la materia.

En el VI Congreso del Partido fue discutido y analizado el proyecto final de los lineamientos de la Política Económica y Social, con el objetivo de garantizar el desarrollo económico del país y la elevación del nivel de vida de la población donde fue trazada la estrategia de la política económica en sus distintas esferas haciendo alusión a

**I - Modelo de gestión económica,**

**IV – Política inversionista,**

**V - Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medio Ambiente**

**VIII - Política Industrial y Energética**

En sus lineamientos No: 07,08,117,118,122,134,135,138,139,220,252 y 253,.como herramienta eficaz para que nuestra Industria Alimentaria recupere su papel estratégico en la economía, constituyéndose en fuente de ingresos y un renglón fundamental, darle a nuestro pueblo la alimentación que necesita con una alta calidad.

Desde entonces se trabaja en el perfeccionamiento del proceso de análisis e incorporación de los recursos destinados a mejorar el equipamiento en las industrias. Es así que se elaboran los planes sectoriales, perfeccionan y consolidan los mecanismos de control en la ejecución de las cifras previstas, con énfasis en los gastos para el mantenimiento y reparaciones de las nuevas tecnologías, entre otros fines.

Ello tiene repercusión directa en las dificultades que todavía persisten evidenciándose en el mal estado técnico de los equipos, los cuales no siempre reciben las mas adecuada operación y mantenimiento (Camacho 2010).

Es por ello que el sector empresarial de la industria alimenticia inmerso en un proceso de crecimiento acelerado en sus producciones y con un rol mas importante en la economía nacional se encuentra urgida en el perfeccionamiento de su gestión de mantenimiento como parte de la implantación de un sistema de calidad total, que le permita satisfacer las exigencias de la sociedad y los consumidores para enfrentar los retos de la competencia.

Por la importancia de la introducción de los nuevos puntos de vistas en cuanto al mantenimiento, la UEB Vinatera del Norte ha proyectado su trabajo para lograr mejorías en sus equipos teniendo mejores resultados, eliminando deficiencias en la disponibilidad de equipos, Ambientales y de seguridad y salud del personal de servicio, en vista ha esto fueron seleccionado por las implicaciones que presentan en el proceso un total de diez equipo, constituyendo el centro de acción del trabajo objeto de estudio y para la identificación y aplicación de medidas de producción más limpia para el mantenimiento a los equipos antes mencionados.

Todo lo abordado anteriormente es lo que decide realizar la presente investigación en la Unidad Empresarial de Base “Vinatera del Norte” perteneciente a la Empresa de Bebidas y Refrescos. VC, la cual se caracteriza por las producciones de Vinos Dulce, Vino Seco y Rones, la unidad se encuentra ubicada en el municipio de Caibarien, por la calidad de sus producciones sus productos son comercializados en la Red de Turismo de la Cadena Hotelera “Cayéria del Norte” y a la Red Nacional por medio de contratos con la empresa de Comercio y Gastronomía.

La consideración del mantenimiento como una actividad de apoyo auxiliar, ha sido una carga pesada que ha costado mucho eliminar y que incluso no esta totalmente desechada. La época en que la disponibilidad lo pagaba todo está pasando a un segundo plano en favor de la “rentabilidad de la disponibilidad”. Además en estos momentos entran en escena consideraciones medioambientales, de satisfacción del cliente (interno y externo), de estrategia global de imagen, etc.

Por lo tanto un plan de mejora de mantenimiento no se debe centrar únicamente en mejorar la disponibilidad de los equipos, a través de una acción encaminada a aumentar su fiabilidad, existen otros aspectos que no deben olvidarse ya que contiene suficiente capacidad para influir en los resultados globales de mantenimiento y han sido tradicionalmente una fuente potencial de puntos débiles.

El mantenimiento preventivo que se aplica actualmente en la Unidad Empresarial de Base "Vinatera del Norte", no responde completamente a las necesidades de los equipos pues aún existen perdidas por fallos en los equipos por causas de mantenimiento asociadas en ocasiones por problemas tecnológicos. Esto trae consigo, pérdidas considerables tanto en materia prima y materiales así como la pérdida excesivas de tiempo por estos conceptos, por lo que se requiere abordar este problema desde el punto de vista técnico, haciendo uso de las tendencias más modernas que garanticen un excelente nivel de calidad, debiéndose crear las bases bajo la condición de las misma para el perfeccionamiento de la gestión de mantenimiento a aquellos equipos en el proceso de producción. Los elementos anteriormente expuestos constituyen la ***situación problemática*** identificada que fundamentó la investigación desarrollada.

**Problema Científico.**

La inexistencia de un procedimiento adecuado que permita seleccionar el tipo de mantenimiento eficaz a aplicar que garantice y consolide el buen funcionamiento de los equipos en la Unidad Empresarial de Base "Vinatera del Norte".

Las consideraciones anteriores han conducido a formular la hipótesis general de esta investigación como sigue*:* Mediante la selección de un procedimiento de mantenimiento a equipos en la Unidad Empresarial de Base "Vinatera del Norte", se clasificarán los fallos del equipamiento, que permita definir el tipo de mantenimiento a aplicar a cada equipo seleccionado.

El presente Trabajo de Diploma ha sido dividido en tres capítulos. En el primero se recoge toda la fundamentación teórica de la investigación. En el segundo capítulo, se selecciona el procedimiento a aplicar. En el capítulo tres se realiza la propuesta para la selección de un procedimiento a Equipos en la UEB objeto de estudio; además, se muestran las conclusiones a las que se arribó, las recomendaciones propuestas y la bibliografía

consultada. Finalmente se expone un grupo de anexos de necesaria inclusión para fundamentar, destacar y facilitar la comprensión de los aspectos de mayor complejidad.

**Objetivo general**

Proponer un procedimiento que permita la selección del sistema de mantenimiento más adecuado para cada equipo productivo en función de cumplir las buenas prácticas operativas.

**Objetivos específicos**

1. Determinar el procedimiento adecuado para el sistema de mantenimiento a los equipos en la Unidad Empresarial de Base “Vinatera del Norte”.
2. Implementar experimentalmente el procedimiento seleccionado en la Unidad Empresarial de Base “Vinatera del Norte”.

**Capitulo I. Marco Teórico y Referencial de la Investigación:**

La revisión del estado del arte y de la práctica sobre la gestión del mantenimiento, sigue el orden que se muestra en figura. Las definiciones, los enfoques, procedimientos y técnicas, así como su tendencias actuales, constituyen el cuerpo del marco teórico – referencial que asientan las base teórico practica de la investigación y constituye a respaldar los principales resultados obtenidos.

Construir un marco teórico referencial que aborde el estado del arte de la evaluación del desempeño y de la gestión del mantenimiento, que permita profundizar sobre las principales tendencias actuales sobre la temática y que sirva como soporte teórico, guía y sustento para esta investigación. El hilo conductor a seguir en la construcción del marco teórico es el siguiente:

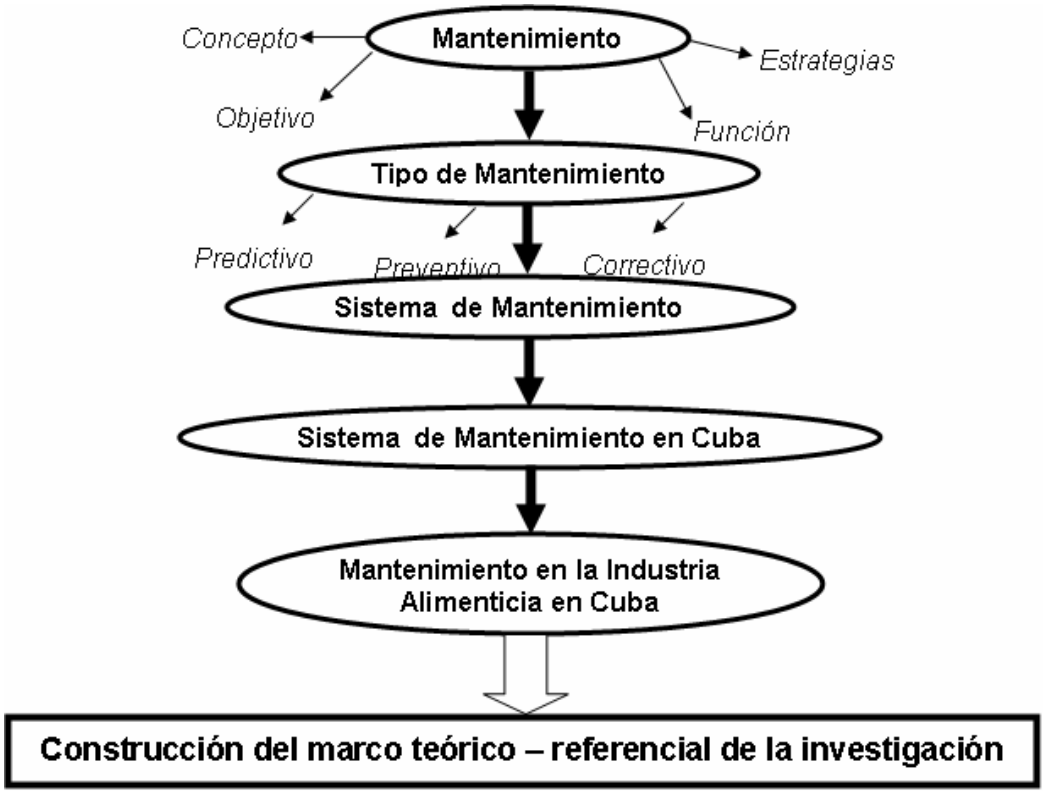



**Figura 1**. Hilo conductor para la construcción del marco teórico – referencial de la investigación. Fuente: elaboración propia

## 1.1. El Mantenimiento.

Es una de las alternativas de decisión frente al desgaste de los activos fijos, los cuales con el transcurso del proceso productivo se deterioran, pierden precisión y en ocasiones se rompen, provocando con ello interrupciones e incluso la detención del proceso productivo. Las operaciones de mantenimiento tienen lugar frente a la constante amenaza que implica la ocurrencia de una falla o error en un sistema, maquinaria, o equipo.

El objetivo buscado por el mantenimiento es contar con instalaciones en óptimas condiciones, para asegurar una disponibilidad total del sistema. A través un análisis crítico de la literatura especializada y otras fuentes, en este capítulo se tratarán diferentes aspectos de interés para la elaboración y comprensión del trabajo Inicialmente se realizara una breve caracterización de los activos fijos

Se abordarán definiciones, objetivos y tipos de mantenimiento; se hará referencia también a la gestión del mantenimiento, procedimientos y funciones del mantenimiento.

**Breve caracterización de los activos fijos**

Para lograr el desarrollo económico de una sociedad, es necesario invertir parte de la ganancia obtenida en adquirir nuevos medios de producción, que conducirán a la obtención de mejores resultados productivos.

Carlos Marx, en su obra "El Capital ", al referirse a los medios de producción precisó que estos son "…los medios de trabajo y el objeto sobre el que estos recaen…" [Marx, ed.1980, p.143]. Una parte importante de los medios de trabajo lo constituyen los medios básicos productivos, denominados en su expresión monetaria como fondos básicos productivos [Kocherov, 1979; Cruz Pérez, 1985; Marrero & Guerra, 1986; Derkach, 1986; Portuondo Pichardo, 1990]; también llamados bienes de producción [Thuesen, Fabrycky & Thuesen, 1993]; o como activos fijos [Kohler, 1990]. En Cuba, el antiguo Comité Estatal de Finanzas [1979] utilizaba la denominación de medios básicos y los consideraba como aquellos objetos materiales con una duración de más de un año. Cuando la duración y las características de un objeto no resultaren suficientes para definir su clasificación como medio básico, se utilizaría el criterio de que su valor excediera de cien pesos.

No obstante a las diferentes denominaciones expresadas, por lo general los autores coinciden en que:

Son medios creados por el trabajo humano:

- Tienen vida limitada
- Son objetos físico

### 1.1.1. Base conceptual del mantenimiento.

La definición del mantenimiento ha sido formulada de disímiles formas por diversos autores; en su mayoría aunque presenten pequeñas diferencias se muestran puntos coincidentes. Dentro de las diversas formas de conceptualizar el mantenimiento en particular, Tavares (2000) lo define como “el conjunto de actividades dirigidas a garantizar, al menor costo posible, la máxima disponibilidad del equipamiento para la producción; visto esto a través de la prevención de la ocurrencia de fallos y de la identificación y señalamiento de las causas del funcionamiento deficiente del equipamiento”. Gatica (2000) se refiere a hacer que un equipo o inmueble funcione de manera normal y continúa por la intervención técnica y humana acorde al momento y situación. Otros autores han hecho referencia al mantenimiento entre ellos Sotuyo (2002) que plantea que es asegurar que todo activo físico, continúe desempeñando las funciones deseadas, de las normas de seguridad y medio ambiente aplicables; según (Normas AFNOR X 60010 y 60011, citadas en Torres, 2005) lo define como Conjunto de acciones que permiten mantener o reestablecer un bien en un estado especifico o para asegurar un servicio determinado. Molina (s/a) agrega que el mantenimiento no es una función "miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. Atendiendo a lo planteado por de La Paz definición la cual tomaremos como base para esta investigación.

El mantenimiento es la totalidad de las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos fijos, 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, conservando el medio ambiente y la seguridad del personal. (De la Paz, 1996)

### 1.1.2. 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).

El objetivo buscado por el mantenimiento es contar con instalaciones en óptimas condiciones en todo momento, para asegurar una disponibilidad total del sistema en todo su rango de perfomance, lo cual esta basado en la carencias de errores y fallas.

El mantenimiento debe procurar un desempeño continuo y operando bajo las mejores condiciones técnica, sin importar las condiciones externas (ruido, polvo, humedad, calor, etc.) del ambiente al cual este sometido el sistema. De acuerdo con Varios autores (De la Paz, 1996; Knezevic, 1996; Arce, 2005) han definido los objetivos de mantenimiento que se puede concretar de forma general en:

1. Mejorar la disponibilidad de las instalaciones
2. Mejorar la fiabilidad y la calidad del servicio.
3. Incrementar la productividad de los recursos.
4. Reducir los costos de mantenimiento.
5. Maximización de la vida útil económica de los equipos.
6. Garantizar la seguridad del personal y de las instalaciones.
7. Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.

### 1.1.3. 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.. Al respecto describió las funciones básicas de mantenimiento desglosadas en primarias y secundarias. Castellón (2005) coincide con Portuondo en su planteamiento de que las funciones de mantenimiento pueden clasificarse en dos grupos (primarias y secundarias); atendiendo a la dedicación por parte del grupo de mantenimiento.

Afín con los autores antes citados las funciones se pueden concretar de forma general en:

**Funciones básica o primaria:**

- ✓Mantenimiento del equipo industrial.
- ✓Mantenimiento de edificios y terrenos.
- ✓Inspección y lubricación de equipos
- ✓Gestión de la información relativa al mantenimiento.
- ✓Modificación de las instalaciones y realización de las instalaciones nuevas.

**Funciones secundaria:**

- ✓ Protección técnica de las instalaciones.
- ✓ Gestión de almacenes de mantenimiento.
- ✓ Seguridad de las plantas.
- ✓ Eliminación de residuos.

Limpieza de las edificaciones y áreas no productivas

En particular Portuondo en estas incluye la generación y distribución de algunas producciones auxiliares (energía eléctrica, vapor, aire comprimido, aire para instrumentos y agua de enfriamiento).

Por su parte Arce (2005) no las clasifica en grupos, las aborda de forma general especificando que deben ser ajustadas a las condiciones de cada empresa, ellas son:

1. Corregir las fallas que se presentan en las maquinas y equipos ya sea trabajos de inspección y de lubricación.
2. Proceder a desarrollar las diversas modificaciones a los equipos cuando lo ameriten.
3. Desarrollar programas de capacitación para el personal técnico y administrativo.
4. Diseñar sistemas de control que permitan evaluar las cantidades óptimas de repuestos y materiales que se deben tener en bodega.
5. Elaborar los procedimientos para la ejecución de los trabajos de mantenimiento y su respectiva evaluación de cumplimiento.
6. Desarrollar mecanismos de control para lograr determinar los costos en que incurren los trabajadores de mantenimiento.

El autor del presente proyecto considera que las funciones de mantenimiento deben estar enunciadas a maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción y a preservar el valor de las instalaciones, minimizando su uso deterioro.

### *1.2. Sistemas, filosofías, estrategias y tipos de mantenimiento*

Es muy común encontrar en la bibliografía los términos: tipos, políticas, filosofías o estrategias para referirse a los sistemas de mantenimiento, siendo esta última la más común de la denominación

En Cuba, algunos autores (Fernández, Matos y Prim, 1983; Navarrete Pérez y González Martín, 1986; Portuondo Pichardo, 1990; Taboada Rodríguez et. al., 1990) han identificado como sistema de mantenimiento a los sistemas controlado mediante la supervisión en la producción, Sistema regulado, Sistema por interrupción en la producción o contra avería, Sistema inspectivo, predictivo o por diagnóstico y a los Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP). En los últimos años por las características propias de algunas organizaciones, en Cuba ha surgido la necesidad de integrar a varios sistemas tradicionales, como subsistemas, en la conformación del Sistema Alterno de Mantenimiento (SAM).

**A - El Mantenimiento Correctivo** comprende a aquellas actividades que se llevan a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. El mismo puede ser de manera planificada cuando se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, o de manera no planificada cuando debe efectuarse con urgencia, ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible, o por una condición imperativa que haya que satisfacer.

**B - El Mantenimiento Preventivo Directo** o **Periódico** cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo y se basa en la Confiabilidad de los Equipos sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

**C - El Mantenimiento Preventivo Indirecto**, también llamado **Mantenimiento Predictivo** o **Mantenimiento por Condición** es el encargado de detectar las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. El mismo está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos.

Muchos son los empresarios que en Cuba y otras partes del mundo valoran las ventajas de unos sistemas sobre otros. El autor del presente proyecto considera que lo importante

es identificar y aplicar correctamente en cada organización cualquiera de ellos, coincidiendo con Pérez Jaramillo (2004) quien plantea que tomando una decisión correcta es posible mejorar el rendimiento y hasta reducir el costo de mantenimiento. De allí la importancia de que el sistema de mantenimiento implantado en cualquier organización se corresponda con las funciones que desempeñe la misma

Con este fin, hoy día existen infinidad de herramientas, técnicas o metodologías de mantenimiento que podrían ser aplicadas en las empresas cubanas. Según varios autores (Nakajima, 1991; Ellmann, 1996; Latino, 1999; Durán, 2000; Latino, 2001; Turner, 2001; Ellmann, 2001; Moore, 2001; Améndola, 2002; Alfonso, 2003; García González-Quijano, 2004;Yañez Medina, 2004; Tavares, 2005 - referenciados en Velásquez Díaz, 2009 -] algunas de las más utilizadas son:

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

De manera general existen muchas maneras de llamarle a la forma en que se puede efectuar el mantenimiento de los activos fijos. Heber González (1984) plantea que cualquier sistema que se adopte es, en definitiva, preventivo o correctivo. El autor del presente proyecto, considera que a nivel empresarial lo ideal es aplicar más de un sistema de mantenimiento en aras de una mejor gestión o administración del mismo.

### 1.2.1. La Gestión o Administración del mantenimiento

El desempeño de la gestión de mantenimiento se basa en actuar sobre todos los aspectos de importancia para el óptimo funcionamiento de la empresa, por lo que el departamento de mantenimiento no debe limitarse solamente a la reparación de las

instalaciones, sino también debe pilotear los costos de mantenimiento, recursos humanos y almacenes a fin de desarrollar una óptima gestión del mismo.

El hacer mantenimiento con un concepto actual no implica reparar equipos rotos tan pronto como se pueda, sino mantener el equipo en operación a los niveles especificados. En consecuencia, buen mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su primera prioridad es prevenir fallas y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevista

De acuerdo con De la Paz Martínez (2002) la gestión del mantenimiento recae en la persona, grupo de personas, sección, departamento o subdirección que se encarga de dirigir la organización de Mantenimiento, siendo responsable del cumplimiento de las funciones necesarias para alcanzar los objetivos propuestos, por lo cual se sumerge continuamente en un proceso de toma de decisiones. Es por ello que los responsables de la gestión del mantenimiento precisan, por encima de todo, conocer ciertas normas o procedimientos de administración, pues, como es de conocimiento general, el mantenimiento está relacionado con los ingresos generados en la empresa; siendo así, ampliar sus conocimientos en un enfoque direccionado a la reducción de los costos de mantenimiento, o sea, su planificación, su programación y su control es de crucial importancia (Da Silva Neto y Gonçalves de Lima, 2002 – referenciado en Velásquez Díaz, 2009-)

La gestión de mantenimiento comprende funciones tales como la planificación, organización, ejecución y control.

### 1.2.2. La planificación del mantenimiento

Se denomina planificación del mantenimiento al conjunto de actividades que a partir de las necesidades de mantenimiento, definen el curso de acción y las oportunidades más apropiadas para satisfacerlas, identificando los recursos necesarios y definiendo los medios para asegurar su oportuna disponibilidad (Borroto Pentón, 2005). De acuerdo con Daniel (2003) la planificación de mantenimiento en base a la situación actual y los recursos de que se disponen, debe definir los objetivos que se quieren cumplir con la gestión de mantenimiento.

### 1.2.3. La organización del mantenimiento

Según (Sánchez, 1999 –referenciado en Borroto Pentón, 2005- ) 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

### 1.2.4. La ejecución del mantenimiento

Existen tres maneras de llevar a cabo la ejecución del mantenimiento: por medios propios, por contratación, o una parte realizarla por contratación y el resto por medios propios, siendo esta ultima la opción más utilizada. La ejecución del mantenimiento por medios propios solo se justifica cuando el volumen de trabajo de mantenimiento asegura una adecuada utilización de personal calificado y de los recursos materiales, por lo que la empresa debe contar previamente con un personal calificado.

La contratación, tercerización (outsourcing), consiste en la transferencia total o parcial, de las responsabilidades operativas y en algunos casos de gestión de un determinado departamento de una entidad a un proveedor externo especializado en el tratamiento y gestión de ese departamento, o sea no es más que la práctica de transferir la planeación, administración y operación de ciertas funciones a una tercera persona. Ello no implica que por esto se pierda el control sobre los activos fijos. De acuerdo con Corretger Rauet (2001) a través de esta contratación a terceros, puede cumplirse con mayor eficacia el objetivo del mantenimiento con un grado de garantía mayor en muchos casos, que usando medios propios.

### 1.2.5. El control del mantenimiento

Una vez gestionados los recursos disponibles para llevar a cabo el mantenimiento es necesario evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos marcados, comparándolo con las metas prefijadas.

Existen diversas maneras de controlar un sistema de gestión de mantenimiento. Las Órdenes de Trabajo, independientemente que sean específicas para cada empresa,

constituyen un ejemplo clave de control del mismo. Estas 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, repuestos utilizados y otros servicios requeridos (Martínez Aguilar, 2009).

Otras maneras de controlar la gestión del mantenimiento lo constituye la aplicación de indicadores y auditorias de gestión de mantenimiento.

### 1.2.6. Los indicadores de mantenimiento

En la bibliografía consultada varias son las definiciones que sobre índices o indicadores se encuentran. Según (Hernández Cruz & Navarrete Pérez (2001) –referenciado en Borroto Pentón, 2005- ) un indicador o índice es un parámetro 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. Algunos autores enumeran a varios indicadores aplicables en cualquier organización (Pérez Jaramillo, 1992; Portuondo Pichardo & Pérez Tejeda, 1994, Gusmão, 2001; Durán, 2002; Dunn, 2004) mientras que otros los agrupan o clasifican. Tal es el caso de Nakajima (1988) quien propone controlar la efectividad del Mantenimiento Productivo Total (TPM) a partir de la valoración de solo tres indicadores: disponibilidad, cumplimiento o desempeño de la eficiencia y razón de calidad, así como del producto de ellos, al que denomina indicador de efectividad global del equipamiento. Larralde Ledo (1994) es otro autor que plantea que 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 económicos (de costos) y los de tipo técnico. Independientemente de cualquier diferencia que exista en las diversas definiciones encontradas en la bibliografía disponible, la mayoría de los autores considera que los indicadores son una herramienta de evaluación y control que permite obtener una visión cuantitativa del desempeño de la gestión de mantenimiento.

**Algunos ejemplos de indicadores de mantenimiento encontrados en la bibliografía anteriormente citada son:**

- Costo total de mantenimiento/Costo total de producción
- Disponibilidad
- Horas hombres planificadas de mantenimiento/Horas-hombres total de mantenimiento
- Horas-hombres no planificadas de mantenimiento/Horas-hombres total de mantenimiento
- Tiempo medio entre fallas
- Tiempo medio entre reparaciones
- Tiempo promedio de respuesta
- Plantilla de mantenimiento/plantilla de la planta.
- Por ciento de cumplimiento del plan
- Duración promedio de las intervenciones
- Por ciento de utilización de la fuerza de trabajo de mantenimiento.

El autor del presente proyecto considera que entre ellos existen cuatro indicadores que no deben dejarse de calcular y ser analizados en una organización. Estos indicadores se enuncian a continuación

**Tiempo Medio Entre Fallos:** Relación existente entre el tiempo de operación de un equipo y el número total de fallos detectados en el período observado. Es calculado para artículos reparables.

Tiempo Medio Entre Fallos (TMEF)

TMEF = HROP/NTMC (1.1)

HROP: tiempo total de operación del equipo (h).

NTMC: fallos del equipo en el período analizado.

**Tiempo Medio Para la Reparación**: Comprende la relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallos detectados en el período analizado.

Tiempo Medio Para la Reparación (TMPR)

TMPR = HTMC / NTMC (1.2)

HTMC: tiempo total de intervenciones correctivas al equipo en el período analizado.

**Disponibilidad:** Relaciona a la diferencia del número de horas del período considerado con el número de horas de intervención (mantenimiento correctivo, preventivo, otros servicios) y el número de horas del período considerado.

Disponibilidad (D)

D = (HCAL – HMRN) / HCAL (1.3)

HCAL: horas de un período considerado (horas calendario)

HMRN: número de horas intervenidos por el personal de mantenimiento para cada equipo observado.

**El costo de mantenimiento**: Está formado por cinco elementos (personal, materiales, Contratación, depreciación y pérdidas de facturación), de los cuáles en la mayoría de las empresas solo se tienen en cuenta el costo de personal y el costo de materiales.

CTMN = CP + CM + CT + CD +CF (1.4)

Siendo:

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

**CM**: el costo materiales.

**CT**: el costo de la tercerización.

**CD**: el costo de depreciación de los equipos.

**CF**: el costo por pérdida de facturación.

En la UEB Vinatera del Norte el objeto de estudio del presente trabajo se aplican en los siguientes indicadores:

- Eficiencia de equipos. Disponibilidad.
- Por ciento de eficiencia en aplicación de las guías para inspección.
- Satisfacción del cliente.

A pesar de ser los indicadores de mantenimiento elementos de control relativamente fáciles de aplicar muchas de las entidades cubanas no utilizan indicadores para evaluar la gestión de su mantenimiento y las que lo hacen se basan fundamentalmente en índices de costo y de disponibilidad (Alfonso Llanes et al., 2008).

En el caso de las empresas que ejecuten su mantenimiento mediante procesos de contratación outsourcing, es recomendable la implementación de indicadores de mantenimiento encaminados en este caso a controlar la calidad y los costos de los

trabajos ejecutados, no dejando pasar por alto cuestiones tan medulares como la claridad que deben tener los mismos y la sistematicidad con que estos deben ser aplicados.

Es importante además, para trabajar con indicadores, tener presente algunos defectos o errores incurridos usualmente en lugares en los que se ha trabajado con ellos, detectados en estudios realizados por (<biblio>), los cuales se enumeran a continuación:

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

### *1.3. Sistemas de mantenimiento*

A lo largo de la historia en el desarrollo industrial se han empleado diferentes tipos de mantenimiento en dependencia de las condiciones dadas.

Entre las más identificadas tradicionalmente se pueden mencionar:

1. Mantenimiento correctivo.
2. Mantenimiento preventivo.
3. Mantenimiento predictivo.
4. Mantenimiento Productivo Total o Total Productive Maintenance (TPM).
5. Reliability Centered Maintenance (RCM)
6. Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM)

- **Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

El concepto de mantenimiento productivo total hay que situarlo en el contexto de una evolución del concepto de mantenimiento clásico y de una nueva filosofía de producción, es decir, el concepto de calidad total [Tobalina, 1994].

Un control de calidad consiste en desarrollar, diseñar, producir, servir un producto o servicio de calidad, el cual debe ser el más económico posible, útil y siempre satisfactorio

- **El concepto de calidad total:** es una concepción diferente, y mucho más amplia del concepto de calidad, de forma que en realidad es una nueva filosofía de la empresa.

Se pudieran decir que una empresa, producto o servicio es de calidad total cuando en todas sus fases (investigación, producción, comercial, finanzas, logística, asistencia al cliente), satisface las necesidades del cliente

- **Objetivos del TPM**

El mantenimiento productivo total combina las prácticas habituales de mantenimiento preventivo y predictivo con el sistema japonés de involucrar al máximo al personal de la factoría [Nakajima, 1988].

- **Definiciones de RCM.**

Se puede definir a RCM como una política de mantenimiento basada en la fiabilidad de las funciones del ingenio, planta o equipo. Recurre para ello a un programa de mantenimiento preventivo cuyo objetivo es mejorar la fiabilidad funcional de los sistemas aseguradores de la seguridad y disponibilidad, pero a la vez minimizando el coste de mantenimiento implicado.

Partiendo de un objetivo de fiabilidad dado puede ser alcanzado un programa de mantenimiento preventivo óptimo desde el punto de vista técnico económico y así seleccionando el esfuerzo de mantenimiento con su técnica más idónea, eliminando tareas de mantenimiento improductivas.

El concepto de mantenimiento productivo total hay que situarlo en el contexto de una evolución del concepto de mantenimiento clásico y de una nueva filosofía de producción, es decir, el concepto de calidad total [Tobalina, 1994].

Un control de calidad consiste en desarrollar, diseñar, producir, servir un producto o servicio de calidad, el cual debe ser el más económico posible, útil y siempre satisfactorio.

- **El concepto de calidad total:** es una concepción diferente, y mucho más amplia del concepto de calidad, de forma que en realidad es una nueva filosofía de la empresa. Se pudieran decir que una empresa, producto o servicio es de calidad total cuando en todas

sus fases (investigación, producción, comercial, finanzas, logística, asistencia al cliente), satisface las necesidades del cliente

**El concepto de calidad total:** es una concepción diferente, y mucho más amplia del concepto de calidad, de forma que en realidad es una nueva filosofía de la empresa. Se pudieran decir que una empresa, producto o servicio es de calidad total cuando en todas sus fases (investigación, producción, comercial, finanzas, logística, asistencia al cliente), satisface las necesidades del cliente seguridad y disponibilidad, pero a la vez minimizando el coste de mantenimiento implicado.

Partiendo de un objetivo de fiabilidad dado puede ser alcanzado un programa de mantenimiento preventivo óptimo desde el punto de vista técnico económico y así seleccionando el esfuerzo de mantenimiento con su técnica más idónea, eliminando tareas de mantenimiento improductivas.

| | **Elementos claves** | **Parametros Afectados** | **Herramientas de trabajo** |
|---|---|---|---|
| **RCM** | Medida continua y fiabilidad de las funciones | Seguridad, Fiabilidad y Costos de las funciones | Diagnostico de mantenimiento<br>Análisis fiabilidad, funciones criticas, retroalimentación y experiencia |
| TPM | El mantenimiento de primer nivel o automantenimento<br>El mantenimiento es cosa de todos | Rendimiento sintético u operacional | Formación en 5 SS, Formación en electromecánico, mantenimiento preventivo de 1ro y 2do nivel.<br>Organización.<br>Equipos humanos de mantenimiento |

**Tabla 1.1 Diferencias entre el TPM y el RCM**

- **Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM)**

El SAM incluye, por lo general los sistemas:

- Mantenimiento Preventivo Planificado. (MPP)
- Mantenimiento Predictivo o por Diagnostico.
- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento de línea.

El Sistema de Mantenimiento Predictivo o por Diagnóstico ya fue descrito, aunque vale decir que la decisión de intervenir en un equipo bajo este sistema puede ser tomada a partir de un diagnóstico subjetivo(a través de los órganos de los sentidos del inspector encargado de realizar el diagnóstico) y no sólo utilizando instrumentos o equipos de medición como los ya mencionados [De la Paz, 1996]

### *1.4. Sistema de mantenimiento en Cuba*

En Cuba, antes de 1959 y con la excepción de determinadas industrias, no existía una cultura de mantenimiento, y no fue sino hasta 1961 cuando comenzó a promoverse el respeto hacia esta actividad, a partir de la introducción del Mantenimiento Preventivo Planificado en el otrora Ministerio de Industrias. En 1976, la Ley No. 1323, de Organización de la Administración Central del Estado, estableció entre las atribuciones y funciones principales del Ministerio de la Industria Sidero-Mecánica, "...la elaboración de Normas de Mantenimiento y Explotación para las Máquinas-Herramienta del País", constituyéndose así el Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP) para las Máquinas-Herramienta de Arranque de Virutas, Conformado de Metales, Elaboración de Madera, Equipos de Fundición, Equipos de Izaje y Transportación, integrado por normas y procedimientos de gran importancia técnica y económica. El sistema fue implantado en todas las empresas del citado Ministerio.

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

La adaptación del MPP de las máquinas-herramienta a equipos de otro tipo se realizó muchas veces a base de conocimientos empíricos y no científicos (estudios de modos de fallo o de fiabilidad) como era menester, pero el progreso científico-técnico ha demostrado que esa adaptación y la adopción de un sistema único de mantenimiento para toda la industria no es una opción justificable técnica ni económicamente pues no obstante a sus

múltiples ventajas, el Sistema de MPP, que es el más extendido en Cuba, tiene también grandes desventajas entre las que se destacan:

• Los ciclos que se planifican no siempre son los más adecuados para cada equipo y se requiere su revisión periódicamente;

• Muchas veces se desarman equipos sin necesidad real y entre el desarme y arme posterior se corren riesgos de roturas y errores que pueden ser de gran envergadura;

• El gasto de piezas, materiales y otros recursos en que se incurre es considerable y en ocasiones no responde a las necesidades reales.

Cabe destacar que, en 1985, el Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) aprobó una nueva política de mantenimiento para sus empresas, que cambió la óptica del ya tradicional sistema de MPP a sistemas más adecuados a las características de las mismas, en particular se implementó el Sistema de Mantenimiento por Diagnóstico [MINBAS, 1986].

Hasta 1989, en todas las empresas textileras cubanas se aplicó el Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP) reglamentado en el Manual General de Procedimientos [MINIL, 1984] en el que se establece tres reparaciones diferentes: las reparaciones reguladas o después de cierto número de horas de operación del equipo, las reparaciones después de efectuadas las inspecciones y las reparaciones preventivas planificadas.

Durante los años 90, la economía cubana pasa por un profundo proceso de reconversión, debido a los cambios necesarios para salir adelante con una producción de calidad y al menor costo posible. Dentro de los ingentes esfuerzos por la producción, muchos no recordaron la importancia que tiene la actividad integral de mantenimiento para el logro de ese objetivo cardinal, surgiendo con frecuencia innumerables contradicciones entre mantenimiento y producción. Y es que también tenía que producirse la reconversión en el mantenimiento, comenzando por entender que el sistema de MPP establecido y casi generalizado, presenta importantes problemas que lo hacen difícil de ejecutar y altamente costoso, además de que los procedimientos normados para su ejecución se violan continuamente al ser impracticables y que en definitiva, la actividad integral de mantenimiento es ineficiente, pues parte de un sistema que ya se ha vuelto caduco en su

concepción original, ante las nuevas exigencias y reglas de la producción en entornos competitivos.

http://www.copimerainternacional.org/publicaciones/revista_techno/ing_mant/1_perfeccionamiento.pdf

### *1.5. Mantenimiento en la Industria Alimenticia Cubana.*

El sistema de gestión de mantenimiento se rige por un manual de sistema de mantenimiento (MPP), para el sector de la industria alimenticia reelaborado a finales de la década de los 90 por un equipo de experto, donde se traza los requerimiento aplicar en cada una de las actividades dentro del proceso, el mismo por el tiempo que lleva en su aplicación no ha sido rediseñado trayendo consigo deficiencias en la mejor técnica que debe aplicarse en cada uno de los equipos disminuyendo su disponibilidad y aumentando las fallas en los distintos equipos.

### *1.6. Conclusiones parciales.*

1. En la bibliografía consultada se expone un gran número de sistemas de mantenimiento pero la mayoría de los autores referidos consideran evidente que, a nivel empresarial, no se debe optar por uno solo de ellos, sino que deben aplicarse varios en función del contexto operacional en que se desempeñe cada equipo.
2. Las metodologías para la selección del tipo de mantenimiento a aplicar a cada equipamiento son disímiles y consideran un número heterogéneo de variables a la hora de desarrollar la toma de decisiones. En este sentido se hace necesario determinar las variables que caracterizan el contexto operacional del equipamiento en la empresa objeto de estudio para luego decidir qué metodología utilizar en la selección del tipo de mantenimiento

.

## CAPÍTULO II. Propuesta para la selección de alternativas de sistema mantenimiento a equipos de la UEB: "Vinatera del Norte"

Teniendo en cuenta el enfoque dado al problema científico caracterizado en la introducción de esta Tesis, se consideró pertinente orientar la comprobación práctica de la hipótesis de investigación hacia el estudio del taller de mantenimiento de Camiones del centro. Con ello, se pretende demostrar la viabilidad y validez de los instrumentos metodológicos desarrollados para determinar los problemas que afectan el mantenimiento de los equipos para su validación y certificación en las buenas practicas de fabricación

En este capitulo se propone un procedimiento de selección de alternativas de sistema mantenimiento para los equipos. El objetivo principal del procedimiento que se propone es garantizar la máxima disponibilidad del equipamiento con un óptimo empleo de recursos.

Existen múltiples tendencias para establecer los sistemas de mantenimiento y generalmente se seleccionan atendiendo a la política de la empresa y los requerimientos de calidad, seguridad y mercado, además de las características propias del proceso.

En principio un sistema de mantenimiento bien diseñado debe adecuarse a las características de cada máquina lográndose un sistema de mantenimiento alterno, tanto a nivel de fábrica como a nivel de máquina. En este sentido se han desarrollado varios procedimientos empleando criterios de selección generalmente a nivel de maquina.

### *2.1. Selección de alternativas de sistema mantenimiento*

De acuerdo en el criterio de los autores consultados al respecto en la literatura especializada, existen distintos procedimientos para la selección de alternativas de sistema mantenimiento a equipos entre los que se encuentran [De la Paz Martínez, 1996; Torres, 1997; Batista Rodríguez, 2000; Bevilacqua y Braglia, 2000; Huerta Mendoza, 2001; González Danger y Hechavarría Pierre, 2002; Dos Santos Mendes, 2002; Borroto Pentón, 2005; Christensen, 2006; Torres Daniel, 2005]; sin embargo, cada uno presenta sus ventajas y desventajas desde el punto de vista de su aplicación práctica, según fue analizado en el capítulo I de esta Tesis. Para la realización de la clasificación se coincide con la propuesta general presentada por Espinosa-Martínez [2010] ya que esta tiene implícito aspectos relacionado con el medio ambiente, seguridad y el consumo energético aspecto de gran importancia hoy día. Los pasos a seguir se presentan a continuación.

A continuación se ofrece una explicación detallada del procedimiento seleccionado por el autor.

Este procedimiento se divide en tres etapas (ver figura 3.1) las cuales se explican a continuación:

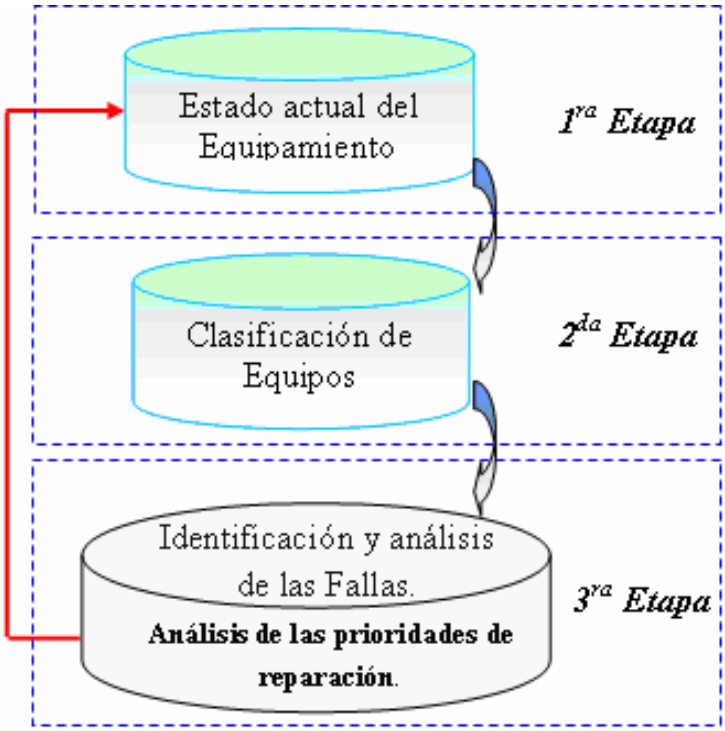



**Figura 3.1. Procedimiento de selección de alternativas de mantenimiento para los equipos (Fuente:** Espinosa-Martínez [2010]**).**

**Etapa 1 Estado actual del equipo**

La mayoría de las empresas que carecen de un sistema de manteniendo, les resulta normal ver a los equipos siendo usados por arriba de su capacidad, lo que provoca daños como, deterioro más rápido, pérdida de calidad en el proceso y fallas constantes en el tiempo.

Si el equipo no se somete a un mantenimiento periódico, tal como lo establece el proveedor de la maquinaria, entonces la empresa deberá estar conciente de las posibles pérdidas por consecuencia del estado del equipo.

Cuando se establecen órdenes de trabajo previamente planeadas según las especificaciones del proveedor, y se llevan a cabo, se asegura una disminución considerable de los daños previamente comentados.

Por lo tanto, el mantenimiento preventivo, también dependerá del estado actual de la maquinaria y equipo, porque en base a este, se conocerá su tiempo de vida actual, la carga a la que puede ser sometido y la calidad con que puede responder a las especificaciones establecidas. Se podrá en algunos casos, alargar el tiempo de vida, y mejorar la calidad obtenida de cada equipo.

**Antigüedad del equipo**

Otro factor importante de los equipos es su antigüedad, porque al igual que en el punto anterior conociéndolo se podrán identificar las exigencias que se le puede pedir en calidad y capacidad.

Muchas empresas trabajan con equipo que sobrepasa el tiempo de vida establecido previamente por los proveedores, esto se debe a los altos costos que representa el adquirir nuevo equipo, la capacitación del personal que lo usará, y los cambios que habrá por la diferencia de capacidad de este. Si no se hace la inversión necesaria para adquirir nuevos elementos de producción, entonces el departamento de mantenimiento se debe acoplar a los recursos actuales, haciéndolos funcionar de la mejor manera posible.

**Utilización**

Si los equipos son utilizados a su máxima capacidad para obtener los niveles de eficiencia y utilización que le demandan al área de producción, entonces el tiempo que estos equipos quedan “libres” para trabajar en ellos, dándoles el mantenimiento necesario, se ve disminuido o en ocasiones eliminado.

Por esto es necesario establecer ciertas normas, para que se intente disminuir un poco la carga de trabajo de los equipos, para poder darles un mantenimiento periódico. Este punto va relacionado con la demanda y el volumen de producción.

También debe tomarse en consideración, cuando la empresa cuenta con una clasificación de equipos dependiendo de su importancia en el proceso de fabricación, por ejemplo según Dounce (2000) los equipos se pueden clasificar como vitales, normales o triviales, otra clasificación es la propuesta por Torres (1997) que las clasifica como Periodo de fácil detención, Periodo de difícil detención, Aleatorio poco frecuente y Aleatorio muy frecuente. En cualquiera de los casos, algunos equipos destacan por su importancia, y estos deben ser atendidos con mayor cuidado y diligencia.

**Etapa 2 Clasificación de equipos**

Existen diversos criterios para esta clasificación, algunos de ellos son:

1. 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).
2. En grupos: I, II y III si son muy importantes o fundamentales, normales o convencionales y auxiliares, respectivamente.
3. En equipos fundamentales o no fundamentales en la producción.
4. 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[1] alto.
5. En equipos de prioridad 1, 2, 3, 4, 5 (Teniendo en cuenta el nivel de riesgo al que se somete un paciente en una instalación hospitalaria, donde 1 representa un riesgo máximo)
6. 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.

**Clasificación de los fallos**

Para la clasificación de los fallos se propone utilizar la propuesta realizada por Torres [1997] y Borroto Pentón [2005] basada en la periodicidad y facilidad de detección del fallo. Esta clasificación queda definida como sigue:

1. Periódicos de Fácil Detección (PFD)
2. Periódicos de Difícil Detección (PDD)
3. Aleatorios Poco Frecuentes (APF)
4. Aleatorios Muy Frecuentes (AMF)

**Etapa 3. Identificación y análisis de las fallas**

Es necesario la identificación de las fallas para poder enfrentar su análisis y en base a esto solucionar los problemas, siempre es fácil realizar esta tarea por lo que se han desarrollado numerosas técnicas para identificar y analizar las fallas. Estas técnicas no

solo se aplican en mantenimiento, son también de utilidad para los diversos aspectos donde se implementa el mejoramiento continuo de procesos, diseño y desarrollo de productos, control de inventarios, etc. Por la facilidad de uso y funcionamiento, las técnicas gráficas son más definidas.

Normalmente el estudio de las fallas requiere de la identificación y análisis del problema. A continuación se desarrolla el método (Torres Daniel, 2005) a ser utilizado para tal fin.

**1- Análisis de la prioridad de reparación**

Para establecer la importancia entre los diferentes equipos y poder determinar la prioridad que será requerida, es conveniente estudiar cada equipo por cada área con respecto al conjunto de áreas con que cuenta la empresa.

Este análisis conviene realizarlo según los siguientes factores:

- Producción
- Calidad
- Mantenimiento
- Medio ambiente
- Consumo de energía eléctrica
- Seguridad

Influencia sobre Producción

- Porcentaje de tiempo de utilización del equipo
- Equipo duplicado o posibilidad de recuperar la producción con otro equipo
- Influencia sobre los otros elementos productivos

Para ponderar la importancia se presenta la tabla que serán realizadas a cada área en particular.

**Porcentaje de uso**

| **Pond.** | **% uso** |
|---|---|
| 5 | > 80% |
| 3 | Entre 50 y 80% |
| 1 | <50% |

**Instalación alternativa**

| Pond | Alternatividad |
|---|---|
| 4 | Equipos duplicados |
| 2 | Recurso externo |
| 1 | Sin posibilidad |

**Influencia en el resto de la planta**

| Pond | Influencia |
|---|---|
| 5 | Sobre toda la planta |
| 4 | Importante |
| 2 | Relativa |
| 1 | Solo el equipo |

**Importancia sobre la calidad**

- Perdidas por no cumplir requisitos de calidad.
- Influencia del equipo en la calidad final del mantenimiento.

Para ponderar la importancia sobre la calidad se muestra una tabla para cada área.

**Importancia de la calidad sobre el proceso final**

| Pond | Importancia |
|---|---|
| 4 | Decisiva |
| 2 | Relativa dentro de la tolerancia |
| 1 | Nula |

**Influencia sobre el mantenimiento**

- Frecuencia o costo de las averías
- Numero de horas paradas por mes
- Grado de especialización del equipo y personal para atenderlo

**Importancia sobre el costo de mantenimiento**

Esos valores dependerán del tipo de equipo del área.

**Número de horas de parada por avería**

| Pond | Horas parada |
|---|---|
| 5 | > 3 horas |
| 2 | 1- 3 horas |
| 1 | <1 hora |

**Especialización del equipo**

| Pond | especialización |
|---|---|
| 5 | < 2 |
| 3 | 2 – 3 |
| 1 | > 3 |

**Según medio Ambiente**

- Influencia importante
- Influencia relativa

**Importancia sobre el medio ambiente**

| Pond | Importancia |
|---|---|
| 5 | Grave |
| 2 | Relativa |
| 1 | Nula |

**Según el consumo de energía eléctrica**

- Conservar en buen estado las instalaciones auxiliares
- Elimina paros y puestas de marcha continuos.
- Controla el rendimiento de los equipos.

**Importancia sobre el consumo de energía eléctrica.**

| Pond | Importancia |
|---|---|
| 5 | Altos |
| 3 | Medio |
| 1 | bajo |

**Según la seguridad:**

- Riesgo de las personas
- Riesgo de los equipos

**Importancia sobre la seguridad**

| Pond | Importancia |
|---|---|
| 5 | Riesgo del operario |
| 2 | Riesgo del equipo |
| 1 | Relativo |

Con la suma de las puntuaciones se establecen grupos de equipos, por ejemplo, los que superan los 25 puntos, entre 10 y 25 y los que tienen menos de 10 puntos.

Esta ponderación será importante para diseñar el sistema de mantenimiento y la planificación, las prioridades en los mantenimientos preventivos y los stocks de repuesto.

### *2.2. Propuesta de variantes de mantenimiento*

Esta se basa en establecer una diferencia racional entre los equipos independientemente de la política global de mantenimiento que se obtuvo al definir el sistema generalizado en el centro. Esto se hace con la finalidad de obtener una adecuada relación entre productividad y costo de mantenimiento a nivel de máquina, y para este logro se establecen tres categorías de equipos.

En la tabla 3.3 se encuentran enumeradas, por orden de prioridad, estas políticas de mantenimiento preferiblemente en función de la clase en que se encuentren los equipos y las características del fallo que presenten. Es importante resaltar que, bajo ninguna circunstancia, se debe proponer una política de mantenimiento contra averías para un equipo catalogado como clase “A”, dada la importancia que reviste garantizar una elevada disponibilidad de estos y teniendo en cuenta las desventajas que presenta este tipo de mantenimiento.

**Tabla 3.3. Variantes de mantenimiento**

| Clase | Periodo de Fácil Detección | Periodo de Difícil Detección | Aleatorio Poco Frecuente | Aleatorio muy Frecuente |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **A** | **1,2** | **2,1** | **1** | **1** |
| **B** | **1,2,3** | **2,3** | **3** | **3** |
| **C** | **2,3** | **3** | **3** | **3** |

**Categoría A:**

**Objetivo**: Lograr la máxima productividad del equipo.

Se recomienda:

1- Máxima utilización del mantenimiento predictivo siempre que se cuente con equipos y personal para ello.

2- Amplia utilización del mantenimiento Preventivo con periodicidad frecuente para reducir posibilidad de fallo.

3- Uso del mantenimiento Correctivo como vía para reducir el tiempo medio de rotura.

- Mantenimiento preventivo sistemático, este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operarios de máquinas. Es trabajo del departamento de mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces.

**Categoría B:**

**Objetivo**: Reducir los costos de mantenimiento sin que esto implique una catástrofe.

Se recomienda:

1- Poca utilización del mantenimiento Predictivo.

2- Empleo de cálculos técnicos estadísticos para el mantenimiento Preventivo.

3- Empleo del mantenimiento Correctivo sólo en la ocurrencia aleatoria de fallos.

- Mantenimiento preventivo sistemático, este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operarios de máquinas. Es trabajo del departamento de mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces.

**Categoría C:**

Objetivo: Reducir al mínimo los costos de mantenimiento.

Se recomienda:

1- Mantenimiento Predictivo anulado.

2- Mantenimiento Preventivo sólo el que indique el fabricante.

3- Mantenimiento Correctivo a la ocurrencia de fallos.

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

3.1- Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo). Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.

3.2- **Mantenimiento curativo** (de reparación). Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla

**- Mantenimiento preventivo sistemático**, este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operarios de máquinas. Es trabajo del departamento de mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces.

**Mantenimiento preventivo sistemático.** Se aplicara en todas las categorías y en cada uno de los tipos de mantenimiento a escoger.

Se debe considerar que cada fallo traería un grupo de consecuencias sobre cada una de las variables medidas en el algoritmo de decisión y el orden de prioridad de las tareas de mantenimiento propuestas, como se pudo observar, está dado por la capacidad que posee cada una de disminuir el riesgo asociado a cada posible consecuencia del fallo a unos niveles tolerables o aceptables.

Otro elemento importante que puede influir a la hora de tomar la decisión de cambiar de una propuesta a la que le sigue en prioridad es el factor “costo” de llevar a cabo dicha tarea de mantenimiento. En muchas ocasiones una determinada tarea que no se hace efectiva, aunque sea técnicamente factible, debido a la existencia de limitaciones económicas en las empresas. Además, se debe tener en cuenta que, desde el punto de vista económico, la actividad de mantenimiento que se esté considerando, según la propuesta de prioridades presentada, solamente se llevará a vías de hecho si el costo de su implementación durante un determinado período es inferior al costo de las consecuencias que acarrearía el fallo más el costo de su reparación, cuando ocurra de forma imprevista, durante el mismo período de tiempo.

Se puede concluir que a la hora de decidir la aplicación de la tarea de mantenimiento propuesta, primeramente se debe analizar si existen todas las condiciones técnicas para su implementación (es técnicamente factible) y luego analizar su factibilidad desde el punto de vista económico. El incumplimiento de alguno de estos factores puede dar al traste con la realización de la tarea que se esté considerando.

A la hora de llevar a cabo la definición de las prioridades de las políticas de mantenimiento a desarrollar ante cada uno de los fallos clasificados en el procedimiento, diversos autores [Borroto Pentón, 2005; Christensen**,** 2006 y García González-Quijano, 2004] consideran que se deben tener en cuenta un grupo de consideraciones. En este caso, según criterios del autor, se deben considerar los elementos siguientes:

- Si el fallo es Periódico y de Fácil Detección es recomendable aplicar la variante de mantenimiento en el siguiente orden: Mantenimiento Preventivo con Base en la Condición, Mantenimiento Preventivo a Intervalos Constantes, Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento de Mejora. En caso de que el equipo sea categoría “C” lo más provechoso, en primer orden, sería aplicar un Preventivo a Intervalos Constantes y luego trabajar contra avería y así se disminuye la utilización de los recursos.
- Si el fallo es Periódico y de Difícil Detección, lo más conveniente es Mantenimiento Preventivo a Intervalos Constantes, Mantenimiento Preventivo con Base en la Condición, Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento de Mejora en ese orden. En el caso de que sea un equipo clase “C” se recomienda solamente aplicar un Mantenimiento Contra Averías y no considerar el Mantenimiento Preventivo con Base en la Condición en los equipos clase “B”. Dado que no se recomienda como estrategia factible el Mantenimiento Preventivo con Base en la Condición debido al alto costo de detección del fallo, una estrategia a tener en cuenta, además de la del Mantenimiento Preventivo a Intervalos Constantes, puede ser el Mantenimiento de Mejora con el objetivo de hacer cambios en el diseño del equipo que lo lleven a recuperar sus condiciones iniciales.
- Cuando el fallo es Aleatorio conviene aplicar las políticas de mantenimiento en el siguiente orden: Mantenimiento Preventivo con Base en la Condición (en este caso el gasto es muy elevado y sólo es recomendable en el caso donde es necesario una alta

disponibilidad) y luego Mantenimiento de Mejora. En los casos clasificados como clase “C” se aplicaría el Mantenimiento Correctivo como única opción.

- En el caso de los equipos categorizados como clase “A”, como se detalló anterior mente, nunca se emplearía el Mantenimiento Correctivo, para ningún tipo de fallo, debido a las consecuencias catastróficas que podrían producirse ante un fallo.

### *2.3. Conclusiones parciales*

1. La UEB: Vinatera del Norte presenta problemas con la actividad de mantenimiento, ya que no lleva registro sobre los equipos por lo que se pierde información que podría ser de gran utilidad. La ausencia de este historial trae consigo que no se lleve un buen control sobre el equipamiento.
2. La actividad de mantenimiento se desarrolla en la UEB por el manual de Operaciones y Procedimiento en su Sección I, donde se establece que el tipo de mantenimiento a desarrollar es mantenimiento preventivo planificado el cual no responde a las necesidades del equipamiento existente,

## Capitulo III. Caracterización de la empresa objetó de estudió practico y aplicación del procedimiento.

Para dar solución al problema científico planteado y como respuesta a las conclusiones parciales arribadas en el Capítulo I, se definen en este capítulo la caracterización objeto de estudio y el diagnóstico de la situación actual del sistema de mantenimiento de los equipos de la UEB Vinatera del Norte.

### 3.1. Caracterización de la Empresa de Bebidas y Refrescos vc

La Empresa de Bebidas y Refrescos de Villa Clara esta conformada por cinco UEB Productoras, Seis Comercializadoras y dos Unidades Empresariales de Bases de prestación de Servicios: Aseguramiento y Transporte. Cuenta con una plantilla aprobada de 696 trabajadores y en plantilla cubierta un promedio de 688 trabajadores, de ellos 42 son dirigentes, 134 técnicos, 29 administrativos, 100 de servicios y 383 obreros

Con la excepción de la fábrica de Refrescos de Calabazar, el resto de las instalaciones rebasan los 40 años de explotación y se mantienen produciendo debido a la acción de mantenimiento y las innovaciones de que son objeto por parte del personal especializado de la Empresa.

Cada una de las UEB productora cuenta con un grupo de mantenimiento el cual tiene la misión de dar solución a las reparaciones y mantenimientos planificados u ocurridos por las diferentes interrupciones imputables a la actividad, el mantenimiento que se aplica en cada una de las unidades es el MPP y Predictivo o correctivo el cual se realiza por un personal calificado

El año 1994 marcó el inicio de la recuperación económica de la Empresa, Posee una contabilidad certificada, existencia de mercado y garantía de aseguramientos motivos por los cuales es una empresa en Perfeccionamiento Empresarial desde el año 2002, proceso que dio la posibilidad de diseñar internamente una organización más eficiente y competitiva, sobre la base de otorgarle las facultades y establecer las políticas, principios y procedimientos, que propendan al desarrollo de la iniciativa, la creatividad y la responsabilidad de todos los directivos y trabajadores.

Tabla 1. Principales indicadores económicos de la Empresa de Bebidas y Refrescos de Villa Clara. Fuente: Resumen de indicadores económicos de la Empresa de Bebidas y Refrescos de Villa Clara.

| INDICADORES | 2009 | | | 2010 | | | 2011 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PLAN | REAL | % | PLAN | REAL | % | PLAN | REAL | % |
| **IngresosTotales** | 22991.0 | 25390.1 | 111 | 25383.2 | 26949.6 | 107 | 27285.4 | 27663.9 | 102 |
| **GastosTotales** | 20243.1 | 22357.7 | 111 | 22350.8 | 23298.7 | 105 | 23579.7 | 22734.6 | 97 |
| **UtilidadesTotales** | 2747.9 | 3032.4 | 111 | 3032.4 | 3650.9 | 121 | 3705.7 | 4929.3 | 133 |
| **Costo x peso Totales** | **0.88** | **0.88** | **100** | **0.88** | **0.87** | **99** | **0.86** | **0.82** | **96** |

### 3.1.1. Caracterización UEB Vinatera del Norte

La UEB Vinatera del Norte, se encuentra situada en Calle 4 Número 103 entre 1ra y 3ra y su objeto social es la comercialización, distribución y producción de bebidas alcohólicas, vinos dulces, vinos secos y ron con la marca Brindis y Decano.

La UEB durante el año 2011 se ha mantenido con una plantilla de 77 trabajadores aprobada, de ellos 4 dirigentes, 11 técnicos, 2 administrativos, y 14 de servicios y 46 obreros, de ellos 31 mujeres y 46 hombres.

Las producciones de nuestro centro están destinadas al Mercado Interno en divisa y el Mercado Nacional. En este año se han mantenido las marcas tradicionales de Brindis y Decano.

Los Vinos al concluir el año 2011 se comportaron como a continuación se reflejan en la siguiente tabla:

| Producto | Plan lts | Real lts | % Cumplim. |
|---|---|---|---|
| Vino Seco | 926000 | 1081180 | 116.75 |
| Vino Dulce | 740000 | 591640 | 79.95 |
| Vinos totales | 1665600 | 1672820 | 100.43 |

Representando la fuerza femenina 31 compañeras para un 40.2% Y 46 son hombres completando el 59.8% , el nivel escolar medio es de 9no grado reflejado en los puestos de trabajo, que posee la plantilla de ocupación de cargos.

Análisis de los portadores energéticos

A continuación se muestra la tabla de los consumos.

| UEB Vinatera del Norte | | |
|---|---|---|
| Indicadores | UM | Volúmenes Anuales |
| Diesel (Caldera de Vapor ) | Lts | - |
| Diesel Tecnológico | T | 4.8 |
| Diesel Transporte | T | 5.1 |
| Gasolina | T | 4.3 |
| | | |
| Electricidad | MW-H/T | 0.1115 |
| | TM/HL | 1.4432 |

Caracterización del proceso desarrollado en el indicador Productividad

El año 2011 se caracterizó porque todos los trabajadores dominaban el indicador económico PRODUCTIVIDAD el cuál dio continuidad a los procesos desarrollados en la discusión de los lineamientos.

PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO:

La productividad del trabajo caracteriza el grado de eficiencia del trabajo vivo concretado a través de diferentes indicadores.

La productividad del trabajo expresa la relación entre los volúmenes de producción o los resultados alcanzados y los gastos de trabajo en que se incurre para lograrlo, tomando en consideración la calidad requerida y el nivel medio de habilidad e intensidad existente en la sociedad. Es por tanto una consecuencia del proceso de trabajo y de la combinación de sus elementos, donde el hombre ocupa el lugar central, en la misma influye la organización social del proceso de producción, las condiciones naturales, el nivel de progreso de la ciencia y sus aplicaciones.

IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD:

La productividad constituye uno de los principales indicadores que permite medir el crecimiento económico, por lo que al asumir que es necesario la mejora de la misma, es indispensable su medición, para identificar niveles de desarrollo y de avance y determinar estrategias de mantenimiento, formas de gestión y organización de la producción, mediante la motivación de la organización y participación de los trabajadores, lo cuál conlleva a una mejora continua.

METODOS PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD

- Natural: Cálculo en Unidades Físicas
- Valorar: Cálculo en Unidades Monetarias

Importancia de la medición de la Productividad:

Su importancia radica en:

- Provee una base de datos para establecer metas de crecimientos y define objetivos de mejora y desarrollo.
- Ayuda a conocer problemas en el proceso de producción (Técnico, organizativo, de capacitación, de seguridad, etc.)
- Puede usarse como una forma para medir el desempeño.
- Constituye una herramienta de aprendizaje, participación y motivación para los trabajadores.
- Constituye a la toma de decisiones más precisas.
- Genera base objetiva para mejorar la retribución.

El diagnóstico de la Productividad.

Constituye la principal fuente de detección de los problemas y de sus interrelaciones que frenan la productividad de La Empresa. Permite comparar sus propios resultados de periodos anteriores con los actuales y con los de empresas similares. Los resultados serán siempre evaluados con los trabajadores y la organización de base sindical en aras de resolver los problemas evidenciados y trazar las medidas para resolver los problemas identificados.

### 3.1.2. Caracterización del Mantenimiento

La ‘’Vinatera del Norte’’, se encuentra ubicada en la calle 4 N*103 entre 1ra y 3ra Caibarién, Villa Clara. Ésta industria proviene de antes del triunfo de la Revolución, fue fundada por Miguel López y Jesús Praga en 1915.

Actualmente el mantenimiento de la UEB, se realiza por un personal conformado por un grupo de mantenimiento el cual se encuentra estructurado de la siguiente forma

| Cargo u Ocupación | No Trabajadores | Nivel Escol | Grupo Ocup | Grupo escala | Salario |
|---|---|---|---|---|---|
| Mecánico A Mtto Jefe Brigada | 1 | TM | O | XI | $ 440.00 |
| Mecánico B Mtto | 2 | 9no | O | VII | $ 350.00 |
| Mecánico B Mtto | | 12mo | O | VII | $ 350.00 |
| Electricista B Mtto | 1 | TM | O | VIII | $ 393.50 |
| Auxiliar de Mtto | 1 | - | A | V | $ 255.00 |
| Total | 5 | ////////////////////////////////////// | | | $ 1788.50 |

El nivel que presenta el personal es bajo lo cual no posee el conocimiento técnico especifico para satisfacer los distintos trabajos, como realizar análisis técnico con la profundidad que estos demandan, es significativo resaltar que en este año se incrementó el personal con un compañero adiestrado graduado de Ing Mecánica en la UCLV el cual ha venido ha fortalecer esta actividad con los conocimientos demostrados lo cual representa una fortaleza para la entidad

El Mantenimiento que se aplica en la UEB es el MPP, el cual se sustenta en el Manual de Normas y Procedimientos Sección IV Sistema para Mantenimiento Fabril y comenzó a aplicarse en el año 1972 en todos los establecimientos. Después fue revisado en el año 1986 y no concluye su implementación hasta 1994, se define que el Manual constituye la guía para el mantenimiento fabril estructurado en dos secciones, I - Organización Mantenimiento y Reparaciones y II - Metodología para evaluar Mantenimiento Fabril.

Los mantenimientos se realizan mediante una previa planificación en todo el año vasado en el estudio de las roturas y el tiempo de trabajo de las maquinas así como las

recomendaciones de los fabricantes en cuanto al tiempo de explotación de los equipos. Esta UEB cuenta con 41 equipos tecnológicos y 24 auxiliares. En los últimos años se ha venido introduciendo nuevas tecnologías con el propósito de ir mejorando el equipamiento e incrementando los niveles de producción planificado satisfaciendo las demandas con los distintos clientes dentro de estos equipos señalaremos los más significativos:

| Equipo Marca | Modelo | País | FF | FPM |
|---|---|---|---|---|
| Bomba Manzini | SM 1905 | Italia | 1975 | 1975 |
| Sistema de Frio | GRA 100N | Italia | 1995 | 2000 |
| Retractiladora de Botellas | PS070M | Italia | 1998 | 2000 |
| Compresor de aire Chamal | DT 1500/500 | Italia | 2000 | 2000 |

Para dar cumplimiento a los objetivos del trabajo a continuación se muestra la selección del grupo de experto (ver anexo ¿Método de hurtado de mendosa? el resultado de este método se muestra en la siguiente tabla:

**3.2. Diagnostico de la política de mantenimiento en la UEB Vinatera del Norte**

Teniendo en cuenta el enfoque dado al problema científico caracterizado en la introducción de esta Tesis, se consideró pertinente orientar la comprobación práctica de la hipótesis de investigación hacia el estudio de los equipos de la UEB Vinatera del Norte. Con ello, se pretende demostrar la viabilidad y validez de los instrumentos metodológicos desarrollados para determinar los problemas que afectan el mantenimiento de los mismos. Para esto se hace necesario realizar un diagnóstico de la situación actual de dicha instalación, tomado como base de partida la utilización del método de "Diagrama de las 5 M" ya que este suele ser un punto de referencia que abarca casi todas las principales causas de un problema lo cual se demuestra a continuación.

<u>Maquinas:</u>

Causa Primaria: Consumo eléctrico se afecta por la falta de capacidad debido a la carencia de un banco de transformador exclusivo que nos permita trabajar con orgura y no tengamos equipos afectado en su disponibilidad por no tener la suficiente carga real para cumplir nuestras producciones planificadas para dar respuestas a nuestros clientes.

Causa secundaria: Salideros por sellos y prenses: Por el régimen de trabajo de nuestros equipos se ve afectado la productividad y disponibilidad debido a la carencia de accesorios para dar respuestas a estos requerimientos los cuales no pueden ser solucionados eficazmente por nuestro personal, en ocasiones por malas prácticas de mantenimiento y uso de materiales inadecuados para su solución

Causas terciarias: Mal sellado de los paquetes o cajas del producto terminado en ocasiones se afecta la calidad del sellado debido a problemas operacionales los cuales requieren del auxilio del personal de mtto y en ocasiones de contratación de fuerza calificada para dar solución a esta problemática, ya que el eslabón primario que es el operador de la maquina carece de conocimientos mínimo para dar solución a la problemática causada, también se ve afectada la disponibilidad de la maquina por mala calidad de los materiales prescindibles para un sellado seguro y confiable por mala selección del mismo o por minimizar costos en su adquisición.

Causa cuaternaria: Instalación eléctrica defectuosa nuestros equipos tienen reducida su disponibilidad por afectaciones o fallas eléctricas debido a la falta de dispositivos y/o deficiencia en los que tienen instalados los cuales no cumplen con el objetivo de proteger el equipamiento, Breaker sobre dimensionados o carente del mismo, térmica fuera de rango por no prescindir de los necesarios o idóneos que realmente necesita el equipo, la falta de instrumentos para hacer las lecturas diarias y proteger la vida de los motores eléctricos, así como la carencia de cables eléctricos para realizar las distintas instalaciones a los mismos que la necesitan, son las principales deficiencia que afectan el buen funcionamiento de nuestro equipamiento.

Mano de Obra:

Causa primaria: La carencia de habilidad de nuestro personal de mantenimiento es la principal causa que atenta contra el buen desempeño en la calidad de los trabajos que se acometen en nuestro centro, lo cual trae al traste roturas imprevistas y pérdidas cuantiosas en la producción por malos procedimiento aplicados en la actividad.

Causa Secundaria: Por la carencia de conocimiento se necesita un personal más calificado para dar respuestas a nuestras necesidades, así como la capacitación del que tenemos para un mejor desempeño en la actividad.

Medio Ambiente

Causa Primaria: Por la característica del entorno donde se encuentra ubicada la entidad esta se encuentra en un ambiente agresivo, de alta humedad y alta corrosión por lo que se hace necesario aplicar las normas establecidas para evitar que estos factores influyan sobre los diferentes equipos como son la correcta lubricación, la aplicación de productos idóneos que eviten el deterioro de las estructuras, fuselaje y equipos en general.

Métodos

Causa primaria: En este aspecto se aprecia que en el taller de mantenimiento de la entidad el área de trabajo se puede caracterizar pobre por la falta de herramientas pues se cuenta con escasas máquinas herramientas para dar soluciones a las distintas roturas que ocurran en el proceso productivo las cuales presentan desajustes por la falta de mantenimiento por personal calificado no siendo confiables para los trabajos de precisión , así como, la escases de accesorios para el mejor desempeño de su actividad lo que trae consigo un rendimiento del trabajo del personal de forma irregular lo que da como resultado la realización de un mantenimiento inadecuado.

Materiales:

Causa primaria: realizando un balance de la gestión de logística y aseguramiento en nuestra unidad se observa un bajo rendimiento en los resultados principales para dar solución a los principales problemas que enfrentamos para la reparación de nuestro equipamiento, debido a la falta de conocimiento del personal que atiende esta actividad no satisfaciendo los requerimientos solicitados ya que en ocasiones para minimizar los costos se van por los productos de menor precio no siendo estos los más idóneos, puesto que su duración y calidad son mínima, afectando la calidad de las reparaciones efectuadas por una mala selección y aplicación de piezas y accesorios, no contando con el mínimo por ciento de piezas de repuestos en existencia en nuestros almacenes debido a la falta de organización y planificación en el desempeño en la actividad de aseguramiento, con el agravante de que en la ocurrencia de una avería no contamos con los recursos disponibles a la mano para darle frente a la situación.

Todo lo antes analizado se puede ver en el siguiente diagrama causa – efecto.

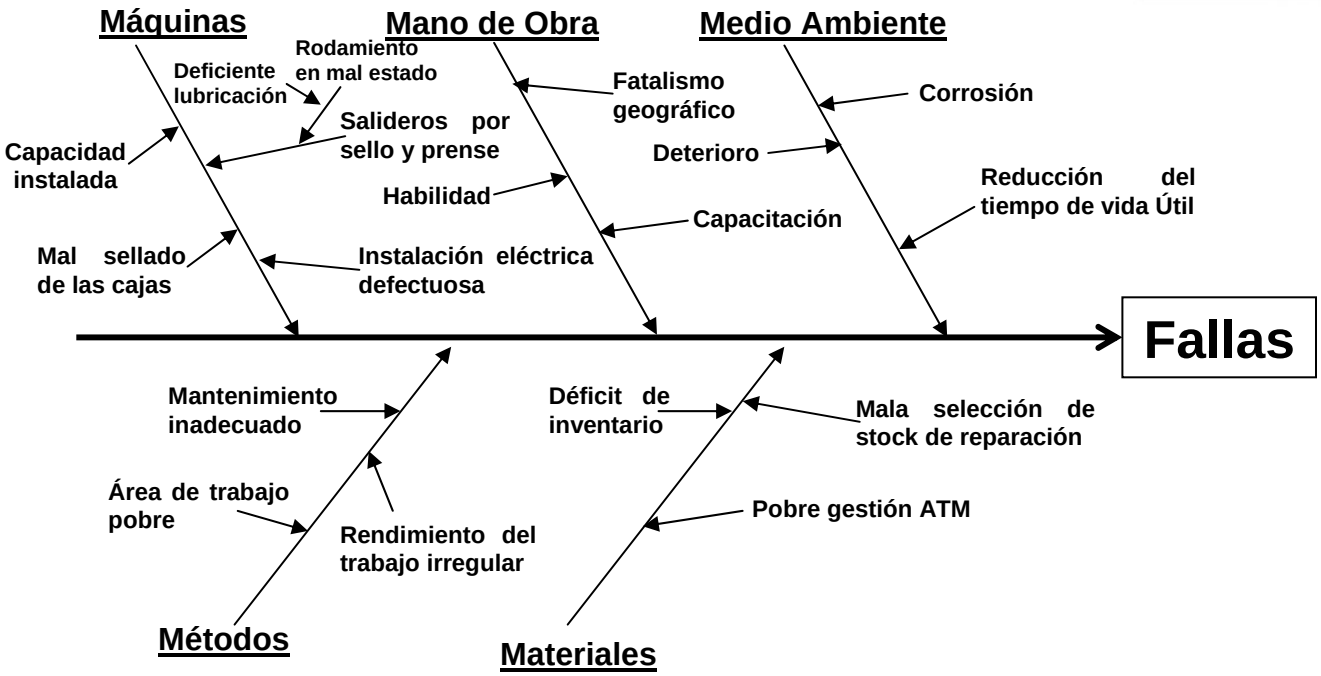



Figura 3.1. Diagrama causa – efecto, con los resultado del diagnóstico.

Una vez determinado los problemas que afectan la empresa objeto de estudió relacionado con el mantenimiento es que se propone que mantenimiento a aplicar.

### 3.3. Propuesta de variantes de mantenimiento

A continuación se muestra los resultados del procedimiento:

**Etapa 1 Estado actual del equipo**

En cuanto a la Antigüedad de los equipos debemos considerar que este es alto lo cual se muestra a continuación:

Equipos tecnológicos: 37 años de explotación como promedio

Equipos auxiliares: 35 años

Equipos de taller: 29 años

**Promedio general: del equipamiento 36 años**

En la investigación realizada se toman como muestra 10 equipos de distintas areas lo cual se muestra en la siguiente tabla:

| Equipo | Ubicación | Marca | Modelo | País | Fech Fab | Fech. Puesta Marcha | Tiempee xplotación | Est. Tec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mezclador de Azúcar | Fabricación | Criolla | Circular Vertical | Cuba | 1981 | 1981 | 31 | R |
| Molino de frutas | Fabricación | Entrepise | No 62 | USA | 1924 | 1924 | 88 | R |
| Bomba Puma | Fabricación | Puma | 2-2-1/2 | Inglesa | 1978 | 1978 | 34 | R |
| Bomba Manzini | Fabricación | Manzini | SM -190 S | Italia | 2000 | 2000 | 12 | R |
| Bomba Despacho | Despacho | VEB Kombint impulsa | RKP 50/ 1682 | Alemania | 1973 | 1975 | 37 | M |
| Tapadora de Botellas | Línea Prod. | Melco | CL 23 | Italia | - | 2002 | 10 | B |
| Retractiladora de Caja | Línea Prod. | PS070M | Implanti | Italia | 1998 | 2000 | 12 | R |
| Compresor de aire | Sistem. Aire | SHAMAL | DT 1500/500 | Italia | 2000 | 2000 | 12 | R |
| Equipo de frio | Sistema Frio | RICA | GRA 100N | Italia | 1998 | 2000 | 10 | B |
| Bomba Suavisador | Tratamiento de agua | Dimitrov | Vida 13 | Bulgaria | 1968 | 1979 | 33 | R |

Por lo que la Utilización de estos equipos es:

**Mezclador de azúcar**

El régimen de trabajo ó % de utilización esta dentro del 70 %, el mismo se utiliza para mezclar la materia prima para la producción de los distintos vinos a elaborar,la fermentación y estabilización de los mismos

Problemas frecuentes del equipo esta dado en desajuste del eje y/o partidura del mismo.

Rodamiento defectuoso por la carga que reciben ya que los pedestales no se han colocado por déficit de los mismos y las fallas son frecuente

Inseguridad del operario al manipular las materias prima para incorporarlas al equipo

**Molino de pasas**

Este equipo presenta un régimen de trabajo pobre de un 10%, esto se debe a que su régimen de molida de pasas es alto, siendo el mismo de 2500 Kg de pasas para un volumen de fabricación de vinos de 41 600 lts.

Su problema está en el tiempo que pasa fuera de servicio no teniendo un eficiente sistema de mantenimiento predictivo, puesto que el mismo en este tiempo no se limpia y esto se hace solo cuando se va a volver a utilizar siendo este momento cuando se le da un

mantenimiento correctivo para su puesta en marcha, en este se ajustan sus partes, se limpia para su uso al siguiente día.

**Bomba Puma**

Régimen de trabajo de este equipo está dentro del rango de un 85 %

Frecuentes deficiencias

Este presenta el control eléctrico o interruptor de encendido mal instalado y la caja eléctrica del mismo está en malas condiciones, pudiendo existir problemas fatales al motor ya que este puede averiarse o quemarse, deficiencia en el sello mecánico, no existe repuesto para este en caso de avería, aunque este ha presentado fallas donde se ha tenido que solucionar el problema reparándolo no con la calidad necesaria, los rodamiento trabajan a un régimen superior en horas recomendada por el fabricante por la inexistencia de repuesto para el mismo con la problemática de que pudiera ocurrir una avería en cualquier momento afectando la producción comprometida con los diferentes clientes.

Desajuste por vibraciones debido a la manipulación de la misma por ser utilizada en varios puntos de fabricación, por lo que el equipo no está diseñado para este trabajo por la calidad del piso que no es la mejor

**Bomba Manzini**

El régimen de trabajo de este equipo está dentro del 80 %, su eficiencia está limitada a un 50% debido a que está trabajando con un motor eléctrico de menor capacidad, por encontrarse quemado y está siendo enrollado en el taller de enrollado en la localidad de Sitiecito por un periodo prolongado sin dársele solución. Otros problemas que presenta el equipo está dado en su caja eléctrica la cual no ofrece seguridad al operario con el agravante de que su estructura está fabricada de metal pudiendo ocurrir un accidente de fatales consecuencia, frecuente salideros por el prense lo cual puede quemar el motor eléctrico y no tener un stock de repuesto para sustituir los rodamientos sometiendo los mismo a un régimen elevado de explotación más allá del tiempo de uso establecido por los fabricantes.

Desajuste por vibraciones debido a la manipulación de la misma por ser utilizada en varios puntos de fabricación, por lo que el equipo no está diseñado para este trabajo por la calidad del piso que no es la mejor.

**Bomba despacho**

Este equipo se utiliza un 60%

EL mismo se utiliza para el despacho de las producciones a granel para los distintos clientes previo contrato.

Problemas frecuentes

Sellos y rodamientos

**Tapadora de Botellas**

Su régimen de trabajo está dentro del 20% de utilización ya que la tapa que se usa para el sellaje de botellas no se usa frecuentemente por el tipo de botellas PILFER.

Problemas frecuentes:

Desajuste frecuente en cabezal por vibraciones

**Retractiladora**

Régimen de trabajo este equipo se utiliza un 80%, puesto que todas las producciones son retractiladas.

Deficiencias frecuente del equipo:

Rotura por estera de lona

Deficiencia en sellaje por la cuchilla

Falta de regulación por deficiencias en los variadores de velocidad, este se encuentra fijo y la lona esta al máximo de su velocidad entregando a mayor velocidad de la que debe entregar el producto, afectando la calidad del producto y elevando los costos

Salidero de aire por conexiones de manguera de presión de válvulas

Deficiencia en la instalaciones de alimentación de la barra soldadora y instalación del termopar que indica la temperatura de la barra soldadora.

**Compresor de Aire**

Régimen de trabajo de este equipo está a un 90% de su capacidad,

Este le suministra aire al sistema para el proceso de producción.

Línea de embotellado al retráctil y tapadora de Botellas

Fabricación: Proceso de fermentación y Fabricación de Rones donde se le suministra aire por medio de una manguera para un proceso de mezclado de la materia prima.

Problemas más frecuentes

Salidero de aire por el sistema

Deficiencia en el drenaje ya que este no se hace periódico

Salidero de aceite por sus partes, siendo esto un problema critico por la insuficiente lubricación que existe

Aislamiento del equipo por medida de Protección contra incendio, creando un problema de incalculables consecuencia en caso de avería eléctrica, ya que el acceso del equipo que estaba por dentro del área de fabricación se clausuro dando acceso al equipo y a la Pizarra general de Distribución eléctrica (PGD) de la fábrica por el área exterior donde se creó un acceso para su entrada, en caso de un problema eléctrico que se cree en este si fuera critico no daría tiempo para poder mitigar sus efectos dado la lejanía del lugar .

Otra deficiencia esta dada que este sistema de compresores está diseñado para el uso de dos equipos estando instalado uno solo lo cual aumenta su régimen de trabajó ya que el otro existe pero el motor se le instalo a la bomba manzini por falta de repuesto.

**Equipo de frio**

El régimen de trabajo de este es de un 30 %, como promedio se realizan de 7 a 8 fermentacio- nes, el mismo se utiliza en el proceso para bajar la temperatura de las fermentaciones por debajo de 35º C, esto se realiza para mejorar la eficiencia dentro del proceso

Dentro de la deficiencia más crítica que presenta este equipo está dada en la falta de mantenimiento a que está sujeta el mismo, ya que este es contratado con tercero (Alimatic) y esto no se ha cumplido en los últimos años, siendo esto una amenaza ya que en cualquier momento el equipo puede presentar una avería de incalculables consecuencia. Uno de los problemas identificado con consecuencia crítica es las junta del intercambiador las cuales están defectuosas, así también el estado de oxidación que tiene en su estructura por la falta de productos adecuados para evitar su oxidación y aumentar su vida útil.

**Bomba suavizador**:

Régimen de trabajo de un 60 %

Esta es la encargada de trasegar el agua tratada hacia los tanques para la elaboración del Ron en el área de fabricación

Deficiencias frecuentes

Inexistencia de rodamientos de repuesto para aplicar un mantenimiento adecuado al equipo y siendo este explotado a un régimen de trabajo superior al indicado por el fabricante, siendo esto proclive a fallas frecuentes afectando la producción..

**Bomba suministro de agua**

Régimen de trabajo ó % de utilización está dentro del 40%, esto se debe a que los días de suministro de agua a la UEB es cada tres días el ciclo, la cual su función es trasegar el agua hacia los tanques de agua cruda para su posterior proceso dentro de la UEB

Problemas frecuentes

Rodamientos y sellos.

En general la UEB presenta un pésimo estado en la lubricación ya que esta no se realiza, el estudio de lubricación esta desactualizado, falta el aterramiento a los equipos y no se meguean los equipos por falta del instrumento indicador importante para preservar la seguridad de los equipos con el agravante de que los equipos se encuentran en un entorno de alto contenido de humedad, los conductores eléctricos en general no presentan un buen estado técnico puesto que presentan bastante empates, con un alto tiempo de instalación por lo que presentan perdidas por este concepto, las protecciones eléctricas no presentan un mantenimiento adecuado y hay existencia de ellas fuera de parámetros.

La gestión de abastecimiento el autor del presente trabajo la considera deficiente ya que no satisface las necesidades de la UEB, faltando conocimiento y dedicación al responsable de la actividad, siendo importante darle un adiestramiento en los conocimientos de la actividad de mantenimiento

**Etapa 2 Clasificación de equipos**

Después de realizar un estudio acerca de la idoneidad de estos criterios, para el caso de los equipos del UEB Vinatera del Norte, se decidió asumir la clasificación en tres grupos denominados como Clase “A”, Clase “B” y Clase “C.

A modo de resumen, cada una de las variables tiene solo tres comportamientos posibles que corresponden a sus valores máximos, medios y mínimos. Como conceptos finales de clasificación del equipamiento se recomiendan los mostrados en la tabla 2.2, donde se

observa que en el caso de aquellos equipos clasificados como clase “A” se debe llevar a cabo una política de mantenimiento que garantice una disponibilidad “impecable”, en el caso de los catalogados como clase “B” se debe garantizar que la tasa de fallos sea mínima, o sea, un nivel de disponibilidad “decoroso”, y para los equipos clase “C” no se debe tener preocupación por su nivel de disponibilidad pero si por su costo de reparación, buscando que se garanticen los estándares de calidad del mantenimiento que requiera que el mismo sea el más bajo posible

**Tabla 2.2. Conceptos de clasificación de los equipos**

| Clase de Equipo | Concepto |
|---|---|
| A | Máxima disponibilidad |
| B | Fallo mínimo |
| C | Costo mínimo |

**Fuente: Torres, 1997; Danger y Echevarria Pierre, 2002; Borroto Pentón, 2005; Christensen, 2006.**

**Etapa 3. Identificación y análisis de las fallas**

Para establecer la importancia entre los diferentes equipos y poder determinar la prioridad que será requerida, por el equipo por cada área con respecto al conjunto de áreas con que cuenta la empresa.

Este análisis conviene realizarlo según los factores que se muestran en la tabla siguiente:

| Equipos | Tiempo de uso | Instalac. Alternat. Duplicad | Influenc. en el rest de la planta | Calidad Importanc rotativo | Influencia sobre el mtto | Persona | Import. sobre el medio ambiente | Consumo energet. | Import. sobre seguridad | Total | Clase |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mezclador de Azúcar | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 20 | **B** |
| Molino de pasas | 4 | 1 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 | 4 | 30 | **A** |
| Bomba trasiego Puma | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 26 | **A** |
| Bomba Trasiego Manzini | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 3 | 4 | 21 | **B** |
| Bomba despacho | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 5 | 25 | **A** |
| Tapadora de Botella | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 33 | **A** |
| Rectatiladora | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 24 | **B** |
| Compresor de aire Chamal | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 22 | **B** |
| Equipo de frio RICA | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 17 | **B** |
| Bomba Suavisador | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 5 | 3 | 3 | 4 | 29 | **A** |

Una ves definido que clasificación se le otorga a cada equipo es que propone el tipo de mantenimiento a cada uno de los equipos analizados quedando como se muestra en la tabla siguiente:

| | VARIANTE DE MANTENIMIENTO | |
|---|---|---|
| Categoría | Equipos | Periodo de Difícil Detección |
| **B** | Mezclador de Azúcar | Mantenimiento preventivo a intervalos |
| **A** | Molino de pasas | Mantenimiento preventivo a intervalos |
| **A** | Bomba trasiego Puma | Mantenimiento preventivo con base en la condición |
| **B** | Bomba Trasiego Manzini | Mantenimiento preventivo con base en la condición |
| **A** | Bomba despacho | Mantenimiento preventivo con base en la condición |
| **A** | Tapadora de Botella | Mantenimiento preventivo con base en la condición |
| **B** | Rectractiladora | Mantenimiento preventivo a intervalos |
| **B** | Compresor de aire Chamal | Mantenimiento preventivo con base en la condición |
| **B** | Equipo de frio RICA | Mantenimiento preventivo a intervalos |
| **A** | Bomba Suavizador | Mantenimiento preventivo con base en la condición |

### 3.3. Conclusiones parciales

1. La clasificación de los fallos posibilita determinar la variante de mantenimiento más adecuada, determinada por las variables que caracterizan el entorno donde se desempeñan los mismos.

2 El procedimiento propuesto, aborda “todas” las variables que caracterizan el entorno operacional de la unidad objeto de estudio.

## Conclusiones Generales

1. Se determinó que el procedimiento adecuado para el mantenimiento eficaz a los equipos en la Unidad Empresarial de Base “Vinatera del Norte” es Martinez Espinosa 2010

2. La implementación parcial del procedimiento seleccionado- constató que es el adecuado para la clasificación de los fallos del equipamiento, y permitió definir el tipo de mantenimiento a aplicar a cada equipo seleccionado.

**Recomendaciones**

1. Aplicar e implementar el procedimiento diseñado en las restantes UEB productoras de la Empresa.
2. Realizar un plan de capacitación sobre el nuevo sistema de mantenimiento para el personal de este departamento, priorizando a los técnicos.

.

**Bibliografía**

1. Aguilera Martínez, A. F. [2001]: "Perfeccionamiento de la planificación de recursos humanos en el Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM). Una aplicación en la Industria Textil Cubana". Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad Central de Las Villas (UCLV). Santa Clara. Cuba.

2. Alfonso Llanes, A. et al. [2006]: "Elementos de una metodología para la selección del tipo de mantenimiento a aplicar al equipamiento productivo de la empresa". Cuarto Congreso Cubano de Ingeniería de Mantenimiento, CCIM 2006. La Habana, Cuba.

3. Alfonso Llanes, A. et al. [2007]: "Metodología para la selección del tipo de mantenimiento. Especificaciones para empresas de producción continua". 10ma Convención de las Industrias Metalúrgica, Mecánica y del Reciclaje (METANICA 2007). Cuba.

4. Alfonso Llanes, A. et al. [2008a]: "Propuesta de procedimiento para la realización del análisis de criticidad del equipamiento productivo en la empresa." Informe de Investigación Terminada. Fondos de la Biblioteca "Chiqui Gómez Lubián", código 658. 27/Alf/P. UCLV, Santa Clara, Cuba.

5. Alfonso Llanes, A. et al. [2008b]: "Propuesta de procedimiento para la selección de proveedores de actividades de mantenimiento del equipamiento productivo de los centrales azucareros." Revista Centro Azúcar No. 1, Año 35, Enero-Marzo 2008,pp 51-56.

6. Alfonso Llanes, A. et al. [2008c]: "Propuesta de procedimiento para determinar la política de mantenimiento a partir de análisis de criticidad del equipamiento productivo de

los centrales azucareros.” Revista Centro Azúcar No. 1, Año 35, Enero-Marzo 2008, pp 91-96.

7. Alsyouf, I. [2004]: “Cost Effective Maintenance for Competitive Advantages”. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Filosofía. Universidad de Vaxjo, Suecia.

8. Barajas, O. M 1996: Les Lecons D´Une Intervention D´Urgence Colombienne. Juillet

9. Barajas, O. M. 1998 : Logística de la Cruz Roja Colombiana. Cruz Roja Colombiana.

10. Barajas, O. M. 1999 : Manejo de Aeropuertos en Operaciones de Emergencia. Cruz Roja Colombiana.

11. Barajas, O. M. 2000: Programa de Gestión de Mantenimiento Preventivo en Operaciones de Emergencia y Crisis. Congreso Internacional de Mantenimiento. ACIEM.

12. Barajas, O. M. Soporte Logístico en Operaciones de Emergencia. Cruz Roja Colombiana. 1998.

13. Barajas, O. M. Support logistique en cas d´urgence. Action Dúrgence Internationale. May 1998.

14. Batista Rodríguez, C. [2000]: “Contribución al diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para los centrales azucareros cubanos”. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad de Holguín. Cuba.

15. Bautista M. L. 2000: El Mantenimiento Hospitalario en Colombia. Congreso Internacional de Mantenimiento. ACIEM.

16. Bautista M. L. Nuevo enfoque y acciones a seguir frente al mantenimiento hospitalario. Bogotá D.C. Minsalud, DDSS. 1998

17. Bevilacqua, M. y Braglia, M. [2000]: "The analytic hierarchy process applied to maintenance strategy selection". Reliability Engineering and System Safety, No. 70. pp. 71-83.

18. Borda, J. [1998]: "Creación de un mantenimiento avanzado y beligerante". Revista Mantenimiento, , No. 81: Pág. 31., Enero-Febrero, España

19. Borroto Pentón, Y. [2005]: "Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en hospitales de la provincia Villa Clara". Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Técnicas. UCLV. Santa Clara, Cuba.

20. Botero, Ernesto. Técnicas de Mantenimiento: El predictivo como una herramienta óptima para la empresa de categoría mundial. Simposio de Mantenimiento Predictivo. ACIEM. Mayo de 1997

21. Christensen, C.[2006]: "Criticidad de equipos". Disponible en: www.clubdemantenimiento.com.ar Última consulta: 16.11.2008

22. De Freitas Cordeiro, L. A. [2005]: "Ferramenta de seleção de fornecedores e formação de rede de fornecimento – aplicação na área de itens estampados". Tesis en opción al grado académico de Master en Ingeniería de Producción. Universidad Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil.

23. De la Paz Martínez, E: 1996: Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento en la Industria Textil Cubana. Aplicación en la Empresa Textil "Desembarco del Granma". / Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas./. Universidad Central de Las Villas. Santa Clara.

24. Dos Santos Mendes, A. L. [2002]: “Gestão do valor nas operações de manutenção”. Tesis en opción al grado académico de Master en Ingeniería de Producción. Universidad Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil

25. Ellmann, E. P. [2001]: “Nuevas Estrategias de Mantenimiento”. Revista Ingeniería de Planta No. 36, Abril 2001. Disponible em: http://www.servic.cl/art_rm/rev.html/rev36.html/ rev36_art3/rev36_art3.html

26. Espinosa Fuentes, F. F. [2006]: “Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial”. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ingeniería Mecánica. Universidad Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil.

27. Espinosa Martinez, J (2010): “Procedimiento para la selección del tipo de mantenimiento a aplicar a los equipos de la Planta de Producción del Centro de Bioactivos Químicos”. Asesoría a trabajo de investigaciones, Universidad Central de Las Villas. Santa Clara

28. Forslund, H. [2006]: “Supplier Selection – A Study of the Supplier Selection Process within the Sporting Goods Manufacturing Industry”. Tesis en opción al grado académico de Master en Administración Logística. Escuela de Administración y Economía, Universidad de Vaxjo. Escocia.

29. García González-Quijano, J. [2004]: “Mejora en la confiabilidad operacional de las plantas de generación de energía eléctrica: desarrollo de una metodología de gestión de Mantenimiento Basado en el Riesgo (RBM)”. Tesis en opción al grado académico de Master en Gestión Técnica y Económica en el Sector Eléctrico. Universidad Pontificia Comillas, Madrid. España.

30. González Danger, A. H. y L Hechavarría Pierre,. [2001]: “Metodología para seleccionar sistemas de mantenimiento”. Revista Club de Mantenimiento, No. 8; año 2, marzo, 2002.

31. Disponible en: http://www.datastream.net/latinamerica /mm/articulos/club.asp

32. Huerta Mendoza, R. [2001]: “El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional”. Revista Club de Mantenimiento, No. 6. Disponible en: http://www.confiabilidad.net/art_05/RCM/rcm_8.pdf

33. Huerta Mendoza, R. [2001]: “El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional”. Revista Club de Mantenimiento, No. 6. Disponible en: http://www.confiabilidad.net/art_05/RCM/rcm_8.pdf

34. Huerta Mendoza, R. [2001]: “El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional”. Revista de Mantenimiento. Disponible en:

35. http://www.mantenimientomundial.com/textos/art-6analisis.htm

36. Lofsten, H. [1999]: “Management of industrial maintenance – economic evaluation of maintenance policies. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 19, No 7 1999, pp. 716-737.

37. Mantenimiento./España, octubre,1994,pp15–20.rev16.html/rev16art4.htm

38. Marín, C. [1994]: “Selección de criterios de mantenimiento”. Revista de Mantenimiento. No 16.

39. Chile. Disponible en: http://www.mantencion.com/articulos/

40. Nakajima, S. (1988): Introduction to TPM. Productivity Press. Cambridge, Massachusetts

41. Parra M, C. A. [1999]: “Optimización de la producción a partir del uso de la herramienta de mejoramiento de la contabilidad operacional: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)”. Centro de Educación Continua. Universidad EAFIT.

42. Pérez Jaramillo, C. M. [2004]: “El futuro del mantenimiento de la ingeniería de manufactura”. Soporte y Cía. Ltda. Disponible en: http://www.soporteycia.com.co/documentos/

43. mtopasado1.doc

44. Portuondo Pichardo, F y A Pérez Tejeda, (1994): Selección y diseño de un sistema de mantenimiento. Ciudad de La Habana.ISPJAE.

45. Portuondo Pichardo, F., et al. [1989] “Sistema alterno de mantenimiento”. Revista Ingeniería Industrial, Vol. 10, pp. 113-120. Cuba

46. Tobalina, F./ TPM. Mantenimiento productivo total. Realidad y aplicación práctica. / Revista

47. Torres, J. [1997]: El mantenimiento centrado en la confiabilidad y el capítulo cuatro del manual directriz: una propuesta para la realización de tareas y reducción de costos de mantenimiento. /Segundo seminario de mantenimiento CEMAN

48. Torres, L. D. [2005]: “Mantenimiento. Su implementación y gestión“.347 p. Editorial UNIVERSITAS. 2da Edición. Argentina.

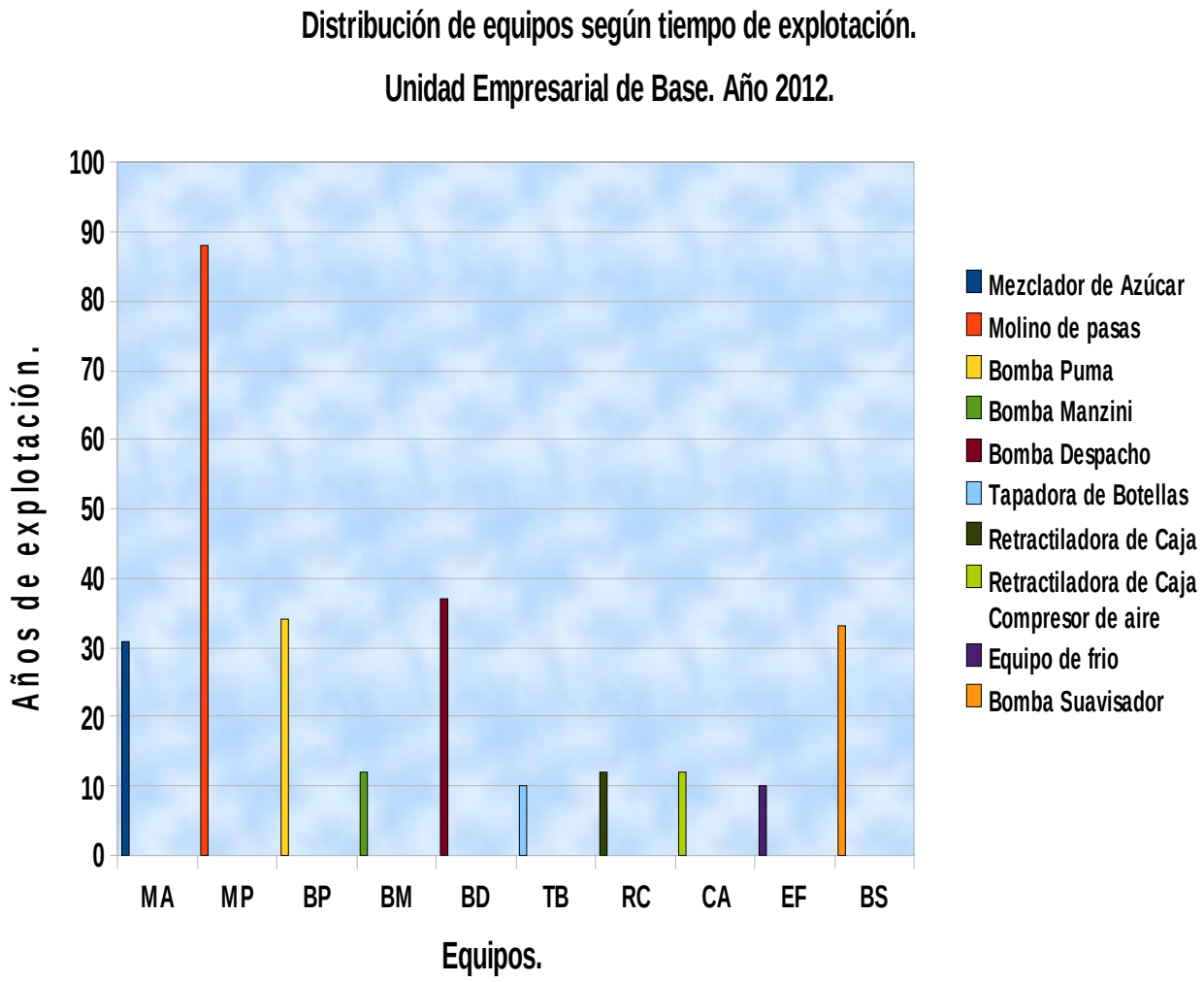
49. Torres, L. D. [2005]: ”Mantenimiento. Su Implementación y Gestión”. Segunda Última consulta: 11.03.2006: Edición. Datastream Systems, Inc. Disponible en: http:// www.datastream.net.htm

50. Vinicius Lucately, M. y R García Ojeda. [1995]: “Mantenimiento de EquiposElectromédicos Médicos”. Octavo Congreso Latinoamericano de Mantenimiento.Noviembre.

51. Wong, J. B. [1996]: “El mantenimiento en la competitividad de las Plantas Industriales”. Revista Mantenimiento, No. 25.

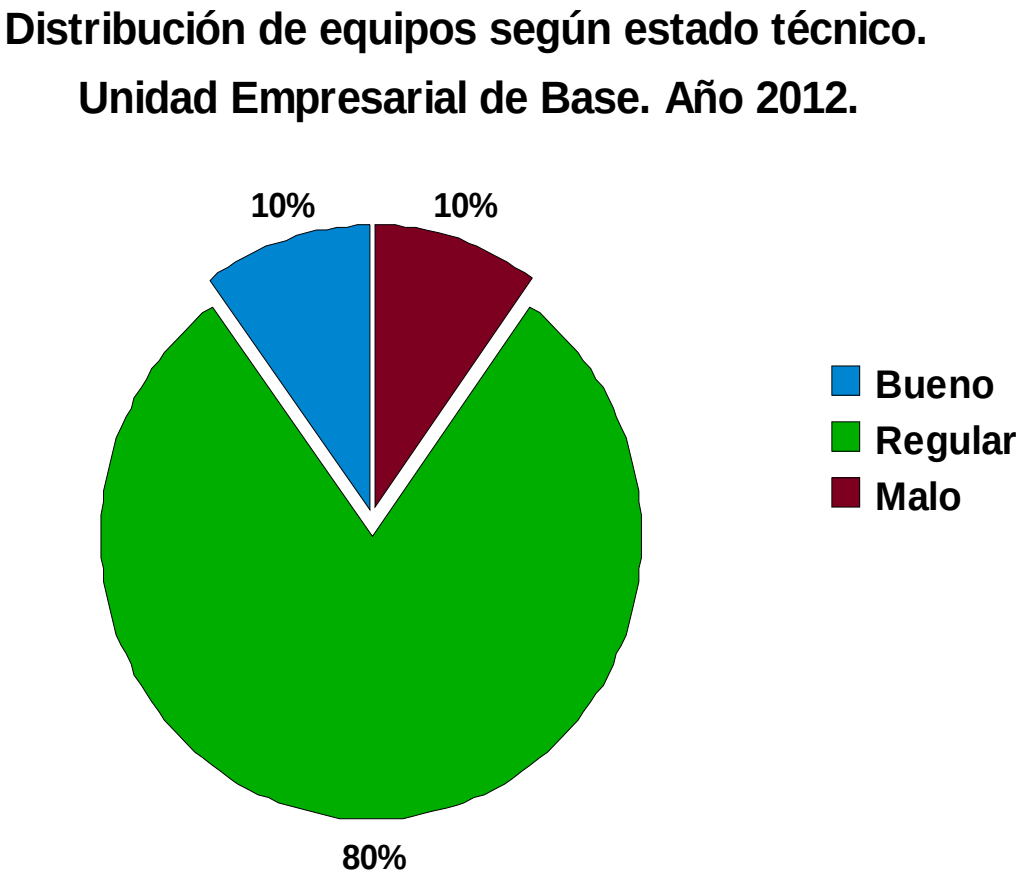
**Anexos**

Gráfica No.



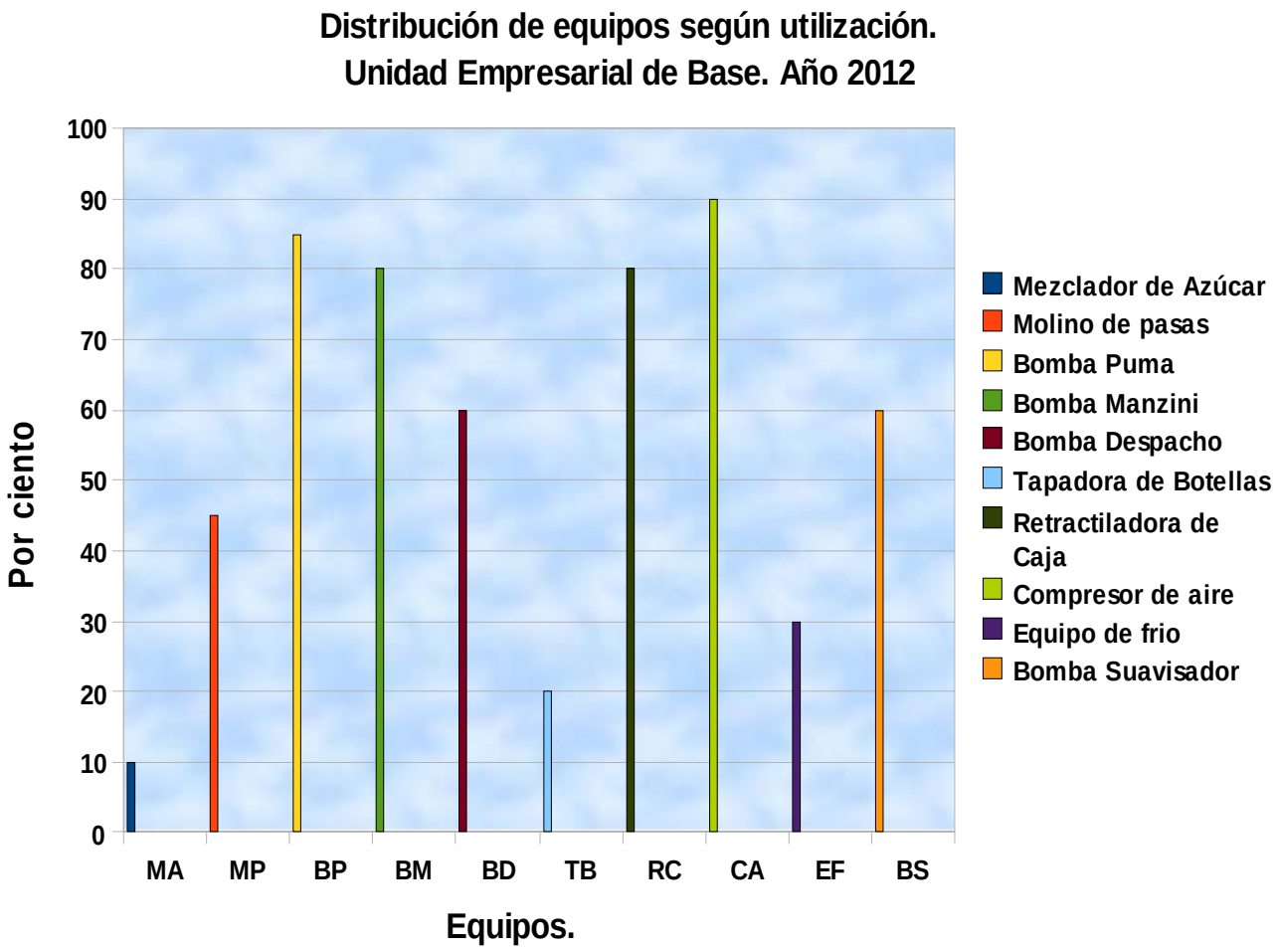

Fuente: Base de datos del nuevo sistema de mantenimiento.

Gráfica No.




Fuente: Base de datos del nuevo sistema de mantenimiento.

Gráfica No.




Fuente: Formulario de encuesta.