

**Universidad de Matanzas**

**Sede “Camilo Cienfuegos”**

**Facultad de Ciencias Técnicas.**



**Preliminares en la implementación de la Gestión de la  
Ingeniería del Mantenimiento a las máquinas  
herramienta de la UBS EQUIVAR.**

**Trabajo de Diploma de Ingeniería Mecánica**

**Autor: Darianna Alvarez Rojas**

**Tutor: MSc. Ing. Emilio Fernández Arenas**

**Matanzas, 2020**

**“[...] Nunca se ha conseguido nada valioso, sin esfuerzo permanente y sostenido. [...]”**

**Fidel Castro**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y a mi hermana que me han apoyado siempre durante mis estudios.

A mi abuelo Emiliano que siempre ha estado al pendiente todo el tiempo de mis estudios.

A mi novio que siempre me ha apoyado.

Al resto de mi familia y amigos que también estuvieron a mi lado en el transcurso de mi carrera.

A mi tutor Emilio Fernández Arenas por el apoyo y entrega que me ofreció para la elaboración de este Trabajo de Diploma.

A todos los profesores que me formaron desde las enseñanzas anteriores hasta los que me brindaron todos sus conocimientos para mi formación como futura Ingeniera Mecánica.

A todo el personal de la UBS EQUIVAR que me ha brindado su apoyo en la realización del Trabajo de Diploma pero en especial a Yenisleidys Villamil Rodríguez.

Para todos ellos:

Muchas gracias

## **DECLARACIÓN DE AUTORIDAD**

Por medio de la presente, yo, Darianna Alvarez Rojas expongo que soy la única autora de este Trabajo de Diploma: Preliminares en la implementación de la gestión de la ingeniería del mantenimiento a las máquinas de herramienta de la UBS EQUIVAR autorizo a la Universidad de Matanzas «Camilo Cienfuegos» a darle el uso que considere más provechoso.

# NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Miembros del Tribunal:

---

Presidente

Secretario

Vocal

## ÍNDICE

Introducción.....	1
Desarrollo .....	5
Capítulo1 Fundamentos teóricos.....	5
1.1 Antecedentes y evolución del mantenimiento.....	5
1.2 Tipos de mantenimientos.....	10
1.3 Formas de organización de los mantenimientos .....	15
1.4 Evolución de las máquinas de herramienta. ....	17
1.5 Lubricación en el mantenimiento. ....	27
<b>1.6 Actualidad del mantenimiento en nuestro país. ....</b>	<b>31</b>
<b>1.7 Bibliografía Referida.....</b>	<b>32</b>
Capítulo 2 .....	34
2.1 Caracterización de la UBS EQUIVAR .....	34
2.1.1 Información de las máquinas de herramienta.....	39
2.2 Métodos y herramientas utilizados para evaluar la Gestión del Mantenimiento	39
2.21 Método de observación directa.....	39
2.2.2 La entrevista.....	40
2.2.3La encuesta .....	40
<b>2.3 Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento</b>	<b>42</b>
2.4 Diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto.....	44
2.5 Bibliografía referida .....	45
Capítulo 3 .....	46

3.1 Resultados de la aplicación de diferentes métodos y herramientas. ....	46
3.1.1 Método de observación y entrevistas. ....	46
3.1.2 Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento. (MÉTODO ARENAS) .....	46
3.1.3 Diagrama de Ishikawa .....	48
3.2 Operaciones a realizar en cada tipo de mantenimiento.....	48
] .....	51
3.2 Propuesta de Plan de mantenimiento.....	51
Conclusiones.....	54
Recomendaciones.....	55
Bibliografía.....	56
Anexos .....	58
Anexo1. Estado Técnico de la Máquinas Herramienta de la UBS EQUIVAR.....	58
Anexo 2. Características de las máquinas herramienta de la UBS EQUIVAR ...	60
Anexo 3 Propuesta detallada con clave, para evaluar aspectos y subaspectos.	63
Anexo 4. Hoja de cálculo para determinar el IGGM .....	72

## RESUMEN

La Ingeniería del Mantenimiento es una actividad que actualmente emplea múltiples recursos de la Gestión del Conocimiento aplicado a los Servicios, como instrumentos diagnósticos varios y recursos informáticos entre otros. Esto exige a los responsables de su gestión una formación multidisciplinaria en temas técnicos, económicos, estadísticos y de calidad, entre otros, para conseguir una mejora continua de los planes y procesos de ejecución con vistas a alcanzar los valores óptimos de fiabilidad, disponibilidad, y seguridad.

La investigación se realizó en la UBS EQUIVAR que pertenece a la Constructora Hicacos.

El objetivo esencial del trabajo radica en aplicar procedimientos para evaluar la Gestión del Mantenimiento de las máquinas de herramienta, propiciando a partir del mismo su uso eficiente. Se efectuó una caracterización y descripción de la UBS EQUIVAR, utilizando distintos métodos y basándonos en análisis realizados anteriormente. En esta investigación se emplean métodos teóricos y empíricos.

En el primer capítulo sobre el estado del arte, se hace referencia al concepto de mantenimiento, los tipos, sus comparaciones y su evolución. Además el desarrollo del mantenimiento específicamente en los talleres de máquinas de herramienta.

El capítulo dos abarca la situación actual del mantenimiento en la UBS EQUIVAR donde se aplicaron métodos de Evaluación de la Gestión del Mantenimiento (Método Arenas), Ishikawa y el de Expertos/Kendal, para obtener un diagnóstico de la gestión en la misma.

Luego en el capítulo tres se plantearon las principales deficiencias encontradas como resultado de la aplicación de los métodos empleados. También en este capítulo se expone un ejemplo de plan de mantenimiento tipo, como caso de estudio y para ser usado como habitual proceder, para un grupo de equipos pertenecientes en la empresa.



## **ABSTRACT**

Maintenance engineering is an activity that currently employs multiple management resources of applied knowledge to services, such as various diagnostic instruments and computer resources among others. This requires those responsible for its management a multidisciplinary training I technical, economic, statistical and quality issues, among others, to achieve a continuous improvement of the implementation plans and processes with a view to achieving optimal values of reliability, availability, and security. The research was carried out in the UBS to be wrong with belonging to the Hicacos constructor. The essential objective of the work lies to apply procedures to assess the management of the maintenance of tool tools, promoting from its efficient use. A characterization and description of the UBS could be made, using different methods and based on analyzes previously. In the investigation, theoretical and empirical methods are used. In the first chapter on the state of the art, reference is made to the concept of maintenance, the types, their comparisons and their evolution. In addition, the development of maintenance, specifically in the workshops of tool machines. Chapter two covers the current maintenance situation in the UBS the wrong one method of assessing maintenance management (apples) Ishikawa and expert/ Kendal, to obtain a diagnosis of management in it. Then in the chapter three, the main deficiencies found as a result of the application of the methods used. Also in this chapter an example of a maintenance plan for example, as a case study and for being used as usual, must be exposed to a group of equipment belonging to the company.

## INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica de las máquinas herramienta se ha basado en el binomio herramienta-máquina. Durante siglos, la herramienta fue la prolongación de la mano del hombre hasta la aparición de las primeras máquinas rudimentarias que ayudaron en su utilización. Aunque en la antigüedad no existieron máquinas herramienta propiamente dichas; sin embargo, aparecieron dos esbozos de máquinas para realizar operaciones de torneado y taladrado. En ambos casos, utilizando una de las manos, era necesario crear un movimiento de rotación de la pieza en el torneado y de la herramienta en el taladrado. Debido a esta necesidad nació el llamado “arco de violín”, instrumento de accionamiento giratorio alternativo compuesto de un arco y una cuerda, utilizado desde hace miles de años hasta la actualidad en que todavía se utiliza de forma residual en algunos países. Hacia 1250 nació el torno de pedal y pértiga flexible accionado con el pie, representando un gran avance sobre al accionado con arco de violín puesto que permitía tener las manos libres para el manejo de la herramienta de torneado.

Desde el principio de la humanidad y hasta finales del siglo XVII, las funciones de preservación y mantenimiento no tuvieron un gran desarrollo debido a la menor importancia que tenía la máquina con respecto a la mano de obra, ya que hasta el año 1880 el 90% del trabajo lo realizaba el hombre y la máquina solo hacía el 10%.

Con la Primera Guerra Mundial, iniciada en 1914, obligó a las industrias con máquinas a trabajar a toda su capacidad y sin interrupciones, por este motivo esta tuvo cada vez mayor importancia. Así se desarrolló el concepto de **mantenimiento**, que, a pesar de ser oneroso, era necesario.

El mantenimiento se tecnificó después de la Segunda Guerra Mundial y tuvo que hacerlo en la medida en que evolucionaron una serie de aspectos tales como: el desarrollo técnico de las máquinas, el desarrollo socio cultural de la población, el desarrollo de la población, la situación político-militar del mundo, el desarrollo de la ciencia, la técnica y la protección del medio ambiente.

El conjunto de estos factores obligaron al mantenimiento a un mejoramiento continuo para poder cumplir con las exigencias que le iba imponiendo el desarrollo industrial, las empresas tuvieron que aumentar su producción para suplir la demanda del mercado; para esto, fue necesario incrementar sus jornadas laborales.

Esta manera apresurada de producir en grandes cantidades y por largos períodos de tiempo hizo que las máquinas se desgastaran debido al exceso de uso y por lo tanto presentarían un incremento de fallas durante su funcionamiento.

A partir de 1950 gracias a los estudios de fiabilidad se determinó que a una máquina en servicio siempre la integran dos factores: la máquina y el servicio que esta proporciona. De aquí surge la idea de preservar, o sea, cuidar que esté dentro de los parámetros de calidad deseada. De esto se desprende el siguiente principio: el servicio se mantiene y el recurso se preserva, por eso, se hicieron estudios cada vez más profundos sobre fiabilidad y mantenibilidad. Así nació la ingeniería de conservación (preservación y mantenimiento). El año de 1950 es la fecha en que se toma a la máquina como un medio para conseguir un fin, que es el servicio que esta proporciona.

Antes del año 1980 la industria cubana desarrolló una cultura industrial caracterizada por la aplicación de tecnologías y sistemas de trabajos provenientes del antiguo campo socialista, entre ellos, el sistema de mantenimiento preventivo planificado, que aseguraba el suministro estable de piezas de repuesto y la preparación de los recursos humanos, posibilitando la realización de servicios técnicos de mantenimiento y recuperaciones preventivas a máquinas, equipos e instalaciones.

La palabra **mantenimiento** se emplea para designar las técnicas utilizadas para asegurar el correcto y continuo uso de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios.

**El mantenimiento industrial** es el conjunto de técnicas y normas que se establecen para la correcta conservación de las instalaciones y la maquinaria en una planta industrial. Gracias a estas técnicas ya citadas se logra un mejor rendimiento de los equipos, que además podrán producir durante más horas y en un plazo más elevado de tiempo en

buenas condiciones. Por tanto, el mantenimiento es un departamento clave en cualquier empresa.

Actualmente el mantenimiento afronta lo que se podría denominar su tercera generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante diagnósticos periódicos o continuos a determinadas variables (temperatura, presión, vibraciones, resistencia etc.).

La aplicación al mantenimiento de sistemas de información basados en la informática, que permite la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos conducirá en un futuro al mantenimiento y a la utilización de los sistemas expertos con la inteligencia artificial.

En el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba celebrado en abril de 2011, definió los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. El número 117 plantea: ***“Constituirán la primera prioridad las actividades de mantenimiento tecnológico y constructivo en todas las esferas de la economía”***.

La UBS de Equipos y Talleres de Varadero cuenta actualmente con 545 trabajadores. De los cuales 493 son hombres y 52 mujeres.

Su objeto social es brindar servicio de alquiler de equipos de la construcción y complementario, alquiler de camiones para el transporte de carga, el alquiler de ómnibus para el transporte de personal y el servicio de mantenimiento y reparación de todos los equipos. Sus valores de venta los genera el alquiler de equipos desde equipos complementarios, de la construcción y de transporte, por lo que los equipos son el medio fundamental de esta organización junto al capital humano determinan la capacidad productiva de la empresa. Al cierre del año 2019 la entidad contaba con un parque total de 384 equipos desglosados de la siguiente forma 230 equipos de transporte, 54 de la construcción, 77 equipos complementarios y 23 equipos ligeros.

La Unidad básica de servicio está estructurada por 4 brigadas: Brigada de alquiler de equipos, brigada de transporte de carga, brigada de transporte de trabajadores y brigada de servicios Técnicos.

El problema de investigación es:

El desconocimiento de las principales deficiencias en la gestión del mantenimiento de las máquinas de herramientas de la UBS EQUIVAR.

El **objetivo general** de la investigación es:

**Determinación de deficiencias, mediante procederes que evalúen y controlen la gestión del mantenimiento sobre las máquinas de herramienta, en la UBS EQUIVAR.**

En correspondencia con el problema de investigación y el objetivo general, los **objetivos específicos** son:

1. Evaluar la gestión del mantenimiento en la UBS EQUIVAR
2. Definir las causas y efectos de los fallos y su criticidad en la UBS EQUIVAR
3. Elaborar plan de medidas en función de la evaluación de la gestión del mantenimiento que incluya:
  - Cómo determinar los Ciclos de Mantenimientos a aplicar.
  - Cómo elaborar los planes de mantenimiento en función de la fiabilidad de la UBS EQUIVAR
  - Cómo crear las bases de datos necesarias para la gestión informatizada.

## DESARROLLO

### Capítulo1 Fundamentos teóricos

#### 1.1 Antecedentes y evolución del mantenimiento.

El término “mantenimiento” se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en Estados Unidos. En Francia se fue imponiendo progresivamente el término “entretenimiento”.

El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (ENTRETENIMIENTO) hasta la concepción actual del MANTENIMIENTO con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global.[Monchy, 1990]

Algunas definiciones de mantenimientos son:

Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.

De manera sencilla, es el conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones.

De manera precisa, es un conjunto de técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, contribuyendo a los beneficios de las empresas. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas tratando de alargar su vida de forma rentable.

Metafóricamente hablando: el mantenimiento es la medicina preventiva y curativa de las máquinas, equipos, instalaciones, etc. []

El mantenimiento está definido por la EFNMS (*Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Mantenimiento*) como: “El conjunto de actividades técnicas y administrativas cuya finalidad es conservar o restituir un sistema, subsistema, instalación, planta, máquina, equipo, estructura, edificio, conjunto, componente o pieza en las condiciones que la permita desarrollar su función.”

Su inicio comienza justificado por una lógica aplastante: “hay que arreglar o reparar lo que se rompe”. [ARENAS, 2009]

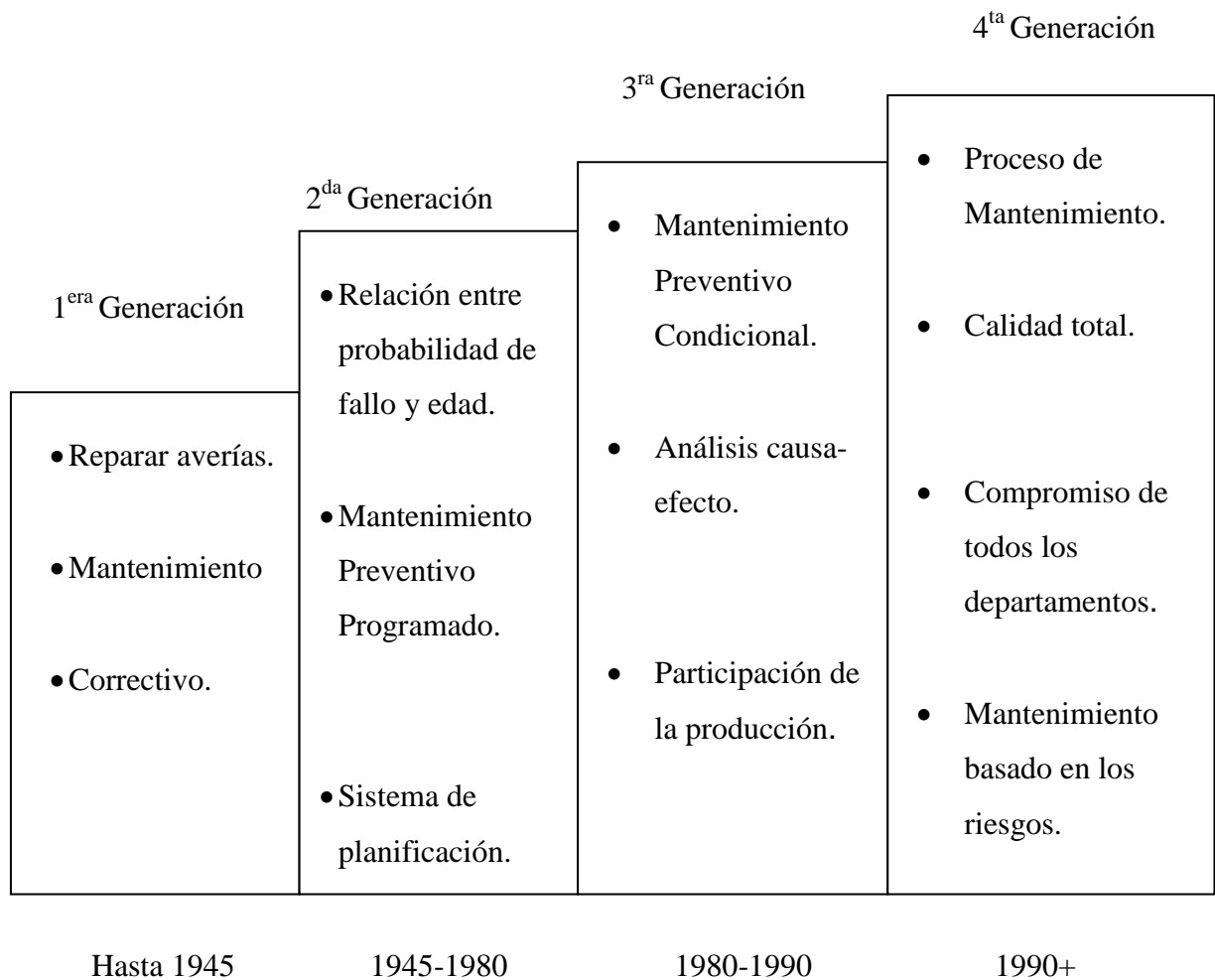
Podemos distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento:

Primera generación: la más larga desde la revolución industrial hasta después de la Segunda Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El mantenimiento se ocupa solo de arreglar averías. Es el mantenimiento Correctivo.

Segunda generación: entre la Segunda Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se comienzan a hacer sustituciones preventivas. Es el mantenimiento Preventivo.

Tercera generación: surge a principios de los años 80. Se empiezan a realizar estudios CAUSAS–EFECTOS para averiguar el origen de los problemas. Es el mantenimiento Predictivo o detención precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles.

Cuarta generación: aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: “Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el mantenimiento basado en el riesgo (MBR). Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficio, frente al antiguo concepto de mantenimiento como “mal necesario”. La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mismo coste.



[Monchy, 1990]

La gestión del mantenimiento ha evolucionado mucho a lo largo del tiempo. El mantenimiento industrial, día a día, está rompiendo con las barreras del pasado. Actualmente, muchas empresas aplican la frase: «el mantenimiento es inversión, no gasto».

Durante la revolución industrial el primer mantenimiento llevado a cabo por las empresas fue el llamado mantenimiento correctivo, también llamado mantenimiento de emergencia. Esta clase de mantenimiento consiste en solucionar los problemas de los equipos cuando fallan, reparando o sustituyendo las piezas o equipos estropeados.



Estas técnicas quedaron obsoletas, ya que, si bien el programa de mantenimiento está centrado en solucionar el fallo cuando se produce, va a implicar altos costes por descenso de la productividad y mermas en la calidad.

A partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica por lo que surge el concepto de mantenimiento preventivo, que consiste en revisar de forma periódica los equipos y reemplazar ciertos componentes en función de estimaciones estadísticas, muchas veces proporcionadas por el fabricante. Con este mantenimiento se reduce el coste del mantenimiento no planeado y los fallos imprevistos de forma que se incrementa la confiabilidad en los equipos pero su principal inconveniente es que presenta unos costes muy elevados, ya que genera gastos excesivos y muchas veces innecesarios. En la década de los noventa se observa una nueva tendencia en la industria, el llamado mantenimiento predictivo o mantenimiento basado en la condición de los equipos. Se basa en realizar mediciones periódicas de algunas variables físicas relevantes de cada equipo mediante los sensores adecuados y, con los datos obtenidos, se puede evaluar el estado de confiabilidad de cada equipo. Su objetivo es ofrecer información suficiente, precisa y oportuna para la toma de decisiones. Predecir significa «ver con anticipación». Con el conocimiento de la condición de cada equipo podemos hacer «el mantenimiento adecuado en el momento adecuado» anticipándose a los problemas. Por eso se dice que es un mantenimiento informado. En una organización estas tres estrategias de mantenimiento no son excluyentes, si no que cuando una empresa se plantea que estrategia de mantenimiento seguir, normalmente la respuesta es una combinación de los tres tipos de mantenimientos anteriores. [Palencia, 2014]

En el tercer cuarto de siglo XX comienza la preocupación por la durabilidad y la disponibilidad de las máquinas (Fiabilidad), evitándose a toda costa los fallos catastróficos. Es en esta etapa donde nace y comienza el desarrollo de la Teoría de la Fiabilidad, la Electrónica y la Computación. Ya en el último cuarto del pasado siglo, aumentan las exigencias y se amplía la gama de aspectos que debe garantizar el mantenimiento.

El conjunto de estos factores obligó al mantenimiento a un mejoramiento continuo para poder cumplir con las exigencias que le iba imponiendo el desarrollo industrial.

<p>Garantizar:</p> <p>-Reparar el fallo que ocurre.</p>	<p>Garantizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor duración de las máquinas.</li> <li>- Mayor disponibilidad.</li> <li>- Evitar averías importantes.</li> </ul>	<p>Garantizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de costos.</li> <li>- Mejoras de la calidad.</li> <li>- Ser competitivos.</li> <li>- Seguridad operacional.</li> <li>- Proteger al medio ambiente.</li> <li>- Condiciones extremas del trabajo de las máquinas.</li> <li>- Utilizar el mínimo de tiempo para el mantenimiento.</li> <li>- Controles económicos.</li> <li>- No sustituir elementos con excesiva antelación.</li> <li>- Modificaciones de mejoras a los equipos.</li> </ul>
<p>1950</p>	<p>1975</p>	<p>2000</p>

*Tabla1. Evolución de los requisitos al mantenimiento*

. [Fernández, 2009]

La actividad de mantenimiento ha tenido dos historias bien diferenciadas:

La técnica

La económica.

El mantenimiento en su **aspecto técnico** nació con la primera herramienta, con la primera piedra afilada por el hombre primitivo y a partir de ese momento ha seguido una evolución técnica al lado de la evolución de la actividad productiva, la cultura y la sociedad. El mantenimiento en su **aspecto económico** nació con el taylorismo [RICHARD 1960], a partir de introducir un elemento diferenciador entre la actividad productiva y la de mantenimiento, olvidando que ambas actividades, más que complementarias, son la misma cosa. Al separar las dos actividades vinieron los economistas y administradores y se dedicaron al control de ambas, independientemente. Entonces a las necesidades económicas de la producción le asignaron el nombre de **costos**, mientras a las de mantenimiento el nombre de **gastos**, que tiene connotaciones despectivas.

Esta separación contable fue ganando terreno en el mundo industrial con una rapidez desigual y de ahí procede el error conceptual de atribuirle al mantenimiento una evolución diferente de la actividad productiva. [GRANDE, 2007]

## **1.2 Tipos de mantenimientos.**

**Mantenimiento Correctivo**: acción de carácter puntual a raíz del uso, agotamiento de la vida útil u otros factores externos, de componentes, piezas, materiales y en general, de elementos que contribuye en la infraestructura o planta física, permitiendo su recuperación, restauración o renovación, sin agregarle valor al establecimiento.

También denominada mantenimiento reactivo, es aquel trabajo que involucra una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas con el objetivo de restaurar la función de un activo una vez producido un paro imprevisto (parada forzada).

Las causas que pueden originar un paro imprevisto se deben a desperfectos no detectados durante inspecciones predictivas, a errores operacionales, a la ausencia de tareas de mantenimiento (reparaciones), a sobre uso o utilización de los equipos fuera de las condiciones normales de operatividad del diseño, a problemas de fabricación de partes o piezas de equipos, a requerimientos de producción que generan políticas como la de “reparar cuando falle”, o “no pare que el equipo aguanta”. [Sarzos, 2005]

Las ventajas de este tipo de mantenimiento son que no se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis y el máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos.

Las desventajas del mantenimiento correctivo son las averías que se presentan de forma imprevista lo que originan trastornos a la producción. El riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir implica la necesidad de un “stock” de repuestos importante.

Este se aplica cuando el coste total de las paradas ocasionadas sea menor que el coste total de las acciones preventivas. Este solo se da en sistemas secundarios cuyas averías no afectan de forma importante a la producción. Estadísticamente resulta ser el aplicado en mayor proporción en la mayoría de las industrias. [Monchy, 1990]

**Mantenimiento preventivo:** se define como un conjunto de tareas de mantenimientos necesarias para evitar que se produzcan fallas en instalaciones, equipos y maquinarias en general (prevenir), es determinado también por algunos autores como Mantenimiento Proactivo Programado. El objetivo último del mantenimiento preventivo es asegurar la disponibilidad permanente de las edificaciones, equipos, sistemas e instalaciones en una Organización, Institución o Empresa, evitando al máximo las paradas forzadas e interferencias en los procesos y actividades inherentes de la Empresa y las personas que laboran en ella.

El mantenimiento Preventivo es además un proceso planificado, estructurado y controlado de tareas de mantenimiento a realizar dentro de las recurrencias establecidas, las mismas que generalmente son definidas por los fabricantes, y a falta de estas se pueden recurrir a las mejores prácticas del mercado de este tipo de servicios, también llamados de Manutención.

Las actividades básicas y más generales definen la cobertura del mantenimiento preventivo, entre las cuales se pueden mencionar:

- La limpieza o aseo de: edificaciones, equipos, instalaciones, maquinarias, sistemas, etc.
- Lubricación general de automotores, equipos y maquinarias que tengan partes móviles, rótulas o trabajen con sistemas que incluyan aceites de circulación y/o hidráulicos.
- Inspecciones periódicas y recurrentes (tiempo definido).
- Cambios de piezas y partes, así como reparaciones menores y revisiones generales.
- Ajustes y calibraciones.
- Supervisión y control a través de validaciones de tiempo de servicios de las instalaciones, equipos y maquinarias en general (control de dispositivos de medición de horas de trabajo).

Objetivos y alcance de este tipo de mantenimiento

Entre los objetivos más importantes del Mantenimiento Preventivo podemos citar los siguientes:

- Eliminación drástica o reducción de los costos de reparaciones innecesarias correctivas.
- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso (recursos propios o externos).
- Reducción de detenciones e interferencias en los procesos asignado a las demás áreas o centros de actividad de una empresa o institución.

- Eliminación de los daños de consideración y por ende aumentar la eficiencia de los equipos e instalaciones en general.
- Alargar la vida útil de una instalación, maquinaria o equipo.
- Reducir tratando de eliminar paradas forzadas y no programadas en las maquinarias, equipos e instalaciones en los procesos productivos.
- Reducir al mínimo los costos que se generan por la producción de daños causados por las paradas forzadas o imprevistas en los procesos de fabricación.
- Establecer los programas más apropiados de mantenimiento evitando las fallas sobre las bases de las recomendaciones de los fabricantes o las mejores prácticas en la actividad.
- Evitar el desgaste en los equipos por falta de ajustes, calibraciones, reajustes o cambio de lo lubricantes y/o grasas. [Sarzosa, 2005]

Como ventajas más significativas, el mantenimiento preventivo logra: la mayor vida útil de las máquinas. Incrementa su eficiencia y calidad en el trabajo que realizan. Incrementa la disponibilidad, la seguridad operacional y el cuidado del medio ambiente. También garantiza la planificación de los recursos para la ejecución de las operaciones.

Como aspectos negativos se le señalan: el costo del accionar obligatorio del plan. Las afectaciones en mecanismos y sistemas que se deterioran por los continuos desmontajes para garantizar las operaciones profilácticas. Limitación de la vida útil de elementos que se cambian con antelación a su estado límite. [Fernández, 2009]

Se aplica el mantenimiento preventivo en equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgastes seguro. En equipos cuya relación fallo-duración de vida es bien conocida. [Monchy, 1990]

**Mantenimiento predictivo:** El realizar controles aleatorios o basados en la experiencia de los operadores de los equipos y de las personas de mantenimiento, generalmente era un soporte a la hora de evitar daños mayores o que se produzcan por efecto de las paradas forzadas. [Sarzosa, 2005]

Los objetivos de este tipo de mantenimiento son:

- Disminución de averías.
- Elevar la confiabilidad y seguridad del trabajo de los equipos industriales.
- Disminución del consumo de piezas de repuesto.
- Evitar el desmontaje innecesario de agregados o partes del equipo; disminuyendo el factor de riesgo de error humano.
- Disminución de los gastos laborales en el mantenimiento y reparación de equipos debido fundamentalmente a la disminución de las reparaciones.
- Ahorro en tiempo en la realización de servicios técnicos, y de hecho en el tiempo estadía para estos fines, lo que implica una mayor explotación del equipo.
- Optimizar el ciclo de mantenimiento de los equipos.
- Alargar la vida útil de los equipos y de los elementos que lo conforman.

Este sistema es el que garantiza el mejor cumplimiento de las exigencias del Mantenimiento en los últimos años, pues se logran las menores estadías, la mayor calidad y eficiencia en las máquinas, garantiza la seguridad y protección del medio ambiente, reduce el tiempo de las acciones de mantenimiento al indicar las que son realmente necesarias.[Fernández, 2009]

Las ventajas de este tipo de mantenimiento son la determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo. Ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones. Mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos.

Las desventajas son que se requiere de un personal mejor formado e instrumentación de análisis más costosos.

No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia. No se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas. Se aplica en máquinas rotativas, motores eléctricos, equipos estáticos, instrumentación [Monchy, 1990]

### 1.3 Formas de organización de los mantenimientos

Las formas de organización de los mantenimientos son muchas y dependen de variados aspectos.

Se repiten como formas organizativas los tipos de mantenimientos antes expuestos y además, entre otros se pueden citar:

- **Sistema Alternativo de Mantenimiento:** No es un nuevo sistema de mantenimiento, sino la aplicación de los anteriores en una misma industria y hasta en una misma máquina.

*“Este sistema trata de materializar todas las ventajas de los sistemas anteriores y eliminar en lo posible sus desventajas, aumentando la efectividad del mantenimiento”*

El sistema alternativo es uno de los métodos de mantenimiento más complejos y dinámicos, ya que es el que más características del equipo comprende. Éste sistema se basa en el grado particular de importancia que posee cada máquina en la instalación donde se explota.

- **Mantenimiento Productivo Total.** Desde la década del 80 se desarrolla una nueva forma organizativa del mantenimiento: el Mantenimiento Productivo Total, conocido por las siglas en inglés, TPM (*Total Productive Maintenance*). No constituye un nuevo sistema de mantenimiento, sino una nueva filosofía de trabajo en la Empresa, basada en la desaparición del divorcio legendario entre mantenimiento y producción. Esta filosofía organiza a los hombres en grupos TPM. para realizar por igual labores de producción (operación de las máquinas) y labores de mantenimiento de cierto nivel de complejidad acorde con la formación técnica del obrero.



Ello logra una unidad de acción que eleva la efectividad del trabajo y aprovecha todas las potencialidades objetivas y subjetivas del hombre.

Con la aplicación del TPM en Japón se logró un incremento de la disponibilidad de las máquinas del 30% sin incrementos de costos.

Esta modalidad organizativa, utiliza los tres sistemas de mantenimiento antes expuestos, parte de cuyas acciones son ejecutadas por los propios obreros operadores-mantenedores (las más simples) y otras (las más complejas) por los técnicos y especialistas que quedan en el Departamento de Mantenimiento o se contratan a entidades externas, buscando en todos los casos la mejor relación calidad/costo.

- **Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (CRM).** En la actualidad se vuelve a hablar del Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad, conocido por las siglas en inglés CRM (*Central Reliability Maintenance*); aunque se plantea que tuvo sus orígenes en los Estados Unidos en los años 60. Tampoco es otro sistema de mantenimiento. Constituye realmente el fundamento para el establecimiento de las gamas preventivas y predictivas, es decir, justificar el accionar programado de operaciones e inspecciones con los resultados de los índices simples y complejos de fiabilidad, logrando con sus combinaciones la máxima efectividad.

La tendencia más moderna y con mayores perspectivas es la combinación del TPM con el CRM y la aplicación de sistemas alternos de mantenimiento hasta el nivel de máquina según su categoría. Se añade la utilización de las 5S como aporte del pensamiento japonés para la organización moderna del Mantenimiento, así como el Kaisen o técnica de la mejora continua, siendo esto, “La Gestión de la Ingeniería del Mantenimiento”. No obstante, la bibliografía y tendencias más actualizadas, reflejan cada día nuevas formas organizativas de los mantenimientos, las infocomunicaciones y la 5G, crearán un nuevo escenario en el futuro inmediato que transformaría todos los modelos actuales. [Fernández, 2009]

## 1.4 Evolución de las máquinas de herramienta.

Desde tiempos atrás, la evolución tecnológica de las *máquinas herramienta* se ha basado en el binomio herramienta-máquina. Durante siglos, la herramienta fue la prolongación de la mano del hombre hasta la aparición de las primeras máquinas rudimentarias que ayudaron en su utilización. Aunque en la antigüedad no existieron máquinas-herramienta propiamente dichas, sin embargo, aparecieron dos esbozos de máquinas para realizar operaciones de torneado y taladrado. En ambos casos, utilizando una de las manos, era necesario crear un movimiento de rotación de la pieza en el torneado y de la herramienta en el taladrado. Debido a esta necesidad nació el llamado “arco de violín”, instrumento de accionamiento giratorio alternativo compuesto de un arco y una cuerda, utilizado desde hace miles de años hasta la actualidad en que todavía se utiliza de forma residual en algunos países.

Hacia 1250 nació el torno de pedal y pértiga flexible accionado con el pie, representando un gran avance tener las manos libres para el manejo de la herramienta de torneado. Grabado de torno accionado por arco (1435), principio de funcionamiento todavía en uso en algunos países. Hasta finales del siglo XV no se producen nuevos avances. Leonardo da Vinci, en su “Códice a Atlántico”, realizó un boceto de varios tornos que no pudieron construirse por falta de medios, pero que sirvieron de orientación para próximos desarrollos. Se trataba de un torno de roscar de giro alternativo, otro de giro continuo a pedal y un tercero para roscado con husillo patrón y ruedas intercambiables.

Para principios del siglo XVI Leonardo da Vinci había diseñado las tres principales máquinas para el acuñado de monedas: la laminadora, la recortadora y la prensa de balancín. Según parece, estos diseños sirvieron a Cellini para construir una rudimentaria prensa de balancín en 1530, pero la puesta en práctica generalizada se atribuye a Nicolás Briot en 1626.

El descubrimiento de la combinación del pedal con un vástago y una biela permitió su aplicación en primera instancia a las ruedas de afilar, y poco después a los tornos. Así, después de tantos siglos, nació el torno de giro continuo llamado de pedal y rueda, lo que implicaba el uso de biela manivela que debía de ser combinado con un volante de inercia

para superar los puntos muertos, “alto y bajo”. A finales de la edad media se utilizan la máquina afiladora que emplea la piedra giratoria abrasiva, el taladro de arco, el berbiquí y el torno de giro continuo, que trabajan con deficientes herramientas de acero al carbono. Se usan martillos de forja y rudimentarias barrenadoras de cañones, accionadas por ruedas hidráulicas y transmisiones de engranajes de madera tipo “linterna”.

Se inició la fabricación de engranajes metálicos principalmente de latón, aplicados a instrumentos de astronomía y relojes mecánicos. Leonardo da Vinci dedicó mucho tiempo a calcular relaciones de engranajes y formas ideales de dientes. Se pensó que ya existían todas las condiciones para un fuerte desarrollo pero no fue así, puesto que hasta mediados del siglo XVII el desarrollo tecnológico fue prácticamente nulo.

El torno de giro continuo, con la introducción de algunas mejoras, se siguió utilizando durante mucho tiempo. Se introdujeron elementos de fundición, tales como la rueda, los soportes del eje principal, contrapunta, apoyo de la herramienta y, hacia 1568, el mandril.

Se empezaron a mecanizar pequeñas piezas de acero, pero tardó muchos años en generalizarse. El reverendo Plumier, en su obra “L’Art de tourner” escrita en 1693, señala que se encuentran pocos hombres capaces de tornejar hierro. El francés Blaise Pascal, niño prodigio en matemáticas, enuncia el principio que lleva su nombre en el “Tratado del equilibrio de los líquidos” en 1650. Descubrió el principio de la prensa hidráulica, pero a nadie se le había ocurrido su aplicación para usos industriales hasta que Bramach patenta en Londres su invención de una prensa hidráulica. Es a partir de 1840 cuando Cavé inicia la fabricación de prensas hidráulicas de elevadas presiones. El boceto de un torno de pedal y doble pértiga de Leonardo da Vinci, no llegó a construirse por falta de medios. (siglo XV).

En los siglos XVII y XVIII, los fabricantes de relojes e instrumentos científicos usan tornos y máquinas de roscar de gran precisión, destacando el torno de roscar del inglés José Ramsden construido en 1777. En un soporte de hierro de perfil triangular se colocaba el porta-herramientas, que podía deslizarse longitudinalmente. Con una manivela accionada a mano y a través de un juego de engranajes hacia girar la pieza a

rosca colocada entre puntos y, al mismo tiempo, por medio de un husillo de rosca patrón se conseguía el avance o paso de rosca deseado.

El siglo XVIII fue un período en el que el hombre dedicó todos sus esfuerzos a lograr la utilización de una nueva fuente de energía. El francés Denis Papin, con el experimento de su famosa marmita, realizado en 1690, dio a conocer el principio fundamental de la máquina de vapor. Poco después, en 1712, Thomas Newcomen inició la construcción de rudimentarias máquinas de vapor -máquinas de fuego - que fueron utilizadas para achicar el agua en las minas inglesas.

Definitivamente fue James Watt quien ideó y construyó la máquina de vapor para usos industriales. Watt concibió su idea de máquina de vapor en 1765, pero no solucionó los problemas para construir una máquina válida para usos industriales hasta quince años más tarde, en 1780. Después de muchos intentos fallidos, y debido a que no era posible obtener tolerancias adecuadas en el mecanizado de cilindros con las barrenadoras mandriladoras de la época por haber sido ideadas para el mecanizado de cañones, fue John Wilkinson en 1775 quien construyó, por encargo de Watt, una mandriladora más avanzada técnicamente y de mayor precisión, accionada igual que las anteriores por medio de una rueda hidráulica. Con esta máquina, equipada con un ingenioso cabezal giratorio y desplazable, se consiguió un error máximo: “del espesor de una moneda de seis peniques en un diámetro de 72 pulgadas”, tolerancia muy grosera pero suficiente para garantizar el ajuste y hermetismo entre pistón y cilindro. La máquina de Watt fue el origen de la primera revolución industrial; produciéndose trascendentales cambios tecnológicos, económicos y sociales; pero su construcción no hubiera sido posible sin la evolución técnica, como hemos visto, de la máquina-herramienta. La máquina de vapor proporcionó potencias y regularidad de funcionamiento inimaginables hasta ese momento; pero además no estaba supeditada a la servidumbre de un emplazamiento determinado. Durante las guerras napoleónicas se puso de manifiesto el problema que creaba la falta de intercambiabilidad de piezas en el armamento. Era un problema al que había que encontrar una solución, fabricando piezas intercambiables. Había que diseñar máquinas herramienta adecuadas, puesto que no había uniformidad en las medidas ni las máquinas herramienta existentes podían considerarse como tales.

El inglés Henry Maudslay, uno de los principales fabricantes de máquinas-herramienta, fue el primero que ideó las máquinas diseñadas para construir otras máquinas. En 1897 construyó un torno para cilindrar que marcó una nueva era en la fabricación de máquinas herramienta.

Introdujo tres mejoras que permitieron aumentar notablemente su precisión: la construcción de la estructura totalmente metálica, la inclusión de guías planas y la incorporación de husillos roscados con tuerca de precisión para el accionamiento de los avances, elementos mecánicos que siguen siendo esenciales en la actualidad.

En 1800, Maudslay construyó el primer torno realizado enteramente de metal para roscar tornillos, siendo su elemento fundamental el husillo guía patrón. Se dice que Maudslay dedicó diez años de trabajos para conseguir un husillo patrón satisfactorio. Para completar el ciclo y tener una referencia de partida, era necesario poder medir con precisión las piezas fabricadas, con el objeto de cumplir las especificaciones para ser intercambiables, Maudslay construyó un micrómetro de tornillo en 1805 para su propia utilización, que bautizó con el nombre de El Señor Canciller.

James Nasmyth, discípulo aventajado de Maudslay, señaló, refiriéndose a este sistema de medición, que podía medir la milésima parte de la pulgada. Maudslay construyó en 1803 la primera amortajadora vertical para sacar chaveteras a poleas y engranajes y otras máquinas diversas. Si la máquina de vapor fue el motor que hizo posible el desarrollo del maquinismo, proporcionando la energía necesaria, el desarrollo industrial del siglo XIX fue posible gracias al diseño y fabricación de diversos tipos de máquinas y procesos de trabajo, aplicados a la fabricación de piezas metálicas de todo tipo. La fabricación de las máquinas de vapor, barcos, material de ferrocarril, automóviles, trenes de laminación para la siderurgia, maquinaria textil etc, solamente se puede realizar utilizando máquinas herramienta. Con la particularidad de que esta, es el único medio existente con el que se pueden fabricar otras máquinas herramienta y, en general, también, el único medio para fabricar cualquier otra máquina o elemento construido con materiales metálico. La influencia de Maudslay en la construcción de máquinas herramienta británicas perduró durante gran parte del siglo XIX a través de sus discípulos. Los tres más importantes

fabricantes de la siguiente generación: Richard Roberts y Joseph Whitworth habían trabajado a sus órdenes y James Nasmyth fue su ayudante personal. Durante todo el siglo XIX se construyeron una gran variedad de tipos de máquinas herramienta para dar respuesta, en cantidad y calidad, al mecanizado de todas las piezas metálicas de los nuevos productos que se iban desarrollando.

Primera fresadora universal, fabricada por Joseph R. Brown en 1862, estaba equipada con divisor, consola con desplazamiento vertical, curso transversal y avance automático de la mesa longitudinal con la aplicación de la transmisión Cardan. Se hace necesario planear planchas de hierro para sustituirle cincelado, por lo que nace el primer cepillo puente práctico de uso industrial fabricado por Richard Roberts en Inglaterra en 1817, que incorpora una guía en V y la otra plana para el desplazamiento de la mesa porta piezas. En 1836 Whitworth fabricó un pequeño cepillo puente para mecanizar piezas de 1.280 mm de longitud por 380 de ancho.

La necesidad de sustituir el trabajo de cincel y lima, en piezas pequeñas fue la razón que motivó a James Nasmyth en 1836 a diseñar y construir la primera limadora, bautizada con el nombre de “brazo de acero de Nasmyth”. En 1840 Whitworth perfeccionó esta máquina, incorporando un dispositivo automático descendente del carro porta herramientas. Hacia 1817 se produce un avance importante en la acuñación de monedas, al desarrollar el mecánico alemán Dietrich Uhlhöm una prensa acodada conocida como prensa monedera, que es perfeccionada por la empresa Ludwig Löwe. El francés Thonelier fabrica una prensa similares introduce el procedimiento de virola partida. A partir de 1863, La Maquinista Terrestre y Marítima de Barcelona inicia la fabricación de prensas tipo Thonelier para la Casa de la Moneda de Madrid. En la Exposición de París de 1867, el francés Cheret presentó la novedad de una prensa mecánica de fricción. Las primeras máquinas de este tipo se pusieron en funcionamiento en la Fábrica de la Moneda de París. Poco después en 1870, la empresa americana Blis & fabricó y comercializó las primeras prensas de excéntrica.

Las primeras operaciones de fresado antes de la construcción de máquinas específicas para este trabajo se realizaron en tornos accionados a pedal, pero el nacimiento y su evolución está relacionado, con la guerra de independencia, cuando la colonia británica en América tuvo que acometer su propio desarrollo industrial. La necesidad de fabricar armamento en grandes series fue el factor determinante en el desarrollo del fresado. El americano Ely Whitney recibió el encargo de fabricar gran cantidad de fusiles para el gobierno de su país. Estudió la posibilidad de fabricación en serie, para lo que diseñó y construyó en 1818 la primera máquina de fresar. Estaba compuesta de un armazón de madera soportado por cuatro patas de hierro forjado.

La mesa porta-piezas se desplazaba longitudinalmente sobre guías en forma de cola de Milano y, entre otros mecanismos, destacaba un eje sinfín que se podía embragar y desembragar sobre una corona dentada alojada en el husillo del carro. En 1830 se construye una fresadora totalmente metálica a la que se incorpora un carro para la regulación vertical. En 1848 el destacado ingeniero americano Howe introduce nuevas prestaciones, incorporando poleas de tres escalones y desplazamientos en sentido vertical, longitudinal y transversal. Dos años después diseña la primera fresadora copiadora de perfiles e influye decisivamente en la introducción de otras importantes mejoras. Un avance muy importante se produce en 1862, cuando J. R. Brown construyó la primera fresadora universal equipada con divisor, consola con desplazamiento vertical, curso transversal y avance automático de la mesa longitudinal con la aplicación de la transmisión Cardan. Con la fresadora universal construida en 1884 por Cincinnati, a la que se incorpora por vez primera un carnero cilíndrico desplazable axialmente, se alcanza el máximo desarrollo de este tipo de máquinas. Por la influencia que ha tenido en la construcción de los actuales centros de fresado de CNC, cabe destacar la fresadora del francés P. Huré construida en 1894, que incorporaba un ingenioso cabezal con el cual, mediante previo movimiento giratorio, podía trabajar en horizontal, vertical y otras posiciones. Hacia 1840 se desarrolla una máquina que era imprescindible para el forjado de piezas de ferrocarril. Paralelamente, Bourdon en Francia y Nasmyth en Inglaterra desarrollan y construyen el martillo pilón accionado por masas de acero hasta que aparecieron los martillos de caída libre a finales del siglo XIX.

Ante la necesidad de taladrar piezas de acero, cada vez más gruesas, Nasmyth fue el primero que construyó hacia 1838, un taladro de sobremesa totalmente metálico, con giro de eje porta brocas accionado a mano o por transmisión. Algunos años después, en 1850, Whitworth fabricó el primer taladro de columna accionado por transmisión a correa y giro del eje porta brocas, a través de un juego de engranajes cónicos. Llevaba una mesa porta piezas regulables verticalmente mediante el sistema de piñón cremallera. En 1860 se produce un acontecimiento muy importante para el taladrado, al inventar el suizo Martignon la broca helicoidal. El uso de estas brocas se generalizó rápidamente, puesto que representaba un gran avance en producción y duración de la herramienta con relación a las brocas punta de lanza utilizada hasta la citada fecha. El inglés Joseph Whitworth, influenciado por su maestro Maudslay en los avances relacionados con la precisión, importancia tornillo-tuerca, construyó una máquina de medición que mejoraba la precisión de la construida por Maudslay, y estaba especialmente interesado en buscar la solución para el problema de las guías de máquina herramienta, y otras superficies que debían ser auténticamente planas. Después de un intenso estudio, en 1840 presentó un escrito en la Asociación Británica en Glasgow, titulado: “Una auténtica superficie plana, en lugar de ser de uso común se considera prácticamente desconocida”, en el que describía el método para obtener una superficie plana partiendo de tres piezas metálicas planas. Whitworth perfecciona el torno paralelo, de tal manera que el mono polea de 1850 ha tenido vigencia hasta nuestros días, y sólo fue mejorado a partir de 1890 con la incorporación de los americanos de la Caja Norton. Whitworth, además de fabricante de muchas y buenas máquinas, destacó en la fabricación de herramientas y fue quien solucionó la anarquía de roscas y los perjuicios que se derivaban de esta situación. Desarrolló el sistema de roscas Whitworth, basado en la pulgada. Introducido rápidamente en la industria, en 1841 fue adoptado por el Institute of Civil Engineers de Inglaterra. Los americanos no aceptaron esta normalización, adoptando en 1868 el sistema Seller, que difería muy poco del sistema inglés. Hasta 1850 los ingleses fueron los líderes y prácticamente los únicos fabricantes de máquinas herramienta; pero a partir de esa fecha se dedicaron principalmente al diseño y la fabricación de grandes máquinas, con el fin de dar solución al mecanizado de piezas para los ferrocarriles en cuyo desarrollo estaban comprometidos.



Fue a partir de este momento cuando los americanos se impusieron en el ámbito mundial en la fabricación de maquinaria ligera desarrollando, hasta finales del siglo XIX, nuevos e importantes tipos de máquinas herramienta universales y de producción, para mecanizar tornillería, piezas de máquinas de coser y escribir, armamento, maquinaria agrícola etc. Ante la necesidad de realizar diferentes operaciones en un mismo amarre de pieza, hacia 1854 se incorporaron torretas revolver a tornos convencionales para fabricar tornillería y pequeñas piezas de revolución. Pocos años después, en 1858, H.D. Stone diseñó el primer torno revolver fabricado por “Jones & Lamson” a partir de barra; pero fue a partir de 1860 cuando las empresas “Brown & Sharpe” y “Pratt & Whitney” empezaron a fabricar con normalidad este tipo de máquinas. Como complemento del torno revólver, hacia 1870 se desarrollaron tornos automáticos para dar solución a la producción en grandes series de pequeñas piezas de revolución. El primer torno fue diseñado por Spencer y fabricado por “Hartford Machine Screw”.

“Pratt & Whitney” construye el primer torno automático con cargador de piezas en 1898 y el mismo año “The National Acme”, el primer torno multihusillo. A partir de 1865 las prestaciones de las máquinas aumentan al equiparse con nuevas herramientas fabricadas con acero aleado, descubierto por Robert Mushet. Esto permite doblarla capacidad de mecanizado en relación con las herramientas de acero al carbono al crisol conocidas hasta entonces. En París en 1843 los franceses fabricaron la primera muela artificial, iniciándose el proceso de sustitución de las piedras de arenisca. Para el rectificado de piezas cilíndricas fue utilizado en primera instancia el torno; acoplado en su carro longitudinal un cabezal porta-muelas, weigh tedgrind inglathe. En 1870 “Brown Sharpe”, fabrica y ofrece al mercado la primera rectificadora universal, que no alcanzó tal cualidad hasta que en 1880 se le añadió un dispositivo para el rectificado interior. La misma empresa desarrolla el rectificado de superficies planas, construyendo una pequeña rectificadora en 1880 para piezas pequeñas y una rectificadora puente en 1887 para piezas grandes. El verdadero desarrollo del rectificado de producción con herramientas abrasivas no se inicia hasta finales del siglo XIX. Dos circunstancias favorecieron este desarrollo. Por un lado, la exigencia de la industria del automóvil que solicita piezas de acero templado y acabadas con un alto grado de calidad y, por otro, el descubrimiento, en 1891, por parte de Edward Goodrich Acheson, del carburo de silicio, carborundum: El

descubrimiento de Acheson permitió disponer de una potente herramienta para desarrollar grandes velocidades de corte, propiciando la construcción de máquinas más potentes y precisas para dar respuesta a las nuevas exigencias de calidad. Para finales del siglo XIX, la empresa inglesa Churchil y las americanas Norton, Landis, Blanchar, Cincinnati, etc., habían desarrollado prácticamente todos los tipos de rectificadoras que, en su arquitectura y componentes mecánicos, se utilizan en nuestros días. A partir de 1898, con el descubrimiento del acero rápido por parte de Taylor y White, se fabrican nuevas herramientas con las que se triplica la velocidad periférica de corte, aumentando la capacidad de desprendimiento de viruta, del orden de siete veces, utilizando máquinas adaptadas a las nuevas circunstancias. Con la fresadora universal construida en 1884 por Cincinnati, a la que se incorpora por vez primera un carnero cilíndrico desplazable axialmente, se alcanza el máximo desarrollo de este tipo de máquinas

El nuevo siglo se recibió como el inicio de una nueva era, que ofrecía grandes posibilidades de progreso. En los Estados Unidos circulaban alrededor de 8.000 automóviles, pero no existía una industria organizada ni los miles de productos que se han desarrollado durante el siglo XX, pero había ilusión y una fuerte confianza en el futuro. El sistema de generación polifásico de Tesla en 1887 hizo posible la disponibilidad de la electricidad para usos industriales, consolidándose como una nueva fuente de energía capaz de garantizar el formidable desarrollo industrial del siglo XX. Aparece justo en el momento preciso, cuando las fuentes de energía del siglo XIX se manifiestan insuficientes. Los motores de corriente continua fabricados a pequeña escala, y los de corriente alterna, reciben un gran impulso a principios de siglo, reemplazando a las máquinas de vapor y a las turbinas que accionaban hasta ese momento las transmisiones de los talleres industriales. Poco después, muy lenta pero progresivamente, se acoplan directamente de forma individualizada a la máquina herramienta. A principios de siglo no se exigían tolerancias de fabricación superiores a 0,001 de pulgada debido, por un lado, a que todavía no hacía falta mayor precisión para los productos que se fabricaban y, por otro, a que las máquinas herramienta no habían alcanzado un mayor grado de precisión. Pero ante las nuevas exigencias de calidad empezaron a utilizarse tolerancias en milésimas de metro a partir de 1910.

Estados Unidos era el fabricante mundial de micrómetros a principios de siglo, y la medición de la precisión máxima en un taller dependía de este instrumento.

La exigencia de calidad y la fuerte evolución productiva del automóvil contribuyeron al desarrollo de la máquina herramienta, la metrología y la aplicación de los procedimientos de fabricación en masa. La fabricación de piezas intercambiables aumenta constantemente, y se hacen necesarios mejorar las prestaciones de matricera y utillaje. Para dar respuesta al problema, el ingeniero suizo Prrenond Jacot diseña y fabrica una punteadora vertical con mesa de coordenadas polares, en la que se ejecutan operaciones con una precisión jamás lograda hasta entonces. En 1908 Henry Ford fabrica el primer automóvil producido en serie, modelo T, y en 1911 instala el primer transportador en cadena en Highland Park, iniciando la producción en masa. Se perfeccionan una gran cantidad de máquinas herramienta adaptadas a las características exigidas por la industria del automóvil. Desde principios del siglo XX hasta el nacimiento del control numérico (CN) e incluso después, se mantienen prácticamente en todas las máquinas las formas arquitectónicas que, en este sentido, alcanzaron su plenitud a finales del siglo XIX. Sin embargo evolucionaron y se construyeron otras más potentes, rígidas, automáticas y precisas, pudiendo alcanzar mayores velocidades de giro, con la incorporación a los cabezales de cojinetes o rodamientos de bolas; contribuyendo rentablemente al extraordinario incremento de productividad logrado por la industria en general y en especial por la automovilística y aeronáutica. Esta evolución fue debida fundamentalmente, por un lado, al descubrimiento de nuevas herramientas de corte como hemos visto: carburo de silicio, acero rápido y, a partir de 1926, se produce otro avance importante con el descubrimiento por parte de la empresa alemana Krupp del carburo cementado metal duro, presentado en la feria de Leipzig en 1927 con la denominación de Widia. Por otro lado se registra la automatización de diversos movimientos mediante la aplicación de motores eléctricos, sistemas hidráulicos, neumáticos y eléctricos. La aplicación de accionamientos hidráulicos, primero en rectificadoras y después en tornos copiadores, etc., se hizo posible, por una parte, debido al perfeccionamiento en la construcción de cilindros precisos y herméticos, y por otra, al desarrollo de bombas capaces de bombear aceite a presión para el accionamiento de los citados cilindros.

Esto fue posible gracias a la capacidad de dos grandes ingenieros: el americano Janney, que diseñó y fabricó en 1906 una bomba de pistones de caudal variable, y el inglés Hele Shaw que construyó, en 1912, una bomba giratoria a pistones radiales y caudal variable. A partir de 1925 en Estados Unidos las revistas especializadas tratan de las unidades autónomas de mecanizado y nace la noción de transferencia de las piezas a mecanizar. Teniendo en cuenta que, salvo algunas excepciones, todas las operaciones de mecanizado que combinan la rotación de una herramienta con un movimiento de avance se pueden realizar con estas unidades; se ha descubierto la máquina ideal para que, dispuesta en línea, pueda realizar distintas operaciones mediante transferencia de la pieza a mecanizar. A partir del año 1945 las fábricas de automóviles utilizan de manera generalizada máquinas transfer, compuestas de unidades autónomas, en el mecanizado de bloques y culatas.

En 1943 se estaba desarrollando un nuevo procedimiento de trabajo revolucionario. El matrimonio de científicos rusos Lazarenko, anuncia su descubrimiento y pone en marcha los primeros dispositivos que permitieron posteriormente el mecanizado por electroerosión. Hacia 1950 aparecieron las primeras máquinas, en las que básicamente se utilizaban elementos de otras convencionales a las que se incorporaba un generador, un tanque para el dieléctrico, electrodo con la forma del molde a mecanizar, etc. En 1955 aparecen en Estados Unidos las primeras máquinas de electroerosión concebidas como tales para realizar mecanizados por penetración; revolucionando el difícil y costoso sistema de fabricación de moldes y estampas. Muchos años más tarde, apoyándose en el control numérico, se desarrolla la electroerosión por hilo, que permite el corte de perfiles complicados y precisos mediante un electrodo constituido por un alambre muy delgado y una trayectoria de pieza controlada por control numérico. [Aldabal, 2002]

## **1.5 Lubricación en el mantenimiento.**

**La lubricación** es aquella rama de la técnica que reúne un conjunto de elementos técnicos y prácticos encaminados a disminuir el frotamiento, pérdida de potencia y desgaste de las piezas con movimiento relativo mediante la interposición de determinadas sustancias entre ellas, con la utilización de los métodos y medios adecuados. Las sustancias utilizadas reciben el nombre de lubricantes.

La búsqueda por parte del hombre de lubricantes más efectivos es una historia muy antigua, innumerables materiales han sido usados y reemplazados por otros mejores. Sin embargo algunos lubricantes son bastantes viejos como es el caso del cebo animal, el agua y los aceites vegetales.

El uso del aire como lubricante fue sugerido hace más de un siglo y esta lubricación es de uso actual para aplicaciones en equipos que trabajan a baja carga y elevadas velocidades, tales como ultras centrífugas, fresadoras dentadoras, circuladores de gas para reactores nucleares.

Podemos decir que la lubricación es la reducción de la fricción colocando una sustancia entre dos superficies en contacto y movimiento relativo.

Una adecuada lubricación permite un funcionamiento continuo y suave de los equipos mecánicos, con un ligero desgaste, y sin excesivo estrés o ataque a las partes móviles (cojinetes y engranajes). Cuando falla la lubricación, los metales y otros materiales pueden rozar y destruirse unos a los otros, causando daños irreparables, calor y fallo general.

Un **lubricante** es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una capa que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.

Una segunda definición es que el lubricante es una sustancia (gaseosa, líquida o sólida) que reemplaza una fricción entre dos piezas en movimiento relativo por la fricción interna de sus moléculas, que es mucho menor.

En el caso de lubricantes gaseosos se puede considerar una corriente de aire a presión que separe dos piezas en movimiento. En el caso de los líquidos, los más conocidos son los aceites lubricantes que se emplean, por ejemplo, en los motores. Los lubricantes sólidos son, por ejemplo, el desulfuro de molibdeno ( $\text{MoS}_2$ ), la mica y el grafito.

## **Tipos de Lubricantes.** [ARIAS-PAZ, 1997]

El lubricante puede ser una sustancia de origen mineral, vegetal, animal y puede estar en cualquier estado: sólido, líquido o gaseoso.

Existen distintas sustancias lubricantes dependiendo de su composición y presentación:

**Líquidos:** De base (origen) mineral o vegetal. Son necesarios para la lubricación hidrodinámica y son usados comúnmente en la industria, motores y como lubricantes de perforación.

**Semisólidos:** Son las denominadas "Grasas". Su composición puede ser mineral, vegetal y frecuentemente son combinadas con muchos tipos de lubricantes sólidos como el Grafito, Molibdeno o Litio.

**Sólidos:** Es un tipo de material que ofrece mínima resistencia molecular interna por lo que por su composición ofrece óptimas condiciones de lubricación sin necesidad de un aporte lubricante líquido o semisólido. El más común es el Grafito aunque la industria está avanzando en investigación en materiales de origen metálico. [ARIAS-PAZ, 1997]

Funciones de los lubricantes

Función primaria:

Separar las superficies en contacto, reducción de la fricción, el desgaste y las pérdidas de energía.

Función secundaria:

Disipar el calor.

Eliminar impurezas, protegiendo las superficies de la oxidación, corrosión y herrumbres.

Contribuir al cellaje de algunos mecanismos que así lo requieran.

Transmisión de potencia en sistemas hidráulicos.

Hoy, los motores requieren de aceites cada vez más especializados. Cada compañía diseña motores con distintas exigencias y adaptados para ciertos grosores de aceites que optimizan su funcionamiento y garantizan la fiabilidad en el tiempo. Es importante respetar los grados de aceite indicados por el fabricante para no causarle daños al motor. Por ejemplo, si el motor de un automóvil utiliza un grosor 5W30 y se aplica constantemente un 20W50, le causará daños constantemente al motor, ya que el aceite de mayor grado, fluye menos, es más grueso y tiene viscosidad resistente a temperaturas distintas, por lo que las piezas tendrán una menor protección y el aceite penetrará menos en el sistema completo.

Tipos de Lubricación:

Se pueden distinguir tres formas distintas de lubricación, que son:

Lubricación hidrodinámica.

Lubricación límite.

Lubricación hidrostática.

La lubricación hidrodinámica se verifica, cuando las superficies en movimiento relativo (cojinete de deslizamiento, guías, cojinetes de rodamientos, etc.) que soportan la carga, están separadas por una película de lubricante relativamente gruesa, lo bastante como para impedir el contacto metal a metal, de modo que la estabilidad así obtenida pueda explicarse mediante las leyes de la viscosidad.

Esta lubricación no se basa en la introducción de lubricante a presión, aunque pudiera hacerse y de hecho se hace en muchos casos, por necesitar un abastecimiento copioso en todo momento, sino que se basa en el efecto de cuña, que realiza el lubricante, logrado a partir de una velocidad límite del par, de tal forma que separa las superficies a lubricar mediante una película de aceite relativamente gruesa.

Este tipo de lubricación es llamada también, lubricación de película gruesa, fluida, completa o perfecta.

La lubricación límite se verifica, cuando las superficies en movimiento relativo (cojinete de deslizamiento, guías, cojinetes de rodamientos, etc.) que soportan la carga, están separadas por una película de lubricante insuficientemente gruesa lo que posibilita en ocasiones el contacto metal a metal.

El origen de esta, puede ocurrir debido a una caída en la velocidad de la superficie móvil, a una disminución de la cantidad de aceite suministrada a dicha superficie o a un aumento de la carga (por cualquiera de ellas, aisladamente o combinadas).

Este tipo de lubricación es llamada también, lubricación de película delgada, imperfecta o parcial.

La lubricación hidrostática se obtiene introduciendo el lubricante, que es a veces aire o agua, en la zona de carga, con una presión lo bastante alta como para separar las superficies con una capa relativamente gruesa de lubricante.

Así, al contrario de la lubricación hidrodinámica, no es necesario el movimiento relativo de una superficie con respecto a otra.

## **1.6 Actualidad del mantenimiento en nuestro país.**

El mantenimiento ocupa un lugar fundamental en los objetivos y procesos de la actualización del modelo económico y social cubano.

En los lineamientos de la **Política Económica y Social del Partido y la Revolución**, el mantenimiento representa una de las primeras prioridades en las diversas esferas de la economía cubana. Así se expresa en el lineamiento número 117.

***117. Constituirán la primera prioridad las actividades de mantenimiento tecnológico y constructivo en todas las esferas de la economía.***



La crisis económica mundial y las dificultades propias de la República de Cuba, requieren un mejor uso de los recursos disponibles, entre ellos el capital intelectual formado.

Las tendencias políticas actuales del país facilitan el desarrollo o adopción de nuevas tecnologías, con impacto directo en el bienestar de la población. Estas deberán respetar los recursos naturales e incrementar la competitividad del sector industrial.

Desde 1961, Cuba ha estado sometida a un agravante bloqueo económico y financiero impuesto injustamente por el gobierno de los Estados Unidos. Como resultado muchos aspectos de la industria cubana se han visto afectados, y ejemplo de ello ha sido el mantenimiento. Entre los factores determinantes sobresalen la falta de recursos materiales y financieros, tecnológicos y capital humano. Por otra parte, se encuentra la mala gestión del mantenimiento debido a la irresponsabilidad de los especialistas, técnicos y obreros. Todo esto conlleva a la obsolescencia, deterioro y roturas inesperadas que provocan pausas en el proceso de producción. En los últimos años se ha logrado crear conciencia en algunas empresas, en las cuales se han aplicado diferentes tipos de mantenimiento, principalmente el mantenimiento preventivo, que proporciona un mejor funcionamiento del equipo, más producción y más eficiencia. Sin embargo, en otras empresas predomina el mantenimiento correctivo, que trae consigo una gran probabilidad de retrasos, pues las averías causan paros de trabajo y pueden afectar la producción. Otro de los factores que también afecta a la industria del mantenimiento es la falta de personal calificado en las empresas ya sean técnicos que trabajan con los equipos o ingenieros que se encargan de la organización del taller o del área en la que se trabaja.

### **1.7 Bibliografía Referida**

**Aldabal, Patxi. 2002.** Evolución técnica de la máquina-herramientas. [En línea] 1 de 2 de 2002. [Citado el: 9 de 2 de 2020.] [www.demaquinasyherramientas.com](http://www.demaquinasyherramientas.com).

**ARENAS, E. F. 2009a.** *Indicador general para la gestión del mantenimiento.* 2009a.

**ARIAS-PAZ. 1997.** *Manual de automóviles.* 1997.

**Fernández, Emilio Arenas. 2009.** *Procedimiento de Evaluación y Control para Gestión del Mantenimiento en Hoteles, mediante Indicador General*". Matanzas: s.n., 2009.

**GRANDE, C. P. D. E. T. D. R. 2007.** *Mantenimiento-Definiciones. Objetivos.* 2007.

<http://www.mescorza.com/manten/mantenimiento/definicion.htm>. [En línea] [Citado el: 9 de abril de 2020.]

**Monchy, Francois. De Simón Manuel Fraxanet. 1990.** *Teoría y Práctica del Mantenimiento.* España : s.n., 1990.

**Palencia, Ing Olivero García. 2014.** Tendencias actuales en mantenimiento industrial. *Tendencias actuales en mantenimiento industrial.* [En línea] Abril de 2014. [www.reporteroindustrial.com](http://www.reporteroindustrial.com).

**Sarzosa, ING. Rodrigo. 2005.** *Documentación de cátedra de materia de Mantenimiento Productivo Total (TPM).* 2005.

## CAPÍTULO 2

### 2.1 Caracterización de la UBS EQUIVAR

El inmueble donde está ubicado la Dirección de la UBS, fue edificado en terrenos pertenecientes a la finca que antes del año 1959 se denominaba La Cachurra o La Esperanza y pertenecía a Jacinto Olivera Jorge, conociéndose que en el año 1982, Jacinto Olivera decide incorporar la mencionada finca a la Cooperativa de Producción Agropecuaria nombrada Rodobaldo López quien posteriormente la vendió a la Corporación UNECA, resultando construido en el año 1989 la denominada Sucursal Equipos UNECA hasta el año 2001 cuando por medio de la Resolución No 166 de fecha 16 de febrero del 2001 fue aprobada por el Ministerio de Economía y Planificación la creación del Grupo Empresarial de la Construcción de Varadero, dictándose por el Ministro de la Construcción la Resolución No 305 de fecha 9 de abril del 2001 aprobando en el ámbito de su competencia la creación de dicha Organización Económica Estatal (Grupo Empresarial de la Construcción Varadero) integrada por un grupo de entidades entre las que se encontraba la anteriormente nombrada Empresa de equipos, actual UBS de Equipos y Talleres de Varadero.

Por medio del acuerdo 4540 dictado por el secretario del Consejo de Ministros y de su Comité Ejecutivo, de fecha 23 de septiembre del 2002, se aprueba la aplicación del perfeccionamiento empresarial, significando que la eficacia y efectividad de la UBS radica en la correcta aplicación del mejoramiento continuo de los servicios que brinda como vía para mantener el prestigio y el reconocimiento alcanzado, así como la capacidad tecnológica de los equipos y la adecuada competencia de los trabajadores, viéndose reflejado en los resultados económicos alcanzados desde su creación y en la correcta aplicación de las leyes y resoluciones, así como una serie de medidas tomadas en aras de mejoras continuas de las condiciones de vida de los trabajadores, adicionando a ello que los trabajadores se acogen a un sistema de pago, permitiendo la aplicación del principio de distribución socialista “ de cada cual según su capacidad a cada cual según su trabajo”; agregando a todo lo anterior, el trabajo cohesionado entre todos los factores en función de lograr los objetivos y metas propuestas, demostrando la eficiencia de la

UBS y el cumplimiento de los objetivos del Perfeccionamiento Empresarial, que es hacer de esta, una UBS altamente productiva y eficiente.

Desde la creación del continente “Héroes de Playa Girón” y hasta nuestros días, se trabaja continuamente en el mejoramiento del lenguaje político ideológico entre los dirigentes, funcionarios, técnicos, especialistas y obreros que laboran en la UBS, se realizan semanalmente los matutinos en cada una de las Bases que la integran así como en la oficina central, cuyo contenido fundamental es la labor política e ideológica en la formación de valores de los trabajadores, momento propicio que sirve para informar a los trabajadores de todas las actividades programadas y realizadas, el cumplimiento de los diferentes indicadores y se actualizan sobre los acontecimientos políticos, económicos y culturales, más trascendentales ocurridos en la arena nacional e internacional.

La UBS está estructurada en ocho Departamento: el de Contabilidad y Finanzas, el de Operaciones, el departamento Técnico, el de Capital Humano, el de Equipo, el de Energía, el de Logística y Departamento de Supervisión y Control.

Consta de cinco Bases, Alquiler de Equipos, Servicios Técnicos y Talleres, Transportaciones y Transporte de Carga.

El Departamento de Contabilidad y Finanzas: Es el encargado de dirigir, controlar y evaluar todos los procedimientos económicos, exigir que se cumplan los lineamientos establecidos en materia de planificación, contabilidad, estadísticas y el control interno de la entidad.

El Departamento de Operaciones: Es el encargado de garantizar que la producción y prestación de servicios sea realizada en correspondencia con lo aprobado en el objeto empresarial, de la correcta aplicación del sistema de organización de la producción de bienes y servicios, de distribuir en interés de cumplir el pedido estatal, las producciones y servicios seleccionados, entre las bases, de controlar y garantizar su cumplimiento, elaborar y aplicar el procedimiento para la contratación económica en la UBS.

El Departamento Técnico: Es el encargado de organizar el funcionamiento del consejo de calidad de la UBS, de elaborar e implantar el sistema de medio ambiente en la UBS, realizar periódicamente diagnósticos de la situación ambiental, definiendo los problemas ambientales y las medidas para su solución, garantizar la introducción en la UBS de nuevas técnicas, innovaciones de efectividad comprobada, organizar racionalmente el sistema de información a implantar en la UBS. Elaborar el reglamento de información de la UBS, así como los cuadros de mando de la dirección de cada jefe de la UBS. La política de informatización y automatización de la gestión a utilizar en la UBS en correspondencia con las normas generales establecidas por el Organismo o Consejo de la Administración provincial, diseñar e implantar el Sistema de Comunicación de la UBS.

El Departamento de Energía: su responsabilidad radica en elaborar en la UBS todas las normas de consumo material y los índices de portadores energéticos, así como velar por su cumplimiento.

El Departamento de Equipos: Se encarga de diseñar e implantar el sistema de gestión de la innovación de la unidad, garantizar la introducción de nuevas técnicas, innovaciones de efectividad comprobada, diseñar e implantar el sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia empresarial que permita la actualización de los conocimientos de personal de la empresa en función de su desarrollo, velar por el cumplimiento de las medidas de la propiedad industrial y el derecho de autor en correspondencia a lo establecido por el Organismo correspondiente, garantizar el funcionamiento del movimiento de innovadores, racionalizadores, las brigadas técnicas juveniles y del forum de ciencia y técnica.

El Departamento de Capital Humano: Es el encargado de motivar al hombre aplicando los sistemas de estimulación y pagos, desarrollando su capacitación y mejorando las condiciones de salud y seguridad del trabajador, tomando como base la unidad organizativa y la conformación de los colectivos de trabajo.

El Departamento de Supervisión y Control: Es el encargado de organizar y ejecutar las actividades de Control Interno, Defensa y Seguridad y Protección a las instalaciones, así como Seguridad Informática.

Departamento de Logística: Es el encargado de organizar y ejecutar el Plan de Compras y la política de almacén.

La UBS de equipos y talleres de Varadero cuenta actualmente con 545 trabajadores. Es de destacar además que el 34 % de los trabajadores son fundadores de la empresa, otro 26% tiene hasta 13 años de labor, todo esto garantiza un capital humano con un gran sentido de pertenencia, experiencia y profesionalidad en la actividad. Otra cuestión determinante lo constituyen los equipos, porque junto al capital humano, determinan la capacidad productiva de la empresa.

Al cierre de septiembre del año 2019 la entidad cuenta con un parque total de 341 equipos desglosados de la siguiente forma 241 equipos de transporte y dentro este parque existen 62 ómnibus, 41 de la construcción y 59 equipos complementarios.

La plantilla actual cubierta tiene la siguiente composición: 445 operarios, para un 80.32% del total, siendo conjuntamente con los técnicos (84; 16.62%) la fuerza predominante, seguidos por los cuadros (13; 1.99%), los de servicios (14; 2.35%) y administrativos (5; 0.72%). De los 545 trabajadores 493 son hombres es decir 91.52% y el resto 52 son mujeres 8.48 %.

La visión de la UBS EQUIVAR es: “Llegar a ser líderes de los servicios que brindamos en el sector de la construcción, en beneficio de los clientes”. La UBS EQUIVAR ha adoptado como política ser líder en los servicios que brinda, ejercer una dirección participativa, que contribuya a consolidar la motivación y el compromiso de los trabajadores por la calidad, con un enfoque sistemático y de mejora continua de la eficacia y eficiencia de su Sistema Gestión de Calidad, en un ambiente de seguridad y confianza, para sus clientes, sobre la base de la integridad personal de los participantes y del cumplimiento de los objetivos planificados, demostrando especial atención al cumplimiento de los requisitos pactados. Su gestión está condicionada a la seguridad y salud de sus trabajadores, cumpliendo con lo establecido en la legislación vigente.

La misión, según Resolución 236 del 05/12/2016 dictada por el Director General de ECMOT.

Brindar servicios de transportación de cargas, personal y alquiler de equipos asociados a la actividad constructiva, así como la reparación y mantenimiento de los mismos a las entidades que conforman la Empresa de Construcción y Montaje de Obras del Turismo de Varadero, y las demás entidades que participan en el proceso, satisfaciendo las expectativas demandadas por los clientes.

El objeto social, aprobado por Resolución No 02/2017 dictada por el Director General de la ECMOT define lo siguiente:

1. Prestar servicios de arrendamiento de equipos de construcción y complementarios y de minimecanización; de reparación y mantenimiento a maquinaria de la construcción y vehículos automotores, sus partes, piezas y accesorios.
2. Brindar servicios de alquiler de moldes metálicos, equipos de transporte automotor, equipos mecanizados, medios y accesorios de izaje.
3. Brindar servicios de transportación de carga general y especializada, así como de transportación a trabajadores.
4. Prestar servicios de operación de equipos y servicios de taller.
5. Brindar servicios de reparación y mantenimiento a equipos de transporte automotor, construcción, complementarios y sus agregados, así como de diagnósticos.
6. Brindar servicios de alquiler de equipos de transporte de carga.
7. Brindar servicios de remolque a equipos de transporte automotor.
8. Brindar servicios de reparación y recuperación de equipos de la mini mecanización y de enrollado de motores.
9. Brindar servicios de chapistería, tapicería y pintura a equipos automotores y de la construcción.

### **2.1.1 Información de las máquinas de herramienta.**

El sistema industrial de la empresa cuenta con un parque compuesto por 34 máquinas de herramienta , distribuidas en 9 tornos, de estos siete son Universales; posee además 4 taladradoras, una Radial, una de Columna y 2 de banco, hay 2 acepilladoras ; 5 rectificadoras una Cilíndrica, una de bandas, una plana, una de Cigüeñales y otra de válvulas; 4 fresadoras universal; 1 segueta eléctrica; 1 afiladora; 2 mandriladora una vertical y la otra de block; 1 desbrilladora de block manual; 3 prensas, una Hidráulica Manual, una hidráulica eléctrica y otra térmica. También cuenta con 1 Remachadora Neumática; 2 bancos de pruebas, uno de Bomba Inyección y el otro de MA/Alter.

Las cuales solamente 7 se encuentran en mal estado, 21 tienen un estado técnico regular y los 6 restantes están en buen estado(**Anexo 1**).

Para conocer más sobre las características de estas máquinas de herramienta se hizo un estudio sobre cada marca y modelo. En el cual se tomaron como aspectos principales el país de origen, el modelo y cuáles son sus parámetros fundamentales (**Anexo2**)

## **2.2 Métodos y herramientas utilizados para evaluar la Gestión del Mantenimiento**

Para poder evaluar la Gestión de la Ingeniería del Mantenimiento se aplicaron distintos métodos y herramientas que permiten detectar los diferentes problemas basado en resultados fiables.

### **2.21 Método de observación directa**

El método de observación directa es un método empírico y uno de los más utilizados, por su eficacia. Su aplicación resulta mucho más eficaz cuando se consideran estudios de tiempo. El análisis del cargo se efectúa observando al trabajador, de manera directa y dinámica, en pleno ejercicio de sus funciones, mientras que el analista anota los datos claves de su observación en la hoja de análisis.

Es más recomendable para aplicarlo a los trabajos que comprenden operaciones manuales o que sean sencillos o repetitivos. Algunos cargos rutinarios permiten la



observación directa, pues el volumen del contenido manual puede verificarse con facilidad mediante la observación. Dado que no en todos los casos la observación responde todas las preguntas ni disipa todas las dudas, por lo general va acompañado de entrevistas y análisis con el ocupante del cargo o con el supervisor. [García, 2011]

### **2.2.2 La entrevista**

La entrevista, es un método empírico que consiste en la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto. Se considera que este método es más eficaz que el cuestionario, ya que permite obtener una información más completa. A través de ella el investigador puede explicar el propósito del estudio y especificar claramente la información que necesite; si hay interpretación errónea de las preguntas permite aclararla, asegurando una mejor respuesta. Se podrá definir que la entrevista consiste en obtención de información oral de parte de una persona (entrevistado) lograda por el entrevistador directamente, en una situación de cara a cara, a veces la información no se transmite en un solo sentido, sino en ambos, por lo tanto, una entrevista es una conversación entre el investigador y una persona que responde a preguntas orientadas a obtener información exigida por los objetivos específicos de un estudio. [Amador, 2009 ]

### **2.2.3 La encuesta**

La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. Se puede definir el término encuesta como una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características.

Este método por sus características tiene elementos comunes con la entrevista ya que ambos se basan en preguntas que deben ser respondidas por los sujetos; se puede usar en

la etapa inicial de la investigación o cuando ya están elaboradas las hipótesis del modelo teórico de la investigación. [Anguita, 2003]

Entre sus características se pueden destacar las siguientes:

1. La información se obtiene mediante una observación indirecta de los hechos, a través de las manifestaciones realizadas por los encuestados, por lo que cabe la posibilidad de que la información obtenida no siempre refleje la realidad.
2. La encuesta permite aplicaciones masivas, que mediante técnicas de muestreo adecuadas pueden hacer extensivos los resultados a comunidades enteras.
3. El interés del investigador no es el sujeto concreto que contesta el cuestionario, sino la población a la que pertenece.
4. Permite la obtención de datos sobre una gran variedad de temas.

## 2.3 Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento

Consiste en un método que permite mediante 8 aspectos fundamentales evaluar y controlar la gestión del mantenimiento en las entidades de servicios.

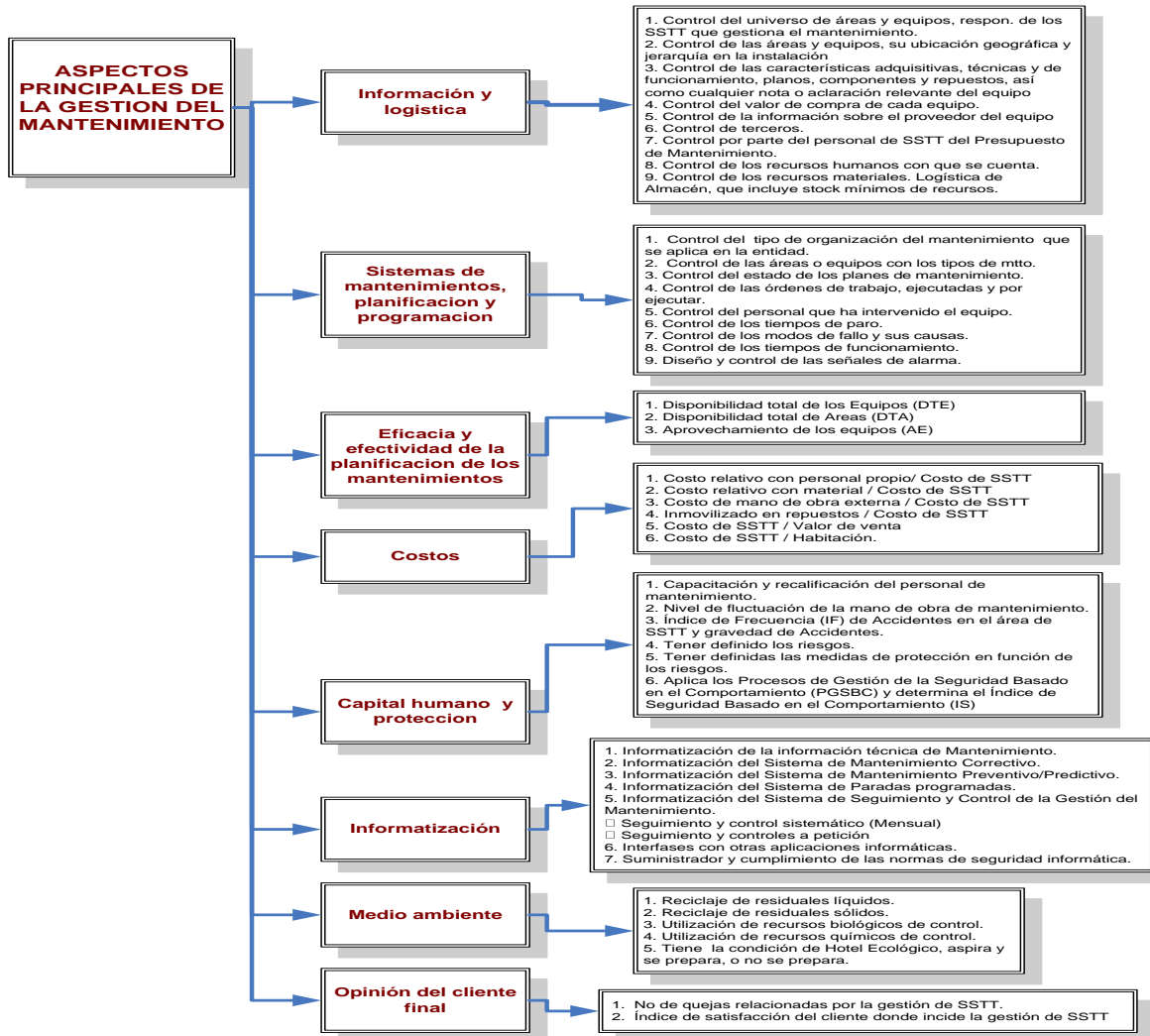


Figura 1 Aspectos principales de la Gestión del Mantenimiento

Fuente: Fernández 2005

El mismo, se compone de dos herramientas, la primera es un cuestionario con todos los indicadores o aspectos ponderados y evaluables de la Gestión del Mantenimiento, los cuales deben ser evaluados por el experto del tema, en la instalación, que en este caso en particular sería el Jefe de Servicios Técnicos o de Mantenimiento de la entidad.

Los indicadores pueden ser evaluados como **Óptimo**, **Bueno** o **Deficiente**, a criterio del especialista.

Es el evaluador y su experiencia, el que obviamente, permita decidir sobre un valor seleccionado de los rangos.

#### Información y logística.

Este aspecto principal tiene como objetivo evaluar la gestión y disponibilidad, en la entidad, de la información necesaria para la toma de decisiones relativas al mantenimiento.

De esta forma, se persigue verificar el control de los siguientes subaspectos:

1. Control del universo de áreas y equipos, responsabilidad de los SSTT que gestiona el mantenimiento. optimo \_\_\_\_ . bueno \_\_\_\_ . deficiente \_\_\_\_ .
2. Control de las áreas y equipos, su ubicación geográfica y jerarquía en la instalación. optimo \_\_\_\_ . bueno \_\_\_\_ . deficiente \_\_\_\_ .
3. Control de las características adquisitivas, técnicas y de funcionamiento, planos, componentes y repuestos, así como cualquier nota o aclaración relevante del equipo. optimo \_\_\_\_ . bueno \_\_\_\_ . deficiente \_\_\_\_ .
4. El control del valor de compra de cada equipo. optimo \_\_\_\_ . bueno \_\_\_\_ . deficiente \_\_\_\_ .
5. Control de la información sobre el proveedor del equipo. optimo \_\_\_\_ . bueno \_\_\_\_ . deficiente \_\_\_\_ .
6. Control de terceros. optimo \_\_\_\_ . bueno \_\_\_\_ . deficiente \_\_\_\_ .
7. Control por parte del personal de SSTT del presupuesto de mantenimiento. optimo \_\_\_\_ . bueno \_\_\_\_ . deficiente \_\_\_\_ .
8. Control de los recursos humanos con que se cuenta. optimo \_\_\_\_ . bueno \_\_\_\_ . deficiente \_\_\_\_ .

9. Control de los recursos materiales. logística de almacén, que incluye stock mínimo de recursos. optimo \_\_\_\_ . bueno \_\_\_\_ . deficiente \_\_\_\_ .

Figura 2 Fragmento de encuesta a aplicar para determinar problemas de Gestión. Fuente: Fernández 2005. Ver Anexo 3

El segundo instrumento a utilizar es una **Hoja de Cálculo de Excel**, donde se colocan los valores asignados por el experto a cada indicador con su subaspecto correspondiente, de esto se encarga el investigador que lleva a cabo el procedimiento.

Al culminar se obtiene el Indicador General de la Gestión del Mantenimiento (IGGM), el cual nos proporciona un número que indica el comportamiento de la Gestión del Mantenimiento y en general el funcionamiento del Departamento de Servicios Técnicos.

The image shows an Excel spreadsheet with the following content:

- Row 2:** Title "HOJA DE CALCULO PARA DETERMINAR EL IGGM" in red.
- Row 5:** Section "Indicaciones:" in red.
- Row 6:** Instruction: "Solamente introduzca los valores, resultados de su evaluación, en las columnas G, de Evaluaciones, para los sub aspectos, en color azul." in blue.
- Row 7:** Instruction: "La evaluación de los aspectos será calculada por el programa." in red.
- Row 10:** Calculation box: "IGGM = 0 %".
- Row 12:** Section "RESUMEN DE LOS VECTORES JERARQUICOS" in red.
- Table (Rows 14-22):**

A	Aspectos Principales	V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A1	Información y Logística			
A2	Planificación de la Programación			
A3	Efectividad de los Mantenimientos			
A4	Costos			
A5	CCHH y protección			
A6	Informatización			
A7	Medio Ambiente			
A8	Cliente final			

Figura 3. Hoja de Cálculo del IGGM. Fuente: Fernández 2005. Ver Anexo 4

## 2.4 Diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto.

El **diagrama causa-efecto** es una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema.

Suele aplicarse a la investigación de las causas de un problema, mediante la incorporación de opiniones de un grupo de personas directa o indirectamente relacionadas con el mismo. Por ello, está considerada como una de las 7 **herramientas** básicas de la calidad, siendo una de las más utilizadas, sencillas y que ofrecen mejores

resultados. El diagrama causa-efecto se conoce también con el nombre de su creador, el profesor japonés **Kaoru Ishikawa** (diagrama de Ishikawa), o como el “diagrama de espina de pescado”.

Debe quedar claro que el diagrama causa-efecto no es una herramienta para resolver un problema, sino únicamente explicarlo, esto es, analizar sus causas (paso previo obligado si queremos realmente corregirlo).

Es una herramienta muy interesante para analizar todo tipo de problemas producidos en los procesos de producción o de servicio.

El diagrama causa-efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.

## **2.5 Bibliografía referida**

**Amador, M.G. 2009** .Metodología de la Investigación. 2009 .

**Anguita, J. C. 2003**.La encuesta como técnica de investigación. 2003.

**ARENAS, E. F. 2009a**.Indicador general para la gestión del mantenimiento. 2009a.

**Domenech, J.M. 2012**.Diagrama de Ishikawa. 2012.

**García, E.R. 2011**.Administración de Recursos Humanos. 2011.

**KNEZEVIC, J. 1996**.Mantenimiento. 1996.

**NIETO, S. 2009**.Mantenimiento Industrial. Historia del mantenimiento. 2009.

## CAPÍTULO 3

En el presente capítulo se dan a conocer los resultados de los análisis de los diferentes métodos y herramientas reflejados en el capítulo dos para la evaluación y control de la gestión del mantenimiento en los talleres de la UBS EQUIVAR.

### 3.1 Resultados de la aplicación de diferentes métodos y herramientas.

#### 3.1.1 Método de observación y entrevistas.

Luego de la aplicación inicial de métodos como el de observación directa y las entrevistas, se obtuvo una serie de problemas que afectan de una manera u otra al sistema de mantenimiento.

<i>Problemas</i>	<i>Comentarios</i>
<i>1-Falta de recursos para desarrollar su trabajo.</i>	<i>Lo mecánicos exponen que en ocasiones no hay suficientes piezas de repuestos.</i>
<i>2-Deterioro de los inmuebles.</i>	<i>Esto está dado a que muchas de estas máquinas de herramienta tienen muchos años de explotación.</i>
<i>3-falta de calificación en el personal de mantenimiento.</i>	<i>No existe un personal preparado para hacer estos mantenimientos.</i>
<i>4-Insuficiente aplicación del mantenimiento preventivo planificado.</i>	<i>No existe una planificación de los mantenimientos de estos equipos.</i>

*Tabla 3.1 Problemas iniciales*

#### 3.1.2 Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento. (MÉTODO ARENAS)

La aplicación del “*Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento*” da la posibilidad de efectuar un análisis del sistema de mantenimiento en los talleres de la UBS EQUIVAR, donde se pudo constatar algunos aspectos negativos

en los cuales es de gran importancia trabajar en su mejora y permite calcular el IGGM (Nivel de Gestión del Mantenimiento). (**Anexo 4**)

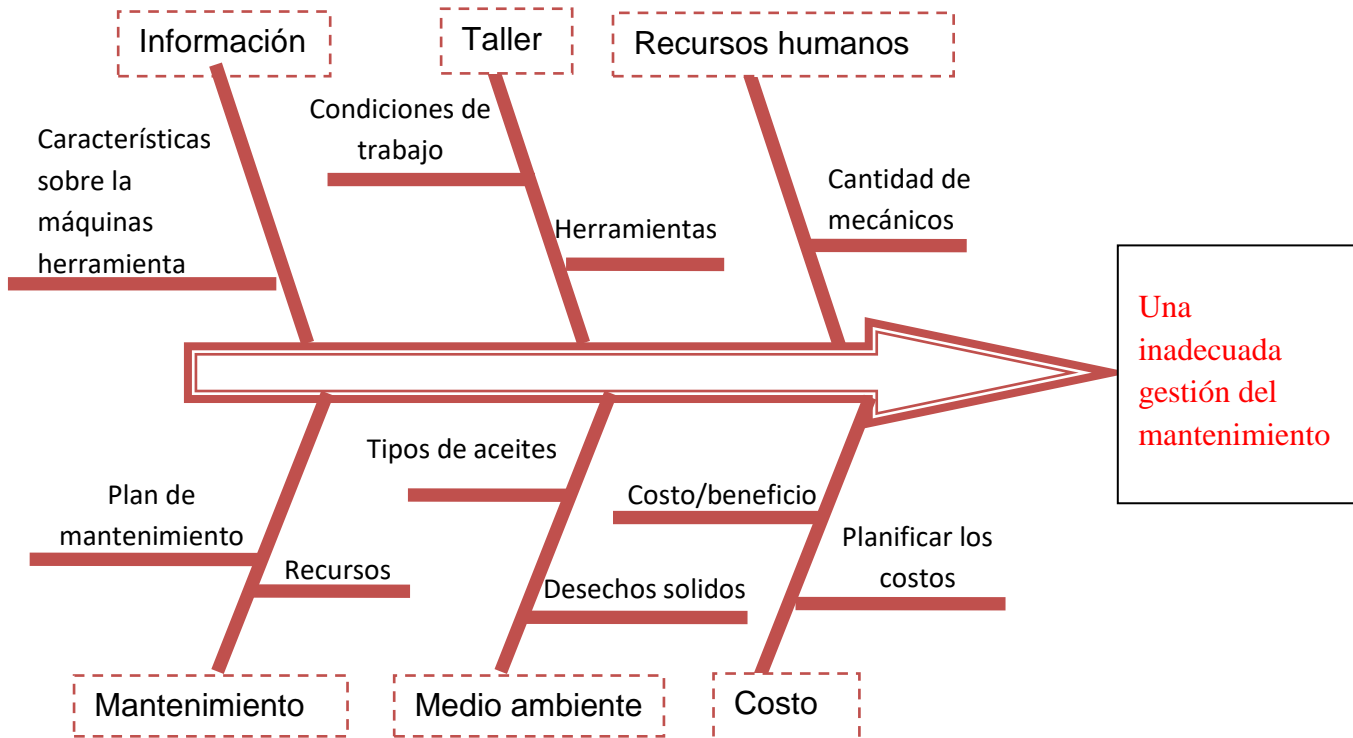
Información y Logística	Este aspecto se puede decir que no se tiene los recursos necesario para dar los mantenimientos, además de conocer poco la tecnología por los años de explotación que tienen.
Planificación de la Programación	No se tiene una planificación de los mantenimientos de cada uno de los equipos, se encuentran en la implementación de una norma para estos mantenimientos.
Efectividad de los Mantenimientos	No se realizan mantenimientos planificados solo se realizan mantenimientos correctivos cuando el equipo se rompe.
Costo	Cuando se realizan los mantenimientos correctivos se analizan los costos a través del sistema de talleres de la organización.
CCHH y protección	No existe una personal para realizar estos mantenimientos.
Informatización	No se tiene toda la información sobre estas herramientas de trabajo ya que esta tecnología es de más de 30 años.
Medio Ambiente	Existe una política de medio ambiente en la organización y cada uno de los equipos utilizan aceites para su refrigeración CASTROL
Cliente final	Existe un deterioro de las máquinas herramienta y se comenzó a realizar reparaciones capitales en los tornos.

*Tabla 3.2 Problemas en la gestión*



### 3.1.3 Diagrama de Ishikawa

Este diagrama tiene como objetivo explicar la relación existente entre los distintos métodos aplicados y demostrar la presencia del problema científico de este proyecto.



### 3.2 Operaciones a realizar en cada tipo de mantenimiento.

Luego de la aplicación de los distintos métodos de gestión del mantenimiento se brinda un modelo metodológico de Plan de Mantenimiento, que sirva para la elaboración de *planes específicos* según marcas y tiempo de explotación.

CICLOS DE MANTENIMIENTOS	Mantenimiento # 1: Revisión Diaria
	Mantenimiento # 2: 360 horas

### Mantenimiento # 1 (Revisión diaria)

- Limpieza exterior del Equipo.
- Revisar el sistema eléctrico.
- Comprobar existencia de salidero por uniones o mangueras.
- Completar el depósito de combustible.
- Revisar el nivel y estado del aceite de la bomba.

### Mantenimiento # 2 (Cada 360 horas)

- Realizar las operaciones del Mantenimiento # 1, más:
- Revisión estado de corrosión. (Eliminación de óxido en partes y piezas)
- Limpieza de contactos eléctricos de interruptores y magnéticos.
- Reapriete de uniones roscadas.
- Destapar la máquina y limpiar el polvo del interior con aire seco a presión moderada.
- Comprobar fecha vencimiento de los instrumentos de medición y control.
- Limpiar el filtro de aspiración.
- Limpiar cabeza de combustión respetando cuidadosamente la posición entre los electrodos-reflector y boquilla.
- Comprobar hermeticidad del depósito.
- Limpiar el depósito de combustible.
- Revisar desgaste de la boquilla de la pistola.
- Comprobar la presión del Gas-Oil (10 bar).

- Cambio de aceite de la bomba (20W40)
- Comprobar la presión de la válvula del bypass
- Comprobar las presiones de disparo de arranque y apagado del motor
- Comprobar el consumo del motor con los parámetros de fábrica.
- Es importante que cualquier operación debe ser realizada por un personal calificado y hay que
- desconectar de la red eléctrica el Equipo antes de cualquier operación que se ejecute.
- Engrasar rodamientos del motor eléctrico cada 720 hrs de trabajo y cambiar filtro de combustible.
- Antes de realizar cualquier tipo de operación en el equipo, es obligatorio consultar el manual de uso o explotación del fabricante

]

### 3.2 Propuesta de Plan de mantenimiento.

Tipo	Actividades a realizar	Frecuencia	Calificación del personal
<b>Revisión</b>	<p>En algunos casos se realiza con la separación parcial y limpieza de algunos mecanismos; los trabajos que pueden realizarse son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación de los mecanismos, cajas de velocidad, embragues, etc.</li> <li>• Comprobación del funcionamiento del Sistema de Lubricación</li> <li>• Comprobación del calentamiento no excesivo de las partes giratorias del equipo</li> <li>• Comprobación de las holguras entre las uniones móviles y regulación de los mismos</li> </ul>	32Horas	<p>Ajustador Reparador A</p> <p>Electricista A Mantenimiento</p>
<b>Pequeña Reparación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del equipo, y de las piezas de los mecanismos desmontados.</li> <li>• Desmontaje parcial del equipo de dos o tres mecanismos (embragues, husillos, etc.)</li> <li>• Desmontaje de tapas de caja de velocidades para su revisión y limpieza.</li> <li>• Operaciones de ajustes (rectificado de superficies de trabajo mediante escrepado, regulaciones de los cojinetes.</li> <li>• Comprobación de holguras entre árboles y cojinetes; sustitución de cojinetes.</li> </ul>	54 Horas	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontaje de embragues y cambio de discos de fricción y regulación</li> <li>• Sustitución de ruedas dentadas con dientes rotos o reparación de ser posible</li> <li>• Sustitución de elementos de fijación rotos o desgastados (chavetas, tornillos tuercas)</li> <li>• Comprobación de mecanismos de control y corrección de los defectos localizados</li> </ul> <p>Comprobación y reparación de sistema de lubricación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de las piezas que exigen su sustitución en la próxima reparación</li> <li>• Comprobación de la precisión</li> <li>• Prueba del equipo sin carga ( para verificar ruidos anormales , calentamiento excesivo)</li> </ul>		<p>Ajustador Reparador A</p> <p>Electricista A Mantenimiento</p> <p>Mecánico Maquinas Herramienta B</p>
<b>Reparación Media</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos previstos en la reparación pequeña</li> <li>• Desmontaje de mecanismos para reparar (cajas de velocidades, reductores, embragues, ruedas dentadas, mecanismos de piñón corona, etc.)</li> <li>• Pintura parcial del equipo</li> <li>• Comprobación de los parámetros de precisión de la máquina</li> </ul>	120Horas	<p>Ajustador Reparador A</p> <p>Electricista A Mantenimiento</p> <p>Mecánico Maquinas Herramienta B</p>
<b>Reparación General</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos previstos en la reparación media</li> <li>• Desmontaje o desarme total del equipo</li> </ul>	160 Horas	<p>Ajustador Reparador A</p>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sustitución o reparación del sistema de lubricación, hidráulico</li><li>• Comprobación de la precisión. Prueba de la máquina</li><li>• Pintura General</li></ul>	<p>Electricista A Mantenimiento</p> <p>Mecánico Maquinas</p> <p>Herramienta B</p>
--	--	---

## **CONCLUSIONES.**

1. Con este trabajo se ha conseguido realizar un estudio exhaustivo de la gestión del mantenimiento, mediante la aplicación de métodos de evaluación de la gestión del mantenimiento.
2. Se pudo conocer que al evaluar la gestión del mantenimiento los mayores problemas se encuentran en los Indicadores de información y logística, la no existencia de una planificación de los mantenimientos de cada uno de los equipos, además no se realizan mantenimientos planificados solo se realizan mantenimientos correctivos cuando el equipo se rompe y la existencia de un deterioro de las máquinas herramienta por lo que se comenzó a realizar reparaciones capitales en los tornos.
3. Se realizó la elaboración de un plan de mantenimiento para que queden como caso de estudio para la futura confección de los restantes.
4. Se detectó un grupo de problemas de gran importancia que obstaculizan la eficiente realización de la actividad del mantenimiento.

## RECOMENDACIONES

1. Se hace indispensable la implementación de un software para la gestión del mantenimiento para poder tener registro de la actividad realizada y necesaria de cada máquina de herramienta.
2. Es necesario hacer una mejor gestión de la compra de herramientas de trabajo, para fomentar la aplicación de un mantenimiento ÓPTIMO.
3. La dirección de la Empresa deberá hacer énfasis en la futura confección de los planes de mantenimientos correspondientes a cada máquina de herramienta.



## BIBLIOGRAFÍA

- Aldabal, Patxi. 2002.** Evolución técnica de la máquina-herramientas. . [En línea] 1 de 2 de 2002. [Citado el: 9 de 2 de 2020.] [www.demaquinasyherramientas.com](http://www.demaquinasyherramientas.com).
- Amador, M.G. 2009 .***Metodología de la Investigación.* 2009 .
- Anguita, J. C. 2003.***La encuesta como técnica de investigación.* 2003.
- ARENAS, E. F. 2009a.***Indicador general para la gestión del mantenimiento.* 2009a.
- ARIAS-PAZ. 1997.***Manual de automóviles.* 1997.
- Domenech, J.M. 2012.***Diagrama de Ishikawa.* 2012.
- Fernández, Emilio Arenas. 2009.***Procedimiento de Evaluación y Control para Gestión del Mantenimiento en Hoteles, mediante Indicador General”.* Matanzas : s.n., 2009.
- García, E.R. 2011.***Administración de Recursos Humanos.* 2011.
- GRANDE, C. P. D. E. T. D. R. 2007.***Mantenimiento-Definiciones. Objetivos.* 2007.
- <http://www.mescorza.com/manten/mantenimiento/definicion.htm>. [En línea] [Citado el: 9 de abril de 2020.]
- KNEZEVIC, J. 1996.***Mantenimiento.* 1996.
- Monchy, Francois. De Simón Manuel Fraxanet. 1990.***Teoría y Práctica del Mantenimiento.* Espana : s.n., 1990.
- NIETO, S. 2009.***Mantenimiento Industrial. Historia del mantenimiento.* 2009.
- Palencia, Ing Olivero garcía. 2014.** Tendencias actuales en mantenimiento industrial. *Tendencias actuales en mantenimiento industrial.* [En línea] Abril de 2014. [www.reporteroindustrial.com](http://www.reporteroindustrial.com).

**Sarzosa, ING. Rodrigo. 2005.***Documentación de cátedra de materia de Mantenimiento Productivo Total (TPM).* 2005.

## ANEXOS

### Anexo1. Estado Técnico de la Máquinas Herramienta de la UBS EQUIVAR.

<i>Tipos</i>	<i>Estado técnico</i>		
	<i>B</i>	<i>R</i>	<i>M</i>
<i>Torno Universal</i>			<i>x</i>
<i>Torno Universal</i>		<i>x</i>	
<i>Torno Universal</i>		<i>x</i>	
<i>Torno Universal</i>		<i>x</i>	
<i>Torno Universal</i>		<i>x</i>	
<i>Torno Universal</i>		<i>x</i>	
<i>Taladro Radial</i>		<i>x</i>	
<i>Taladradora de Columna</i>		<i>x</i>	
<i>Recortador</i>		<i>x</i>	
<i>Rectificadora Cilíndrica</i>		<i>x</i>	
<i>Rectificadora Plana</i>		<i>x</i>	
<i>Rectificadora de Cigüeñales</i>		<i>x</i>	
<i>Fresadora Universal</i>		<i>x</i>	
<i>Fresadora Universal</i>		<i>x</i>	
<i>Segueta Eléctrica</i>		<i>x</i>	
<i>Afiladora</i>		<i>x</i>	
<i>Torno para Soldadura Especial</i>		<i>x</i>	
<i>Torno Paralelo</i>		<i>x</i>	
<i>Torno Universal</i>	<i>x</i>		
<i>Mandriladora Vertical</i>			<i>x</i>
<i>Mandriladora de Bloc</i>			<i>x</i>
<i>Desbrilladora de Bloc Manual</i>		<i>x</i>	
<i>Fresadora Universal</i>			<i>x</i>
<i>Rectificadora de válvulas</i>		<i>x</i>	
<i>Taladro de Banco</i>		<i>x</i>	

<i>Taladro de Banco</i>		<i>x</i>	
<i>Prensa Hidráulica Manual</i>			<i>x</i>
<i>Rectificadora de Bandas</i>		<i>x</i>	
<i>Remachadora Neumática</i>	<i>x</i>		
<i>Prensa Térmica</i>	<i>x</i>		
<i>Banco de Pruebas Bomba Inyección</i>	<i>x</i>		
<i>Banco Prueba MA/Alter</i>			<i>x</i>
<i>Recortador</i>		<i>x</i>	
<i>Prensa Hidráulica Eléctrica.</i>		<i>x</i>	

## Anexo 2. Características de las máquinas herramienta de la UBS EQUIVAR

No	Tipo	País	Modelo	Parámetros Fundamentales
1	Torno Universal	URSS	163	Torno Paralelos de cilindrar y Roscar, con Volteo > 500mm, <_800mm
2	Torno Universal	Bulgaria	C11MT	Altura de puntos 250mm, distancia entre puntos 2000mm, diámetro máximo de volteo 517mm
3	Torno Universal	Bulgaria	C11MT	Altura de puntos 250mm, distancia entre puntos 2000mm, diámetro máximo de volteo 517mm
4	Torno Universal	Bulgaria	C11MT	Altura de puntos 250mm, distancia entre puntos 2000mm, diámetro máximo de volteo 517mm
5	Torno Universal	Bulgaria	C11MB	Dist entre puntos 1000mm, volteo 250mm, desplaz transversal del carro 212mm, 4 cuchillas en porta herramienta
6	Torno Universal	Ingles	Harrison M450	
7	Taladro Radial	URSS	2 A 554	Ancho= 2630mm alto= 2665 momento tirante<300kfm, diam máx. a taladrar acero 50mm, hierro fundido 53 mm
8	Taladro de Columna		Bimak 32 me	Distancia de la mesa al husillo 620mm, diam. de la broca 25mm
9	Recortador	URSS	GT 7307	Carrera de la corredera máxima 720mm, mínima 20mm
10	Rectificadora Cilíndrica	Bulgaria	SU 321	Diam máximo a rectificar exterior 320mm, interior 100mm
11	Rectificadora Plana	URSS	3G722-B	Dist eje husillo hasta sup de trabajo: mínima 210 máxima 625, Desplaz vertical máximo 465mm, Frecrot del husillo 1460 min <sup>-1</sup> , dimens máx. de pieza a maquinar: long 1250mm, ancho 320mm, alto 400mm
12	Rectificadora de Cigüeñales	URSS	3B423	Altura ejes husillo 1600, Batimienti radial 50, avance transversal desbaste 0.4mm/min, Frecrot pieza 85min <sup>-1</sup> , olea husillo diam 25 mm, diam de la muela 900mm,
13	Fresadora	Bulgaria	FG 321	Dimensiones de la mesa 320 x 1370 mm,

	<i>Universal</i>			<i>accesorios: mordaza, cabezal divisor, mesa divisora</i>
14	<i>Fresadora Universal</i>	<i>Italia</i>	<i>Zeus UF-1</i>	<i>Long automática 800mm, avance manual 10 % 750, avance rápido 900mm, Distancia 0 % 400mm, cono 150 % 40, dimensión mesa 1100 x 260 mm</i>
15	<i>Segueta Eléctrica</i>	<i>Italia</i>	<i>E 300</i>	
16	<i>Afiladora</i>	<i>URSS</i>	<i>3E642</i>	<i>Diam mayor a montarse 250mm, largo mayor 630mm, ángulo de giro superficial horizontal 0 % 45</i>
17	<i>Torno para Soldadura Especial</i>	<i>Cuba</i>	<i>Criollo</i>	
18	<i>Torno Paralelo</i>	<i>Italia</i>	<i>Exelsior Akron 180</i>	<i>Avance long y transv 160, Dist entre puntos 800m = 1265 % 1355kg, 1000m = 1315 % 1405kg, 1500m = 1440 % 1530kg, diámetro máximo de volteo 360mm</i>
19	<i>Torno Universal</i>	<i>URSS</i>	<i>16 K 20</i>	
20	<i>Madrinadora Vertical</i>	<i>Italia</i>	<i>Tecnodu e WZ 160</i>	<i>Veloc. de rot 150 % 450rpm, retorno rápido 1400mm, Avance por giro 0.05mm, largo 1400, ancho 870, alto 1950</i>
21	<i>Mandrinadora de Bloc</i>	<i>Italia</i>	<i>Berco</i>	
22	<i>Desbrilladora de Bloc Manual</i>	<i>URSS</i>	<i>229-T3</i>	
23	<i>Fresadora Universal</i>	<i>URSS</i>	<i>6 P 82</i>	
24	<i>Rectificadora de válvulas</i>	<i>España</i>	<i>PEG 236</i>	
25	<i>Taladro de Banco</i>	<i>Alemania</i>	<i>Heckert</i>	<i>Frecrot 2160 % 540 rpm, diam de la mazorca 2.0 % 20 mm, Desl máx. husillo a mesa 450mm</i>
26	<i>Taladro de Banco</i>	<i>Alemania</i>	<i>Heckert</i>	<i>Frecrot 2160 % 540 rpm, diam de la mazorca 0.2 % 20 mm, Desl máx. husillo a mesa 450mm</i>
27	<i>Prensa Hidráulica Manual</i>	<i>URSS</i>	<i>OKC 1671M</i>	
28	<i>Rectificadora de</i>	<i>URSS</i>	<i>UKT G</i>	

	<i>Bandas</i>		<i>P117</i>	
29	<i>Remachadora Neumática</i>	<i>URSS</i>	<i>P 335</i>	<i>Presión trabajo 0.5 Mp, carrera máx. vástago &lt; 35mm, lago420, ancho470, alto585</i>
30	<i>Prensa Térmica</i>	<i>Cuba</i>	<i>Criolla</i>	<i>Temperatura 250 °C, presión 400 kgf/cm<sup>2</sup></i>
31	<i>Banco de Pruebas Bomba Inyección</i>	<i>Italy</i>	<i>ODOLIN I WT 103</i>	
32	<i>Banco Prueba MA/Alter</i>	<i>URSS</i>	<i>E-240</i>	
33	<i>Recortador</i>	<i>Italia</i>	<i>Exelsior</i>	<i>Avance 0 % 510, Labor 0 % 90, carrera de trabajo de la corredera máxima 500mm mínima 10mm</i>
34	<i>Prensa Hidráulica Eléctrica.</i>	<i>URSS</i>		

### **Anexo 3 Propuesta detallada con clave, para evaluar aspectos y subaspectos.**

Propuesta detallada con clave, para evaluar aspectos y subaspectos.

#### INFORMACIÓN Y LOGÍSTICA.

Este aspecto principal tiene como objetivo evaluar la gestión y disponibilidad, en la entidad, así como el control de la información necesaria para la toma de decisiones relativas al mantenimiento.

De esta forma, se persigue verificar el control de los siguientes subaspectos:

Control del universo de áreas y equipos, responsabilidad de los SSTT que gestiona el mantenimiento.

Óptimo \_\_9\_\_. Bueno \_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_.

Control de las áreas y equipos, su ubicación geográfica y jerarquía en la instalación.

Óptimo \_\_9\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_.

Control de las características adquisitivas, técnicas y de funcionamiento, planos, componentes y repuestos, así como cualquier nota o aclaración relevante del equipo.

Óptimo \_\_9\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_.

El control del valor de compra de cada equipo.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_7\_\_. Deficiente \_\_\_\_.

Control de la información sobre el proveedor del equipo.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_6\_\_.

Control de Terceros.



Óptimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_\_\_ . Deficiente \_6\_\_.

Control por parte del personal de SSTT del Presupuesto de Mantenimiento.

Óptimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_\_\_ . Deficiente \_6\_\_.

Control de los recursos humanos con que se cuenta.

Óptimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_\_\_ . Deficiente \_6\_\_.

Control de los recursos materiales. Logística de Almacén, que incluye stock mínimo de recursos.

Óptimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_\_\_ . Deficiente \_6\_\_.

CLAVE DE EVALUACIÓN:

ÓPTIMO: 9 - 10

BUENO: 7 - 8

DEFICIENTE: 6

SISTEMAS DE MANTENIMIENTOS, PLANIFICACION Y PROGRAMACION

En este aspecto principal tiene como objetivo controlar la existencia de una forma de planificación del mantenimiento con sus tipos de planes. Como se aplicarán a las áreas y equipos, responsabilidad de los SSTT que gestiona el mantenimiento.

Control del tipo de organización del mantenimiento que se aplica en la entidad al universo de equipos y áreas.

Productivo Total

Centrado en la Fiabilidad.

Centrado en los Costos.

Alternativo

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_6\_.

Control de áreas o equipos con los tipos de mantenimiento.

Correctivos.

Preventivos Planificados.

Predictivos

Óptimo \_\_ \_\_. Bueno \_\_8\_\_. Deficiente \_\_\_\_.

Control del estado de los planes de mantenimiento.

Óptimo \_\_ \_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_6\_\_.

Control de las órdenes de trabajos ejecutados y por ejecutar.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_7\_\_. Deficiente \_\_\_\_.

Control del personal que ha intervenido el equipo.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_5\_\_.

Control de los tiempos de paro.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_8\_\_. Deficiente \_\_\_\_.

Control de los modos de fallo y sus causas.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_8\_\_. Deficiente \_\_\_\_.

Control de los tiempos de funcionamiento.

Óptimo \_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_6\_\_.

Diseño y control de las señales de alarma.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_6\_.

CLAVE DE EVALUACIÓN:

ÓPTIMO: 9 - 10

BUENO: 7 - 8

DEFICIENTE: 6

EFICACIA Y EFECTIVIDAD DE LA PLANIFICACION DE LOS MANTENIMIENTOS.

Este aspecto principal tiene como objetivo definir la efectividad de la aplicación de las medidas de mantenimiento implementadas en los planes.

Disponibilidad total de los Equipos (DTE)

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_8\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Disponibilidad total de Áreas (DTA)

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_8\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Aprovechamiento de los equipos (AE)

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_. Deficiente \_\_6\_\_.

CLAVE DE EVALUACIÓN:

ÓPTIMO (más del 90%): 9 - 10

BUENO (85% - 90%): 7 - 8

DEFICIENTE (menos del 85%): 6

4. COSTOS.

En el área de mantenimiento es recomendable controlar una serie de índices relativos a los costos asociados a la misma; dentro de ellos se deben considerar los que se detallan a continuación:

Costo relativo con personal propio/ Costo de SSTT

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_7\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Costo relativo con material / Costo de SSTT

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_7\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Costo de mano de obra externa / Costo de SSTT

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_6\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Inmovilizados en repuestos/ costo de SSTT.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_6\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Costo de SSTT /Valor de Ventas

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_7\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Costo de SSTT / habitación

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_7\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

CLAVE DE EVALUACIÓN:

ÓPTIMO (más del 90%): 9 - 10

BUENO (85% - 90%): 7 - 8

DEFICIENTE (menos del 85%): 6

## 5. SOBRE EL CAPITAL HUMANO EN EL AREA DE SSTT Y LA PROTECCION DE ESTOS.

Todos los mecanismos de control de mano de obra, deben ser orientados en el sentido de obtener mayor aprovechamiento de los recursos humanos disponibles como un todo, como también propiciar, al personal, mayor seguridad y satisfacción en el desempeño de sus atribuciones.

En este aspecto principal se propone considerar los subaspectos o indicadores siguientes:

Capacitación y recalificación del personal de mantenimiento.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_6\_\_\_\_\_.

Nivel de fluctuación de la mano de obra de mantenimiento.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_7\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Índice de Frecuencia (IF) de Accidentes en el área de SSTT y gravedad de Accidentes.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_8\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Tener definido los riesgos.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_8 \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Tener definidas las medidas de protección en función de los riesgos.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_7\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Aplica los Procesos de Gestión de la Seguridad Basado en el comportamiento (PGSBC) y determina el Índice de Seguridad Basado en el Comportamiento (IS)

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_8\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

CLAVE DE EVALUACIÓN:

ÓPTIMO: 9 - 10

BUENO: 7 - 8

DEFICIENTE: 6

## 6. INFORMATIZACION.

La informatización de un Sistema Integral de Gestión de Mantenimiento, cada día se hace más necesaria, por lo que la evaluación de este aspecto principal deberá contemplar:

Informatización de la información técnica de Mantenimiento.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_5\_\_.

Informatización del Sistema de Mantenimiento Correctivo.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_5\_\_.

Informatización del Sistema de Mantenimiento Preventivo/Predictivo.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_6\_\_.

Informatización del Sistema de Paradas programadas.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_6\_\_.

Informatización del Sistema de Seguimiento y Control de la Gestión del Mantenimiento.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_6\_\_.

Interfaz con otras aplicaciones informáticas.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_6\_\_.

Suministrador y cumplimiento de las normas de seguridad informática.

Óptimo \_\_9\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

CLAVE DE EVALUACIÓN:

ÓPTIMO: 9 - 10

BUENO: 7 - 8

DEFICIENTE: 6

## 7. MEDIO AMBIENTE.

Un adecuado sistema de control medio ambiental es determinante en la Gestión de la actividad de mantenimiento y es además el área de SSTT la encargada de los procesos de saneamiento de la instalación.

Reciclaje de residuales líquidos.

Óptimo \_\_9\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Reciclaje de residuales sólidos.

Óptimo \_9\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Utilización de recursos biológicos de control.

Óptimo \_\_9\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Utilización de recursos químicos de control.

Optimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_8\_\_. Deficiente.

Tiene la condición de Empresa Ecológica, aspira y se prepara o no se prepara.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_7\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

CLAVE DE EVALUACIÓN:

ÓPTIMO: 9 - 10

BUENO: 7 - 8

DEFICIENTE: 6

## 8. OPINION DEL CLIENTE FINAL.

Para apreciar una adecuada gestión de la calidad de los servicios, es indispensable conocer el criterio del cliente final.

Por regla las encuestas, que no son realizadas por el área de SSTT y no reflejan intencionalmente la evaluación de la gestión de los SSTT, por lo que este aspecto deberá ser controlado siempre.

Control del número de quejas relacionadas por la gestión de SSTT.

Óptimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_8\_\_ . Deficiente \_\_\_\_.

Índice de satisfacción del cliente donde incide la gestión de SSTT (ISST)

Óptimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_8\_\_ . Deficiente \_\_\_\_.

$ISST = \# \text{ de quejas correspondientes a la actividad de SSTT} / \# \text{ total de quejas}$

CLAVE DE EVALUACIÓN PARA EL ITEMS 1:

ÓPTIMO: 9 - 10

BUENO: 7 - 8

DEFICIENTE: 6

CLAVE DE EVALUACIÓN PARA EL ITEMS 2:

ÓPTIMO (menos del 5%): 9 - 10

BUENO (DEL 6% al 10%): 7 - 8

DEFICIENTE (más del 10%): 6



## Anexo 4. Hoja de cálculo para determinar el IGM

### HOJA DE CALCULO PARA DETERMINAR EL IGM

#### Indicaciones:

Solamente introduzca los valores, resultados de su evaluación, en las columnas G, de Evaluaciones, para los sub aspectos, en color azul. La evaluación de los aspectos será calculada por el programa.

<b>IGGM =</b>	<b>73.3697898</b>	<b>%</b>
---------------	-------------------	----------

#### RESUMEN DE LOS VECTORES JERARQUICOS

A	Aspectos Principales	V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A1	Información y Logística	0.144	7.358	1.060
A2	Planificación de la Programación	0.209	6.751	1.411
A3	Efectividad de los Mantenimientos	0.114	7.600	0.866
A4	Costos	0.116	6.744	0.782
A5	CCHH y protección	0.098	7.315	0.717
A6	Informatización	0.036	6.137	0.221
A7	Medio Ambiente	0.125	8.133	1.017
A8	Cliente final	0.157	8.000	1.256
				<b>7.330</b>

Sub Aspectos		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A1	Información y Logística			
1.1	Control del universo de ...	0.08	9	0.693
1.2	Control de las áreas y equipos ...	0.18	9	1.593
1.3	Control de las características ...	0.18	9	1.593
1.4	Control del Valor de compra.	0.07	7	0.497
1.5	Control del proveedor.	0.04	6	0.252
1.6	Control de terceros.	0.07	6	0.408
1.7	Control del presupuesto.	0.16	6	0.942
1.8	Control de los RRHH	0.07	6	0.390
1.9	Control recursos y logística almacén	0.17	6	0.990
				<b>7.358</b>

Sub Aspectos		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A2	Planificación de la Programación			
2.1	Control del tipo de organización...	0.16	6	0.936
2.2	Control de tipos de mtto por áreas y...	0.17	8	1.328
2.3	Control estado de los planes de mtto.	0.17	6	0.996
2.4	Control de órdenes de trabajo ...	0.04	7	0.308
2.5	Control del personal ...	0.04	5	0.215
2.6	Control de los tiempos de paro.	0.05	8	0.368
2.7	Control de los modos de fallos y ...	0.17	8	1.328
2.8	Control de los tiempos de ...	0.05	6	0.306
2.9	Diseño y control de señales alarmas.	0.16	6	0.966
				<b>6.751</b>

Sub Aspectos		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A3	Efectividad de los Mantenimientos			
3.1	Disponibilidad del equipo.	0.4	8	3.200
3.2	Disponibilidad del área.	0.4	8	3.200

<b>3.3</b>	Aprovechamiento del equipo/área	0.2	6	1.200
------------	---------------------------------	-----	---	-------

**7.600**

<b>Sub Aspectos</b>		<b>V. Saaty</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderación</b>
<b>A4</b>	<b>Costos</b>			
<b>4.1</b>	Personal propio/Costo SSTT	0.243	7	1.701
<b>4.2</b>	Material/Costo SSTT	0.071	7	0.497
<b>4.3</b>	Mano de obra externa/Costo SSTT	0.192	6	1.152
<b>4.4</b>	Inmovilizado repuestos/Costos SSTT	0.071	6	0.426
<b>4.5</b>	Costos SSTT/Valor de Ventas	0.212	7	1.484
<b>4.6</b>	Costos SSTT/Habitación	0.212	7	1.484

**6.744**

<b>Sub Aspectos</b>		<b>V. Saaty</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderación</b>
<b>A5</b>	<b>CCHH y protección</b>			
<b>5.1</b>	Capacitación del personal de SSTT.	0.196	6	1.176
<b>5.2</b>	Fluctuación del personal de SSTT.	0.219	7	1.533
<b>5.3</b>	Índice de frecuencias de accidentes	0.14	8	1.120
<b>5.4</b>	Definición de riesgos.	0.072	8	0.576
<b>5.5</b>	Medidas de protección en base riesgos	0.074	7	0.518
<b>5.6</b>	Aplica PGSBC y IS	0.299	8	2.392

**7.315**

<b>Sub Aspectos</b>		<b>V. Saaty</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderación</b>
<b>A6</b>	<b>Informatización</b>			
<b>6.1</b>	... de la información técnica de mtto.	0.127	5	0.635
<b>6.2</b>	... del sistema de mtto correctivo.	0.186	5	0.930
<b>6.3</b>	... sist. de mtto. preventivo/predictivo.	0.141	6	0.846
<b>6.4</b>	... sist. de paradas programadas.	0.083	6	0.498
<b>6.5</b>	... seguimiento y control ...	0.255	6	1.530
<b>6.6</b>	Interfaces con otras aplicaciones.	0.055	6	0.330
<b>6.7</b>	Seguridad informática	0.152	9	1.368

**6.137**

<b>Sub Aspectos</b>		<b>V. Saaty</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderación</b>
<b>A7</b>	<b>Medio Ambiente</b>			
<b>7.1</b>	Reciclaje residuales líquidos	0.163	9	1.467
<b>7.2</b>	Reciclaje residuales sólidos	0.181	9	1.629
<b>7.3</b>	Recursos biológicos de control	0.157	9	1.413
<b>7.4</b>	Recursos químicos de control	0.124	8	0.992
<b>7.5</b>	Condición Hotel Ecológico	0.376	7	2.632

**8.133**

<b>Sub Aspectos</b>		<b>V. Saaty</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderación</b>
<b>A8</b>	<b>Cliente final</b>			
<b>8.1</b>	No de quejas vinculadas con SSTT	0.333	8	2.664
<b>8.2</b>	Índice de satisfacción del cliente	0.667	8	5.336

**8.000**