

*Universidad de Matanzas  
Sede: "Camilo Cienfuegos"  
Facultad de Ciencias Técnicas*



**PRELIMINARES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DEL  
MANTENIMIENTO A LA ENTIDAD BCOI 28.**

**Trabajo de Diploma en Ingeniería Mecánica.**

**Autor: Francisco Averhoff Carmenate.**

*Matanzas, 2022*

*Universidad de Matanzas  
Sede: "Camilo Cienfuegos"  
Facultad de Ciencias Técnicas*



## **PRELIMINARES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO A LA ENTIDAD BCOI 28.**

**Trabajo de Diploma en Ingeniería Mecánica.**

**Autor: Francisco Averhoff Carmentate.**

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

**Co-Tutores: MSc. Ing. Lorenzo Ponjuán Acosta.**

**MSc. Ing. Robin Dallán Flores Padrón.**

*Matanzas, 2022*

## **DECLARACIÓN DE AUTORIDAD**

Por medio de la presente declaro que soy el único autor de este trabajo de diploma y, en calidad de tal, autorizo a la Universidad de Matanzas a darle el uso que estime más conveniente.

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Miembros del Tribunal:

---

Presidente

---

Secretario

---

Vocal

## RESUMEN

Muchas veces concebimos la construcción como una actividad económica separada, o aislada de otros aspectos de la realidad nacional o regional, y no es así, esta labor no es más que un servicio para la comunidad que solventa sus diversas necesidades, además, es una tarea que se realiza cada día más a nivel mundial. En Cuba entre las disímiles entidades dedicadas a la construcción que existen, se encuentra la ECMOT, dicha entidad posee sucursales en todo el municipio de Cárdenas, entre ellas está la BCOI 28, sitio donde tiene lugar esta investigación. El estudio de la actual situación evidencia que la tarea del mantenimiento de la entidad para sus equipos no es el más conveniente, por tanto en esta tesis para la solución de este problema, se realiza un detallado estudio acerca del mantenimiento, profundizando así en sus conceptos, tipos actuales y su importancia, buscando que llegue a ser lo más rentable posible, además se realiza un análisis de las fallas más comunes que se presentan, para así proponer una modificación al sistema de mantenimiento empleado.

**Palabras claves:** construcción; necesidades; mantenimiento; conveniente; importancia.

## **ABSTRACT**

Many times we conceive construction as a separate economic activity, or isolated from other aspects of the national or regional reality, and this is not the case, this work is nothing more than a service for the community that solves its various needs, in addition, it is a task which is being done more and more all over the world. In Cuba, among the dissimilar entities dedicated to construction that exist, is the ECMOT, said entity has branches throughout the municipality of Cárdenas, among them is the BCOI 28, site where this investigation takes place. The study of the current situation shows that the maintenance task of the entity for its equipment is not the most convenient, therefore in this thesis for the solution of this problem, a detailed study about maintenance is carried out, thus deepening its concepts, current types and their importance, seeking to become as profitable as possible, in addition, an analysis of the most common failures that occur is carried out, in order to propose a new maintenance system to be used.

**Keywords:** construction; needs; maintenance; convenient; importance.

## TABLA DE CONTENIDO

Introducción .....	1
Capítulo 1 Revisión Bibliográfica .....	4
1.1 Mantenimiento.....	4
1.1.1 Gestión del mantenimiento .....	4
1.1.2 Antecedentes.....	5
1.1.3 ¿Qué es Mantenimiento?.....	6
1.1.4 ¿Qué objetivos tiene?.....	7
1.1.5 ¿Qué importancia tiene? .....	7
1.1.6 Terminología básica del mantenimiento.....	8
1.2 Clasificaciones y Formas de Organización.....	10
1.2.1 Formas de Organización.....	10
1.2.2 Mantenimiento Preventivo.....	11
1.2.3 Mantenimiento Predictivo.....	13
1.2.4 Mantenimiento Correctivo.....	14
1.2.5 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.....	15
1.2.6 Mantenimiento Proactivo.....	15
1.2.7 Mantenimiento Productivo Total.....	16
1.2.8 El Mantenimiento Proactivo y Productivo Total.....	16
1.3 Mantenimiento a los equipos de la construcción.....	17
1.3.1 Evolución del Mantenimiento.....	18
1.3.2 Evolución del mantenimiento en Cuba.....	21
1.4 Los indicadores de gestión y de mantenimiento.....	23
1.4.1 Los que se usan en el mundo actual.....	23
Capítulo 2 Materiales y Métodos.....	28
2.1 Datos Generales de la Entidad BCOI 28.....	28
2.2 Caracterización de los SSTT en la Entidad BCOI 28.....	30
2.2.1 Indicadores de Gestión usados en la Entidad.....	32
2.2.2 Destino de las partes y piezas de uso que son retiradas.....	35
2.2.3 Destino de las partes y piezas irrecuperables.....	35
2.2.4 Condiciones específicas de las distintas áreas del taller.....	36
2.3 Procedimientos de mantenimiento automotor en la entidad.....	38
2.3.1 Sobre la elaboración de las Guías de Mantenimiento.....	40
2.4 Aplicación del Método Arenas y otros.....	41
2.4.1 Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento.....	41
2.4.2 Método de expertos.....	41
2.4.3 Entrevista.....	42
2.4.4 Diagrama de Ishikawa.....	43
2.5 Los equipos, problemas y las fallas problemáticas.....	44
Capítulo 3 Análisis de los Resultados.....	45
3.1 Análisis y resultados de los métodos empleados.....	45
3.1.1 Resultados del Método de Expertos.....	45
3.1.2 Hoja de cálculo para determinar el IGGM.....	46
3.1.3 Resultados de la entrevista.....	51
3.1.4 Diagrama de Ishikawa.....	52

3.2 Planes de medidas de gestión.....	53
3.3 Propuesta de Plan de Mantenimiento.....	54
Conclusiones .....	56
Recomendaciones .....	57
Referencias Bibliográficas .....	58
Anexos .....	64

## INTRODUCCIÓN

La constante búsqueda de la eficiencia y competitividad enfrenta a la industria moderna a mayores y nuevos desafíos. La construcción no está ajena a este desafío y constantemente debe desarrollar, perfeccionar y modernizar, sus procesos constructivos, involucrando en estos cambios a sus equipos y personal (Ventura, 2016).

Para diseñar un proceso de mejora de cualquier tipo, uno de los elementos importantes a tener en cuenta es conocer el estado real del proceso que se analizó, para ello es necesario elaborar un diagnóstico. Debido a esto, es necesario realizar acciones para contar con metodologías que permitan obtener resultados fiables aplicados al campo de estudio (Villar-Ledo et al., 2019Villar-Ledo et al., 2019).

El mantenimiento adecuado de los equipos y la estrategia de gestión son las únicas forma de evitar y reducir las averías o fallas de los equipos. Este mantenimiento adecuado sobre el equipo ayudará a mantener este en buen estado y en condiciones de servicio en todo momento y permitirá la finalización oportuna del proyecto de construcción, aumentando así la rentabilidad del proyecto de construcción (Patidar et al., 2021). Además, se reducirán los costos de mantenimiento debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de reparaciones por fallas imprevista (Rubio Pacheco, 2019).

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 (Denis, 2018).

Nuestro país se ha visto envuelto en una gran crisis económica desde la caída del antiguo Campo Socialista, trayendo esto consigo grandes afectaciones, especialmente de carácter financiero que aminoran la entrada de componentes necesarios para las reparaciones ya que estas tienen un alto valor en el mercado y producto de la crisis se nos hace prácticamente

imposible adquirirlas, creando consigo un atraso en la Gestión del Mantenimiento en toda la nación.

Una de las tantas instituciones que continúa en crisis, a la cual se le suma el período por la pandemia, es la Entidad BCOI 28, dicha Entidad tiene como uno de sus principales objetivos afianzarse en un programa de recuperación para la reanudación de la producción.

Como parte de este proceso, esta institución, ubicada en el municipio de Cárdenas provincia Matanzas, trabaja a día de hoy en la puesta en marcha de los equipos de construcción, pero para lograr una gestión eficiente y con buena calidad, que permita un mejor servicio y uso de los recursos, resulta indispensable tomar en consideración el cumplimiento de los principios de gestión de la calidad.

Hoy en la actualidad otro de los principales objetivos de la Entidad es la mejora e implementación de estrategias de Gestión de la Actividad del Mantenimiento, pues la gestión es deficiente o insuficiente.

Dicha Entidad cuenta con 102 equipos entre las distintas clasificaciones ya sea de transporte, construcción y complementarios, entre nuevos y con más de 35 años de explotación los cuáles en los últimos años no han recibido los mantenimientos adecuados y es por ello que hoy se encuentran la mayoría en mal estado técnico.

En este trabajo se quiere lograr un diagnóstico de la Gestión del Mantenimiento aplicando herramientas novedosas para el logro del mantenimiento.

Por lo anteriormente expuesto se plantea el siguiente **problema de investigación:**  
***Insuficiente gestión de mantenimiento en la Entidad BCOI 28.***

El **objetivo general** de la investigación es: Identificar problemas y adecuar la Gestión para el Mantenimiento de los equipos de la Entidad BCOI 28 propiciando la preparación hacia un Sistema Integral de Gestión de la misma.

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

1. Evaluar la gestión del mantenimiento en la Entidad BCOI 28.
2. Elaborar plan de medidas en función de la evaluación de la gestión del mantenimiento en la Entidad BCOI 28.
3. Definir las causas de los fallos y su criticidad en los equipos.
4. Determinar los Ciclos de Mantenimientos a aplicar.
5. Elaborar los planes de mantenimiento.

## CAPÍTULO 1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En el presente capítulo se abordará el tema de mantenimiento, su concepto, objetivos, e importancia, así como la evolución que ha tenido a lo largo de la historia hasta la actualidad, también se tratará como ha sido la evolución del mantenimiento aquí en nuestro país, y para culminar dar a conocer alguno de los indicadores de gestión más importantes en la actualidad.

### 1.1 Mantenimiento.

#### 1.1.1 Gestión del mantenimiento

Se enfoca en el desarrollo de procesos tales como planificación, programación, ejecución y control.

**Planificación** es el proceso mediante el cual se determinan los objetivos a lograr en la gestión de Mantenimiento y las estrategias de implementación que llevan a la consecución de los objetivos, basadas en políticas empresariales como son la estimación del costo, entre otros.

**Programación** se asocia con la estimación de tiempo y recursos, por medio de programas que establecen tiempos de inicio y terminación, para mejorar la disponibilidad de un equipo.

**Ejecución** se basa en la dirección y coordinación de esfuerzos del personal que realiza las actividades generadas a partir de la programación y planificación para el logro de los objetivos.

**Control** es el seguimiento de las instalaciones, equipos, personal y sistemas para que operen de forma adecuada, de acuerdo con parámetros de referencia. Además se debe realizar seguimiento y control de indicadores de mantenimiento, los cuales evidencian el porcentaje de consecución de los objetivos, bajo parámetros de políticas de la compañía (Rodríguez Niño, 2018).

### **1.1.2 Antecedentes.**

Desde la formación del Sistema Solar, se han llevado a cabo labores de mantenimiento, que permitían mantener las herramientas en funcionamiento. A finales del siglo XIX, n los inicios de la revolución industrial, los mismos operarios se encargaban de las reparaciones de la maquinaria, ya que se trataba de sistemas simples de fácil manipulación; a medida que las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación de tiempo a tareas de reparación se incrementaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento (Álvarez Moreira, 2020).

A raíz del advenimiento de la Primera Guerra Mundial y de la implantación de la producción en masa instituida por la compañía Ford Motor Company, las fábricas Optimización de los procesos de mantenimiento predictivo en las instalaciones del Palacio de las Artes Reina Sofía implantaron programas de producción mínimos con lo que apareció la necesidad de buscar la manera de crear equipos de mantenimiento que se encargarán de las reparaciones de la maquinaria en el menor tiempo posible. De esta manera, surgen los primeros equipos encargados del que hoy conocemos como Mantenimiento Correctivo (Andreoli, 2018).

Mientras se desarrollaba la Segunda Guerra Mundial, se desarrolla un avance importante mediante las aplicaciones militares principalmente en programas de mantenimiento preventivo consistiendo en la inspección de las naves. A mediados del siglo XX se inician ensayos de prueba del estado de la maquina verificando su condición y los repuestos de la maquinaria. Para los años 50 se distinguen dos líneas definidas del mantenimiento las cuales eran las técnicas de fiabilidad de equipos y las técnicas de verificación mecánicas, generando el mantenimiento predictivo. En 1955 los suecos W. Arponen y K. Swärd, citados en el mismo libro, con base en ideas que surgieron en EEUU iniciaron trabajo acerca del mantenimiento preventivo, el cual tuvo una evolución y sus resultados fueron expuestos para el año 1963 durante la Conferencia Internacional de Ingeniería de Instalaciones y Mantenimiento (Leguizamón Quijano et al., 2013).

Durante los 70's y los 80's nace "la calidad total" en Japón, estableciéndose el "Mantenimiento Productivo", basado en incrementar la confiabilidad de los equipos (cero fallas), involucrando al operador a efectuar parte del mantenimiento, desarrollando las gerencias (Ingeniería, Proyectos y Mantenimientos) para prevenir las fallas desde el diseño, adiestrando a los mantenedores de multioficios a través de programas de motivación personal y la utilización de metodologías de búsqueda de "causa – raíz" de las fallas de los equipos.

Desde los 90's hacia la actualidad se conjugan las filosofías del "Mantenimiento Productivo Total" (TPM) y el "Mantenimiento centrado en confiabilidad" MCC, que se resumen en "MANTENIMIENTO SIN DESPERDICIO O MANTENIMIENTO MUNDIAL" (Lam & Elida, 2010).

### **1.1.3 ¿Qué es Mantenimiento?**

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones.

Es el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente. Comprende todas aquellas actividades necesarias equipos e instalaciones en una condición particular (Muñis, 2011).

Según (García, 2009) el mantenimiento se puede describir como el conjunto de actividades cuya finalidad y objetivo es conservar todo bien capital en condiciones de eficiencia funcional que le permitan el más alto grado de fiabilidad.

#### **1.1.4 ¿Qué objetivos tiene?**

Entre los principales objetivos del mantenimiento podemos establecer:

- 1) El extender la vida útil del equipo evitando pérdidas económicas garantizando confianza y seguridad del equipo.
- 2) Alargar su tiempo de trabajo evitando desgastes generando un mayor tiempo de vida útil del equipo (Vizuete Lema, 2016).
- 3) Que el objeto de análisis brinde todo el tiempo sus prestaciones originales (Fdez. Arenas 2022).

#### **1.1.5 ¿Qué importancia tiene?**

El mantenimiento cumple funciones destinadas a una buena estabilidad de funcionamiento y desempeño de máquinas o equipos, además se encarga de realizar procesos de verificación, prevención y corrección, según sea el estado de cualquier sistema que necesite mantenimiento.

El mantenimiento incluye acciones preventivas y correctivas llevadas a cabo para conservar un sistema o restaurarlo al estado original, las estrategias de mantenimiento óptimas tienen por objeto proporcionar fiabilidad del sistema, disponibilidad y rendimiento de seguridad en lo más bajo posible los costes de mantenimiento.

***Una máquina que carece de registro de funcionamiento y planes de mantenimiento a realizar, tiene la probabilidad de durar un periodo corto de trabajo y su desempeño será mínimo comparado con maquinaria que tenga un cronograma específico y detallado.***

El mantenimiento desempeña trabajos enfocados a durabilidad de componentes que formen parte de sistemas en funcionamiento y alarga la vida útil según fechas y horas de trabajo que recomiende el manual de operación (Ayala Villareal, 2018).

### **1.1.6 Terminología básica del mantenimiento.**

A continuación, se definen diferentes términos básicos del mantenimiento usados en la industria:

1. **Accesorio:** Se puede decir que es todo elemento que forma parte de una máquina o sistema, y es un complemento de la máquina o sistema, y una vez definido es un producto o subproducto básico. Los accesorios pueden ser: arandelas, tuercas, tornillos, fusibles, resistencias, integrados, u otros.
2. **Ciclo de vida:** Tiempo durante el cual un bien o activo conserva su capacidad de operación esperada, y se tiene en cuenta desde el inicio cuando se adquiere el activo, hasta el final al momento de sustituirlo.
3. **Componente o pieza:** Es un dispositivo que puede formar parte de un circuito eléctrico, electrónico, mecánico. Ejemplos de componentes o piezas: engranaje, polea, rodamiento, correa, rotor eléctrico, amplificador, acoplador electrónico, batería, cables, correas, bandas y otros.
4. **Confiabilidad:** Se puede definir, como la capacidad de una máquina, equipo o sistema para cumplir funciones específicas o requeridas, bajo condiciones de operación dadas, en un tiempo o período determinado.
5. **Disponibilidad:** Es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo en el cual una máquina o equipo está disponible para cumplir la función para la cual fue diseñado y construido. Esto no implica necesariamente que esté operando o funcionando, sino que se encuentra en óptimas condiciones de operar.
6. **Equipo:** Se puede definir como el conjunto total de máquinas que son necesarias para cumplir un objetivo. Ejemplo: equipo de transporte de cereal; está compuesto por elevadores de cangilones, roscas transportadoras y tuberías.
7. **Evento de falla:** Aquella situación que se puede presentar anómala de carácter técnico detectada en un equipo.

8. Falla: Situación dada, afectando la capacidad de un equipo, de cumplir su función.
9. Función: Es todo aquello que la empresa, espera que el equipo cumpla con sus estándares de diseño y de desempeño.
10. Inspección: Actividades que se realizan en el mantenimiento preventivo, usando rutas definidas con cierta periodicidad y corta duración en el momento de revisar el equipo, máquina, donde normalmente se utilizan instrumentos de medición o los sentidos del ser humano, para verificar el buen funcionamiento del equipo, sin provocar que esto genere pararlo.
11. Lubricación: Actividades de mantenimiento preventivo, donde se adiciona un lubricante, con el objetivo de minimizar el contacto entre dos superficies, evitando así su desgaste.
12. Mantenibilidad: Es la facilidad de realizar tareas de mantenimiento en un equipo o máquina, para así devolver a sus condiciones de operación en el menor tiempo posible, utilizando procedimientos definidos.
13. Mantenimiento en parada: Acciones que se realizan solamente cuando el equipo o máquina está detenido o está en reposo.
14. Máquina: Es una combinación de piezas de materiales resistentes que tienen movimientos definidos y son capaces de transmitir o transformar energía.
15. Mecanismos: Es una combinación de piezas de materiales resistentes, cuyas partes tienen movimientos relativos restringidos.
16. Parámetro: Se considera como la variable por medir o cuantificar.
17. Pronóstico: Es el análisis de los síntomas de daños, para predecir la condición futura del equipo y su vida útil restante.
18. Parada general: Situación en la que a un conjunto de activos, se les realiza periódicamente una serie de revisiones, reparaciones, mejoras, cambios, etc., y

donde estas actividades están concertadas con los departamentos interesados y, por supuesto, están también programadas por un tiempo definido (Pérez Rondón, 2021).

## **1.2 Clasificaciones y Formas de Organización.**

### **1.2.1 Formas de Organización.**

Los contratiempos o desperfectos son algo común en todas las empresas aunque es posible reducirlos al mínimo con un buen plan de mantenimiento preventivo, el cual es posible una vez elaborada una lista de los equipos de la empresa, codificados y analizado el Modelo de Mantenimiento que mejor se ajusta a cada uno de ellos.

El plan de mantenimiento es un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar en una empresa para asegurar los niveles de disponibilidad que se hayan establecido. Es un documento vivo, pues sufre de continuas modificaciones, fruto del análisis de las incidencias que se van produciendo en la empresa y del análisis de los diversos indicadores de gestión (Garrido, 2010).

Según Fernández Arenas, los Tipos de Mantenimiento son dos, Reactivos y Proactivos.

Dentro de los Reactivos el más destacado es el Mantenimiento Correctivo o de Imprevistos.

De los Proactivos tendremos los Preventivos Planificados y los Predictivos.

Existen múltiples formas de organización de esos Tipos, donde ellos, son tipos y formas de organización también. Otras formas serían, Los Mantenimientos Centrados en los Costos, Los de Oportunidad, Los Centrados en la Confiabilidad, Los Productivos Totales y otros más.

### 1.2.2 Mantenimiento Preventivo.

Es aquel que se programa con anticipación para evitar fallas y para tener un adecuado funcionamiento de los equipos. Se realiza cada periodo de tiempo. Este mantenimiento permite que el equipo trabaje en condiciones óptimas (Llerena Butrón, 2019).

Según (Márquez, 2011) este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

Los **objetivos** más importantes de este tipo de mantenimiento son:

- Reducir las paradas imprevistas del equipo.
- Conserva la capacidad de trabajo de las máquinas.
- Contribuir al aumento de la productividad.
- Lograr que las máquinas funcionen ininterrumpidamente, a máxima eficiencia con desgaste mínimo prolongando al máximo su vida útil.
- Conservar en perfecto estado de funcionamiento los medios de producción con un costo mínimo.
- Elevar el nivel de utilización de las capacidades de producción.
- Aumentar la disponibilidad técnica a un costo razonable.
- Conservar o restituir a los equipos, máquinas e instalaciones el estado técnico que le permita su función productiva o de servicios (Espinosa Velásquez, 2014).

## **Ventajas del mantenimiento preventivo.**

El Mantenimiento preventivo bien proyectado y correctamente aplicado, proporciona beneficios a las empresas que sobrepasan los costos. Según Tumbaco (2017) entre las ventajas que ofrece su implementación se tiene:

- Reducción de paradas imprevistas de los equipos.
- Mejores condiciones de seguridad para operadores y maquinaria.
- Reparaciones a gran escala y mantenimientos repetitivos, presentes con menor frecuencia, obteniendo así menor carga de trabajo.
- Disminuye ocurrencias de productos rechazados, desperdicios y mejor control de calidad debido a la correcta adaptación del equipo.
- Lograr un mejor control del personal, materiales y equipos.
- Reducción de inversión capital, debido a que la necesidad de operaciones continúa hacia los equipos será inferior.
- Disminución de costos por concepto de horas extraordinarias, originados por reparaciones imprevistas.
- Aplazamiento de grandes desembolsos por reemplazos prematuros, debido a la conservación de activos y al incremento de su vida útil (Vaca & Quito, 2022).
- Además de esas tenemos:
  - Aumenta la vida útil de las máquinas, equipos, componentes e instalaciones.
  - Se disminuyen o se reducen, los niveles de inventarios de repuestos.
  - Se implementan buenas inspecciones de rutinas.
  - Se mejora el enfoque de contaminación ambiental. (Pérez Rondón, 2021).

### **1.2.3 Mantenimiento Predictivo.**

El mantenimiento predictivo consiste en la búsqueda de indicios o síntomas que permitan identificar una falla antes de que ocurra. Por ejemplo, la inspección visual del grado de desgaste de un neumático es una tarea de mantenimiento predictivo, dado que permite identificar el proceso de falla antes de que la falla funcional ocurra. Estas tareas incluyen: inspecciones (ej. Inspección visual del grado de desgaste), monitoreo (ej. vibraciones, ultrasonido), chequeos (ej. nivel de aceite)\* Tienen en común que la decisión de realizar o no una acción correctiva depende de la condición medida. Por ejemplo, a partir de la medición de vibraciones de un equipo puede decidirse cambiarlo o no. Para que pueda evaluarse la conveniencia de estas tareas, debe necesariamente existir una clara condición de falla potencial. Es decir, debe haber síntomas claros de que la falla está en el proceso de ocurrir (Villalobos Cachay, 2019).

Para (Fernández Álvarez, 2018) es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad.

Para ello, este mantenimiento identifica variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados.

### **Ventajas del Mantenimiento Predictivo.**

- Solo se detiene el equipo cuando sea estrictamente necesario.
- Aumento de la disponibilidad de la maquinaria.
- Mejora de la confiabilidad global.
- Menos pérdidas de materia prima por paradas no planificadas.
- Reducción del índice de intervenciones/año de los equipos.
- Se evitan los imprevistos.

- La detección incipiente de fallas evita reparaciones de alto costo o inoportunas y eventuales efectos graves o catastróficos.
- Reducción del gasto en repuestos.
- Se reduce la mano de obra.
- Se crea un historial del equipo y su tendencia para chequear su evolución en el tiempo.
- El mantenimiento está determinado por el estado real del equipo y no por suposiciones.
- La monitorización tiene como consecuencia la reducción de accidentes y el aumento de la seguridad (Castro Acevedo, 2022).

#### **1.2.4 Mantenimiento Correctivo.**

Por su parte el Mantenimiento Correctivo, se subdivide en aquel que se realiza inmediatamente después de la verificación de un fallo funcional (correctivo inmediato) y el mantenimiento correctivo diferido, que puede programarse, a diferencia del correctivo inmediato que se impone como necesidad de intervención no prevista para contrarrestar las consecuencias del fallo. Los une el hecho que, tanto el correctivo inmediato como el correctivo diferido, se ejecutan siempre a posteriori de un fallo (Sexto, 2017).

Concluye (Razzetto Canales, 2021) que es el tipo de mantenimiento que tiene como función el cambiar o corregir elementos averiados o con fallas de las máquinas o equipos para la industria, hoy en día la evolución de los procesos productivos hace que los equipos y las maquinas eléctricas estén dentro de sistemas de mantenimiento más avanzados como los preventivos, predictivos, actualizados, etc., en base a supervisiones y controles que evitan llegar al mantenimiento correctivo que termina ocasionando altos costos y pérdida de tiempo en la producción.

El mantenimiento correctivo tiene algunas **ventajas**.

- No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico.
- Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.
- Es imposible detectar la falla.
- No genera gastos fijos, solo se gasta dinero, cuando está claro que se necesita.
- A menor plazo se ofrece un buen resultado económico (Roso Sierra, 2022).

### **1.2.5 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.**

Esta estrategia, establece el proceso de selección de las tareas de mantenimiento programado (preventivo) con la eliminación de las causas de falla (proactivo) sobre la base del conocimiento del estado operativo de los equipos (predictivo). El objetivo es alcanzar máxima confiabilidad de la planta a través de un “proceso que determina lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúa desempeñando las funciones deseadas” (C., 2005).

### **1.2.6 Mantenimiento Proactivo.**

Es una filosofía moderna en la que el objetivo principal es aumentar el tiempo promedio entre fallas de la maquinaria (MTBF) y asegurar su confiabilidad, mediante la identificación de las causas de falla de la maquinaria, para controlarlas y tratar de eliminarlas, evitando que estas se conviertan en desgaste de la maquinaria. Utiliza herramientas como el Análisis de Causa de Falla y Efecto (FMECA), Análisis de Causa de Falla (RCFA) y principalmente el análisis de aceite para la identificación de esas causas de falla. El lubricante durante su operación recoge esas señales, además de las de la condición del equipo. Algunos estudios establecen que la implantación de esta filosofía en las estrategias de mantenimiento, puede ampliar la vida de los equipos hasta en 10 veces

comparado con su condición actual. Las prácticas proactivas pueden llevar a la modificación de elementos estructurales y al rediseño operativo del equipo para la eliminación de las fallas. El objetivo del Mantenimiento Proactivo es incrementar la vida de la maquinaria y asegurar su confiabilidad (C., 2005).

### **1.2.7 Mantenimiento Productivo Total.**

Incorpora la idea del auto-mantenimiento de los equipos por personal de producción y no exige alta especialización, pues se limita (en sus primeras etapas) a intervenciones de primer nivel (limpieza, engrase, sustituciones, ajustes, control del nivel del lubricante). En etapas avanzadas los operarios hacen diagnósticos preliminares sobre las fallas y se les da autonomía en la toma de decisiones. El objetivo del TPM, es hacer funcionar la maquinaria con máxima efectividad, disminuir pérdidas en la planta, ejecutar el mantenimiento de acuerdo con la vida del equipo, aumentar el tiempo entre fallas (MTBF), la meta del TPM es cero averías y cero defectos (C., 2005).

### **1.2.8 El Mantenimiento Proactivo y Productivo Total.**

Parecen conceptos diferentes, pero si analizamos “incrementar la vida de la maquinaria”, nos estamos refiriendo al mismo término de “aumentar el tiempo entre fallas” y si analizamos el concepto “asegurar la confiabilidad”, que significa que el equipo se desempeñe a la capacidad esperada dentro de las condiciones de operación, esto significa que el equipo debe operar con su máxima efectividad y producir calidad sin poner en riesgo la seguridad (C., 2005).

### 1.3 Mantenimiento a los equipos de la construcción.

- El mantenimiento reactivo se produce cuando su equipo se encuentra con un problema, como bajos niveles de aceite o problemas de rendimiento por contaminantes en el combustible. Aunque la máquina no se descomponga completamente, aun así experimentará suficientes problemas como para requerir servicio antes de que pueda trabajar a su mayor eficiencia. A menudo, el mantenimiento reactivo se produce después de una avería, lo que requiere una respuesta rápida al desafío para minimizar el tiempo de inactividad.
- Aunque este tipo de mantenimiento hará que su equipo vuelva a funcionar, no debe reaccionar a los problemas todo el tiempo. Hacerlo detendrá el trabajo con la máquina no funcional hasta que se arregle. Dependiendo de la gravedad del problema, este tiempo de reparación podría quitarle horas o días a su proyecto. En lugar de esperar a que partes de su flota salgan de servicio, considere tomar un enfoque más proactivo a través de un mantenimiento preventivo.
- La prevención de problemas ahorrará tiempo y dinero porque dará servicio a los equipos de construcción antes de que pierdan eficiencia y rendimiento. El mantenimiento regular del equipo ayudará a mantenerlo en condiciones óptimas. El mantenimiento preventivo debería ser su estrategia preferida porque en la industria de la construcción, hacer funcionar el equipo hasta el punto de fallar crea más problemas que el inconveniente menor del mantenimiento programado (Source).

Pero en las Empresas del MICONS y dentro de estas la entidad BCOI 28 es el mantenimiento conocido por otra nomenclatura.

Mantenimiento tipo A: Es el relacionado con el engrase solamente.

Mantenimiento tipo AB: Su función está ligada al cambio de aceite.

Mantenimiento tipo ABC: Este está referido al cambio de alguna pieza que haga falta cambiar específicamente y que no se realizó en ninguno de los mantenimientos mencionados anteriormente.

Mantenimiento tipo ABCD: Es el conocido como mantenimiento general.

Luego ya el ciclo comienza a repetirse a medida que avanza el tiempo de explotación de los equipos.

### **1.3.1 Evolución del Mantenimiento.**

#### **Primera generación.**

La primera generación cubre el período entre 1930 y la Segunda Guerra Mundial. En esta época la industria estaba poco mecanizada y por tanto los tiempos fuera de servicio no eran críticos, lo que llevaba a no dedicar esfuerzos en la prevención de fallos de equipos. Además al ser maquinaria muy simple y normalmente sobredimensionada, los equipos eran muy fiables y fáciles de reparar, por lo que no se hacían revisiones sistemáticas salvo las rutinarias de limpieza y lubricación. El único mantenimiento que se realizaba era el de “Reparar cuando se averíe”.

La primera generación tuvo como objetivo principal: reparar cuando se rompiera. Esto limitaba solamente a realizar un mantenimiento correctivo (Llerena Morera, 2016).

#### **Segunda generación.**

La Segunda Guerra Mundial provocó un fuerte aumento de la demanda de toda clase de bienes. Este cambio, unido al acusado descenso en la oferta de mano de obra que causó la guerra, aceleró el proceso de mecanización de la industria. Conforme aumentaba la mecanización, la industria comenzaba a depender de manera crítica del buen funcionamiento de la maquinaria. Esta dependencia provocó que el mantenimiento se centrara en buscar formas de prevenir los fallos y por tanto, de evitar o reducir los tiempos de parada forzada de las máquinas. Con este nuevo enfoque del mantenimiento, apareció el concepto de mantenimiento preventivo. En la década de los 60, éste consistía fundamentalmente en realizar revisiones periódicas a la maquinaria a intervalos fijos.

Además, se comenzaron a implementar sistemas de control y planificación del mantenimiento con el objetivo de controlar el aumento de los costos de mantenimiento y planificar las revisiones a intervalos fijos.

La segunda generación perseguía como objetivos: mayor disponibilidad de la planta, mayor vida de los equipos, y menor costo. Todo ello generó la planificación del mantenimiento, sistemas de control para el mantenimiento y la incorporación de la informática al mantenimiento a través de grandes ordenadores (Castellanos López, 2015).

### **Tercera generación.**

La tercera generación comienza en los años 80 y está vigente actualmente. En esta generación las expectativas del mantenimiento son lograr mayor disponibilidad y confiabilidad de la planta, mayor seguridad, garantizar la calidad del producto, minimizar los daños al medio ambiente, mayor vida de los equipos y mayor relación coste-eficacia.

El crecimiento continuo de la mecanización significa que los períodos improductivos tienen un efecto más importante en la producción, coste total y servicio al cliente. Esto se hace más latente con el movimiento mundial hacia los sistemas de producción justo a tiempo, en el que los reducidos niveles de stock en curso hacen que pequeñas averías puedan causar el paro de toda una planta. Esta consideración está creando fuertes demandas en la función del mantenimiento.

Otra característica en el aumento de la mecanización es que cada vez son más serias las consecuencias de las fallas de una planta para la seguridad y/o el medio ambiente. Al mismo tiempo los estándares en estos dos campos también están mejorando en respuesta a un mayor interés del personal gerente, los sindicatos los medios de información y el gobierno (Broche Hernández, 2015).

### **Cuarta generación.**

Ya en lo que se conoce como cuarta generación se implementan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y, de la organización y ejecución del departamento de mantenimiento.

La gestión del mantenimiento se orienta hacia la satisfacción del cliente. Se extiende la externalización del servicio de mantenimiento y se fijan ratios medibles para poder calificar el servicio de mantenimiento, con bonificaciones y penalizaciones. Los responsables de mantenimiento deben tener un conocimiento exhaustivo de las normativas para no incurrir en errores legales (Pérez González, 2016).

### **Quinta generación.**

A finales del siglo XX y principios del XXI, la importancia de los recursos energéticos por su costo y por su carácter de agotables hace que la eficiencia energética tenga un papel capital en el mantenimiento y explotación de las instalaciones, incluyendo en muchos casos la cesión de los contratos energéticos a las empresas mantenedoras, que en ese caso se encargan de comprar la energía primaria y vender la energía útil transformada garantizando unos ratios establecidos en contrato. Hacia esta dirección tiende la que se puede llamar como quinta generación del mantenimiento. De este modo la propiedad puede dedicarse exclusivamente a su actividad principal mientras la empresa mantenedora se dedica a la explotación técnica del edificio. Está centrada en la terotecnología, o sea, en el estudio y gestión de la vida de un activo o recurso desde el mismo comienzo (con su adquisición) hasta su propio final (incluyendo formas de disponer del mismo, desmantelar, etc.). Integra prácticas gerenciales, financieras, de ingeniería, de logística y de producción a los activos físicos buscando costos de ciclo de vida (CCV) económicos (Pérez Borrajo, 2014).

A continuación, se detallan las características principales de cada una de las generaciones a través de las cuales se ha venido desarrollando el mantenimiento como se muestra en la tabla 1.1.

*Tabla 1.1. Características principales de las generaciones de mantenimiento*

<i>Generación</i>	<i>Época en que aparece</i>	<i>Principales fundamentos</i>
<b>Primera generación</b>	Desde el inicio de la Revolución Industrial	Mantenimiento correctivo puro
<b>Segunda generación</b>	A partir de la Segunda Guerra Mundial	Mantenimiento preventivo planificado
<b>Tercera generación</b>	Década de los 80	Mantenimiento predictivo o por condición, Análisis de fallo, RCM, y TPM
<b>Cuarta generación</b>	Década de los 90	<u>World Class Management</u> y la eficiencia en la gestión
<b>Quinta generación</b>	Siglo XXI	Tercera tecnología. Visión técnico económica de los activos y del costo del ciclo de vida

Fuente: (Rodríguez Pérez, 2017)

### **1.3.2 Evolución del mantenimiento en Cuba.**

En Cuba, antes de 1959 y con la excepción de determinadas industrias, no estaba formalizada la actividad de mantenimiento y no fue hasta 1961 cuando comenzó a promoverse al respecto hacia esta actividad, a partir de la introducción del Mantenimiento Preventivo en el Ministerio de Industrias, con la colaboración de algunos especialistas extranjeros amigos de Cuba.

A raíz del proceso de institucionalización del país, se elaboran, tomando como base las normas y experiencias de la antigua URSS, Bulgaria y RDA, aunque adaptándolas en lo posible a las condiciones específicas cubanas, las normas de mantenimiento y explotación para las maquinas herramientas. De esta forma, se constituye el Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado para las maquinas herramienta de arranque de virutas, conformado

de metales, elaboración de madera, equipos de fundición, equipos de izaje y transportación e implantándose este en todas las empresas Sidero-Mecanica. A partir de esto la mayoría de las empresas cubanas asumieron el Mantenimiento Preventivo Planificado, adaptándolo, claramente a sus características.

En 1985 se aprobó una nueva política de mantenimiento para las empresas del Ministerio de la Industria Básica que cambio el Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado a sistemas más adecuados a sus características propias implementando el Sistema de Mantenimiento por Diagnostico.

En el mes de octubre de 1987 cobró vigencia la Norma Cubana [NC 92-44: 86] que establece los términos y definiciones fundamentales y de uso más común en la realización del mantenimiento y la reparación de los artículos industriales. Esta norma concordaba con una norma CAME analógica de 1985 [SECAME 5151] y tenía como base las normas cubanas del Sistema Único de Documentación de Proyectos de 1978 y la Norma Internacional ISO 4092 de 1984.

Su contenido no se refiere a ningún sistema o estrategia particular de mantenimiento pero si diferencia los conceptos: mantenimiento y reparación. También define los tipos de mantenimiento que podrían realizarse.

Dentro de los objetivos de la política económica a partir del III Congreso del partido se señala que “ Se deberá priorizar la Política de mantenimiento y reparación periódica de equipos, edificios e instalaciones debido a su importancia en el ahorro de recursos, el funcionamiento ininterrumpido del proceso productivo y la reducción de las normas del consumo de energía y materiales”.

En los años 90 el país debió adaptarse empresarialmente para poder sobrevivir y desarrollarse a pesar de las condiciones desventajosas de la época debido a la caída de la URSS, realizando los cambios necesarios para salir adelante con una producción de calidad y al menor costo posible.

En la resolución sobre el desarrollo económico del país de 1991 posterior al IV Congreso del Partido se expresa: “el mantenimiento a las instalaciones y a los equipos en particular

a los que resulten total o parcialmente paralizados durante el período especial se deberá garantizar su adecuada preservación para utilizarlos a plenitud cuando las circunstancias lo permitan''.

De esta manera se instauró el programa de trabajo para la conservación de equipos industriales y automotores en todo el país.

En el proceso de reactivación de la economía cubana con el fomento de las pequeñas y medianas empresas, las mismas pueden dirigir sus actividades también al mantenimiento general de las industrias por lo cual será necesario reconvertir la función de mantenimiento, logrando que esta sea una acción eficiente y competitiva (De la Paz Martínez et al., 2000).

## **1.4 Los indicadores de gestión y de mantenimiento.**

### **1.4.1 Los que se usan en el mundo actual.**

#### **Disponibilidad.**

La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el MTBF y el MTTR, es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

La "disponibilidad" de un aparato es, matemáticamente, para el tiempo de trabajo programado.

$$\frac{MTBF}{(MTBF+MTTR)} \quad (1.1)$$

$MTBF \rightarrow$  Tiempo medio entre fallos

$MTTR \rightarrow$  Tiempo promedio para reparar

(Muñoz Arriola, 2020).

### **Confiabilidad.**

Para (Castillo et al., 2015) es la probabilidad de que un elemento o sistema de producción realizará su función prevista sin fallas o averías, en un período de tiempo especificado bajo condiciones dadas de operación. En otras palabras, la confiabilidad de un equipo o sistema es la probabilidad de que este opere sin ningún contratiempo, al ser requerido por el sistema de producción. Los parámetros que relacionan la confiabilidad son el tiempo promedio entre fallas (TPEF), la rata o tasa de fallas (Rf) o la probabilidad de supervivencia (Ps). Estas vienen expresadas de la siguiente forma:

$$TPEF = \frac{\text{Horas totales en servicio}}{\text{Cantidad de fallas reportadas}} \quad (1.2)$$

$$Rf = \frac{\text{Cantidad de Fallas}}{\text{Horas totales en servicio}} \quad (1.3)$$

$$Ps = 1 - Rf \quad (1.4)$$

### **Tiempo Medio para Reparar.**

El indicador Tiempo Medio para Reparar (TMPR), (...), es uno de los más difundidos para medir la mantenibilidad y obtiene su valor teniendo en cuenta únicamente el tiempo en el mantenimiento correctivo. Depende de las horas totales en mantenimiento correctivo (HTMC) y del Número Total de mantenimientos correctivos (NTMC).

$$TMPR = \frac{\sum HTMC}{NTMC} \quad (1.5)$$

(Trinchet-Varela et al., 2021).

### **Eficiencia general de los equipos (OEE).**

La OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costes de operación. La métrica OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de la planificación anual (Macias & Quintero, 2012).

### **Backlog.**

Se define backlog como la cantidad de actividades no completadas y acumuladas hasta un punto calendario establecido con la finalidad de presentar este valor frente a un nivel de referencia estándar predefinido. Se puede expresar en cantidades monetarias o no monetarias, según lo maneje la organización. En caso sea en unidades no monetarias se puede presentar como número de órdenes de trabajo o su equivalente en número de horas hombre por actividad pendiente. La finalidad de poder gestionar los backlogs es de

proponer como meta un número límite permisible y así evitar llegar a la aplicación de severas contramedidas como:

1. Reducir la carga de operación debida a un deterioro prematuro de los equipos.
2. Paradas de producción debido a la ejecución de mantenimientos atrasados que comprometen la seguridad y performance del equipo.
3. Incurrir en la inversión de mayor cantidad de recursos que los planificados para culminar la ejecución de las actividades pendientes y no continuar acumulando en los posteriores mantenimientos (Herrera Valero, 2021).

Para (Gonzalez et al., 2017) se puede definir como la lista de trabajos de mantenimiento que aún deben completarse. Por lo tanto, su tamaño puede sonar como una forma muy intuitiva de medir la efectividad de la ejecución del mantenimiento. Sin embargo, no existe una definición específica para esta eficacia y, por lo tanto, no se puede medir. De hecho, es posible sumar el tiempo de las intervenciones programadas previstas, pero podría no corresponder al tiempo exacto que finalmente se necesitará. Además, un gran retraso puede deberse a razones muy diferentes, entre ellas una mala planificación, una mala ejecución o una mano de obra demasiado pequeña.

### **Down Time.**

El Down Time o tiempo de inactividad (parada), puede ser planeado o no, hace referencia al intervalo de tiempo en el que el activo no está ejecutando la función requerida ya sea por la aparición de una falla o a la reparación de la misma (Leyton Lugo & Castro Delgadillo, 2021).

### **Indicadores claves de desempeño (KPI).**

Un KPI es principalmente una herramienta que permite estandarizar con argumentos cuantitativos, definiendo en qué estado se encuentra un determinado proceso por lo tanto las compañías como las personas deben conocer deben aplicar métodos para la medición del desempeño para su análisis y en caso de fallas corregir el sistema inmediatamente, aunque los KPI están íntimamente ligados a la estrategia, estos deben emplearse con un lenguaje coloquial que en momento de su aplicación encuentre los suficientes datos para su alimentación y calculo (Ivan, 2019).

## CAPÍTULO 2 MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se dará una breve descripción de la entidad, su ubicación geográfica, así como dar a conocer cuál es su misión, visión y objeto social como entidad, se mostrará un organigrama de la misma y se mostrarán características de las distintas áreas que hay en el taller, así como dar a conocer cuáles son las deficiencias que presenta la entidad con ayuda de los métodos empleados y también saber cuáles son los equipos que más frecuentemente presentan fallas y que las originan.

### 2.1 Datos Generales de la Entidad BCOI 28.

La entidad tiene por nombre BCOI 28, está ubicada en Avenida #2 entre calle 19 y Circunvalante del Petróleo, Guásimas, Cárdenas, Matanzas, Cuba.

Su **misión** es en brindar servicios de construcción, montaje y conservación para obras destinadas al turismo, siendo una entidad competente e innovadora, posicionada como líder en el sector constructivo del país por su alta calidad distintiva, satisfaciendo las expectativas de los clientes; además, respaldada por la profesionalidad, experiencia, motivación y sentido de pertenencia del Capital Humano que forja un futuro sostenible.

En cambio su **visión** esta puesta en ser una entidad que establece un modelo de liderazgo competitivo ante el mercado nacional, con clientes fidelizados y expectativas satisfechas, en un entorno laboral con alta estabilidad del componente humano motivado y comprometido.

La entidad es competente, con servicios y tecnologías sustentables que propicia alianzas estratégicas fuertes y con presencia internacional.

El **objeto social** es brindar servicios de construcción civil y montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones; de demolición, desmontaje, remodelación, restauración, reconstrucción, y rehabilitación de edificaciones, instalaciones y otros objetos existentes y de reparación y mantenimiento constructivo.

Es política de la Entidad de Construcción y Montaje de Obras del Turismo de Varadero, Constructora Hicacos, satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes y otras partes interesadas pertinentes, dentro del marco legal y regulatorio aplicable, con un capital humano competente y motivado en un ambiente de trabajo seguro, cumpliendo los requisitos de la NC – ISO 9001 vigente para garantizar el apoyo a la dirección estratégica, la mejora continua del sistema de gestión de la calidad y contribuir al desarrollo sostenible de la construcción con un alto nivel tecnológico.

### **Valores Compartidos.**

Profesionalidad: Desempeño competitivo del Capital Humano en el campo de actuación donde se desempeña.

Honestidad: Actuando con rectitud e integridad ante nuestros clientes y competidores.

Liderazgo: El coraje para conseguir un futuro mejor.

Responsabilidad: Cumpliendo en tiempo y forma todos nuestros compromisos pactados sin importar el entorno.

Consagración: Modo de actuación en el cuál se manifiesta la fidelidad, actitud y el amor en el cumplimiento del deber.

**BRIGADA CONSTRUCTORA DE OBRAS DE INGENIERÍA No. 28**  
(BCOI No. 28)

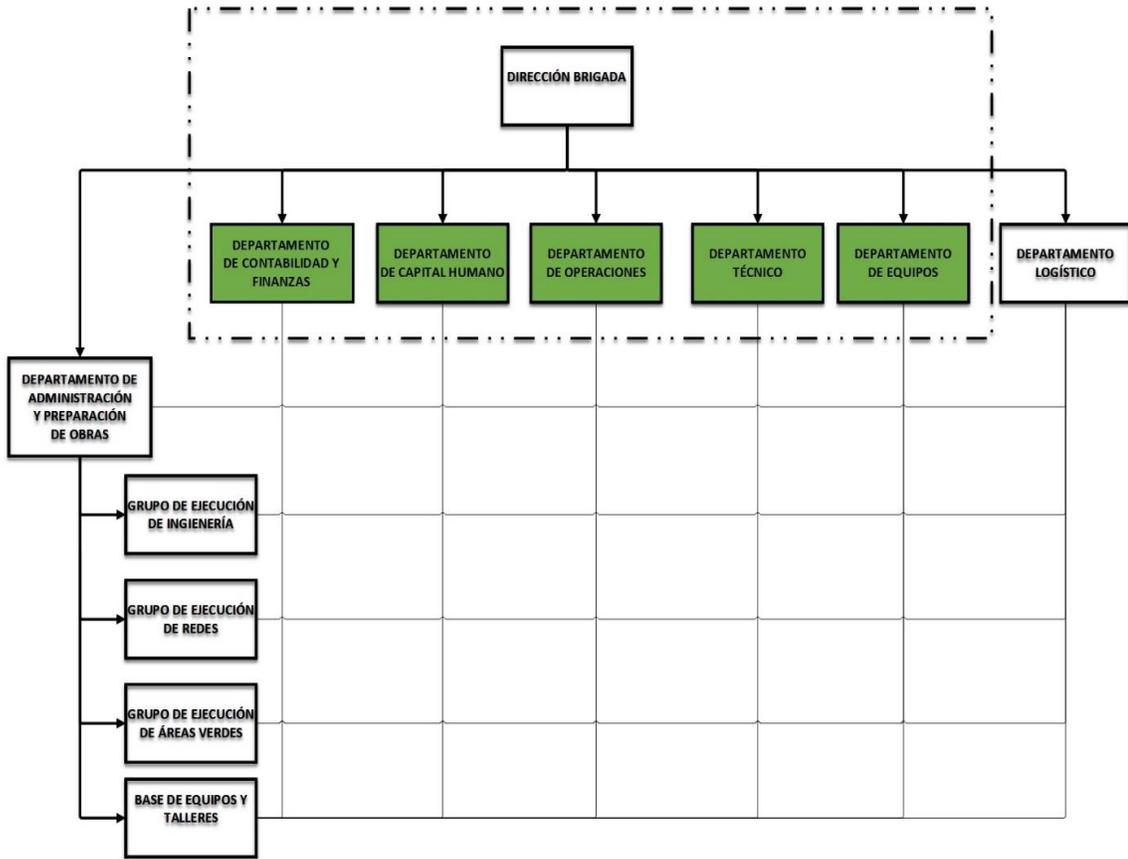


Figura 2.1 Organigrama de la Entidad BCOI 28.

## 2.2 Caracterización de los SSTT en la Entidad BCOI 28.

La entidad dispone actualmente con 102 equipos entre las distintas clasificaciones ya sea de transporte, construcción y complementarios y usan como combustible petróleo.

Dentro de los modelos más comunes se encuentran,

### Equipos de transporte.

Camiones Plataforma – Plancha → 9

Camiones de Volteo → 26

Cuña tractora → 1

Planta de Engrase S/Camiones → 2

Remolque Plataforma por Barra Tiro → 3

Semi – Remolque zorra por Quinta Rueda → 1

Taller de Mecánica S/Camión → 2

Tanque de Agua S/Camión con Bomba → 1

Tanque de Combustible S/Camión → 1

### **Equipos de construcción.**

Dentro de este Grupo se encuentran:

Bulldozers S/Esteras Hidráulico → 4

Cargadores S/Neumáticos → 4

Cilindros Vibratorios de un Rodillo → 1

Motoniveladora → 1

Restropalas → 3

### **Equipos complementarios.**

Dentro de este Grupo se encuentran:

Tractores S/Ruedas → 2

Tractor con otros Aditamentos Especiales → 1

Tractores Multipropósitos → 2

Bombas de Agua de Combustión → 3

Carretilla Barrenadora S/Neumáticos → 1

Compresores de Combustión sobre Remolque → 4

Concretera de Combustión Autopropulsora → 1

Montacargas de Combustión → 1

Motovolquetas de Combustión → 6

### **2.2.1 Indicadores de Gestión usados en la Entidad.**

- **Costo total en taller.**

$$Ctt = Gmo + Gp + Gm + Gin \quad (\$) \quad (1.6)$$

Ctt → Costo total en taller

Gmo → Gasto de mano de obra

Gp → Gasto de piezas

Gm → Gasto de materiales

Gin → Gastos indirectos

- **Tiempo total en talleres.**

$$T_{tt} = T_{ee} + T_e + T_{ep} + T_{em} + T_{eu} \quad (h) \quad (1.7)$$

$T_{tt}$  → Tiempo total en talleres

$T_{ee}$  → Tiempo de espera de ejecución

$T_e$  → Tiempo en ejecución

$T_{ep}$  → Tiempo de espera de pieza

$T_{em}$  → Tiempo de espera de materiales

$T_{eu}$  → Tiempo de espera por el usuario

- **Tiempo total por mantenimiento.**

$$T_{tm} = T_{met} + T_{meconst} + T_{mecom} \quad (h) \quad (1.8)$$

$T_{tm}$  → Tiempo total por mantenimiento

$T_{met}$  → Tiempo por mantenimiento de equipos de transporte

$T_{meconst}$  → Tiempo por mantenimiento de equipos de construcción

$T_{mecom}$  → Tiempo por mantenimiento de equipos de complementarios

- **Tiempo total por averías.**

$$T_{ta} = T_{aet} + T_{aeconst} + T_{aecom} \quad (h) \quad (1.9)$$

$T_{ta}$  → Tiempo total por averías

$T_{aet}$  → Tiempo por averías de equipos de transporte

$T_{aeconst}$  → Tiempo por averías de equipos de la construcción

$T_{aecom}$  → Tiempo por averías de equipos complementarios

- **Costo total por mantenimiento.**

$$C_{tm} = C_{met} + C_{meconst} + C_{mecom} \quad (\$) \quad (1.10)$$

$C_{tm}$  → Costo total por mantenimiento

$C_{met}$  → Costo por mantenimiento de equipos de transporte

$C_{meconst}$  → Costo por mantenimiento de equipos de la construcción

$C_{mecom}$  → Costo por mantenimiento de equipos complementarios

- **Costo total por averías.**

$$C_{ta} = C_{aet} + C_{aeconst} + C_{aecom} \quad (\$) \quad (1.11)$$

$C_{ta}$  → Costo total por averías

$C_{aet}$  → Costo por averías de equipos de transporte

$C_{aeconst}$  → Costo por averías de equipos de la construcción

$C_{aecom}$  → Costo por averías de equipos complementarios

### **2.2.2 Destino de las partes y piezas de uso que son retiradas.**

Las partes, piezas y agregados que se retiran de los equipos son depositados en un área con adecuada limpieza y acceso limitado, excluyéndose los recambios de mantenimiento defectuosos irrecuperables como filtros, correas, etc.

En el caso de los agregados deben estar limpios, armados y en estado de total completamiento. En un área del taller se define un lugar para la ubicación y custodia de los mismos.

En el caso de los agregados mayores se preservaran identificados con los datos correspondiente a No. de serie, fecha de movimiento, matrícula del equipo de procedencia y No. de orden de trabajo mediante la cual se hizo el movimiento.

Como resultado de los trabajos de mantenimiento y reparación ejecutados, el Jefe de Taller, define las partes, piezas y agregados que son factibles de recuperar y aquellas que se consideran irrecuperables. Con las factibles de recuperar se procede de inmediato a su recuperación. Una vez realizada la recuperación, estas piezas retornan a un área denominada, como área de piezas recuperadas.

### **2.2.3 Destino de las partes y piezas irrecuperables.**

Una vez definidas las partes y piezas que no son factibles de recuperar, se procede a su entrega a materia prima, previamente inutilizadas, quedando como constancia un acta, archivadas por el Director y Jefe Técnico, donde aparezca la fecha de emisión, la relación de las partes y piezas, definiéndose en cada caso la matrícula del equipo del cual fue retirada, factura con copia del vale del pesaje de lo entregado y la firma del receptor por el área de aseguramiento.

## **2.2.4 Condiciones específicas de las distintas áreas del taller.**

### Valla de fregado.

- Esta provista de un foso, y una rampa que permita acceder con facilidad abajo del equipo, contar además con una correcta iluminación y respaldada contra la humedad.
- Contiene un drenaje apropiado.
- Posee un equipo de fregado.
- Mantiene una correcta limpieza del área.
- Dispone el personal de los medios de protección.

### Área de engrase.

- Esta provista de un foso, y una rampa que permita acceder con facilidad abajo del equipo.
- Existe la guía de lubricación del parque automotor.
- Se tiene el adecuado equipamiento de engrase.
- Posee un abasto para evacuar el aceite de uso del equipo.
- Dispone de envases con la identidad del lubricante usado.
- Mantiene una adecuada iluminación y correcta limpieza del local.
- El almacenamiento de los lubricantes o grasas es realizado en recipientes marcados con su tipo, y con acceso a ellos, limitado.

### Valla mecánica.

- Mantiene una correcta iluminación, limpieza y organización.
- El área está señalizada correctamente.
- Posee las cartas tecnológicas de los equipos.

- El compartimento está equipado y organizado apropiadamente con sus herramientas especiales.

#### Área de análisis o de diagnóstico.

- Contiene una iluminación adecuada.
- El área está señalizada correctamente.
- Esta provista de un foso.
- Posee las cartas tecnológicas de los equipos.
- Dispone de un equipo para alinear las direcciones.
- Posee manómetros de presión de aire, aceite y combustible.
- Contiene equipos de diagnóstico de los equipos en explotación que los necesiten.

#### Valla de soldadura.

- Consta de una mesa de trabajo, el equipo de soldadura, las herramientas y máquinas herramientas, de trabajo y la carretilla con el gas acetileno, todo esto para realizar las labores encomendadas.
- Está propuesta de un burro para colocar los cargadores o alguna parte pesada de su estructura para facilitar el trabajo en estos.
- Consta con una grúa viajera para trasladar algún elemento pesado de un sitio a otro.
- Está provisto de un depósito de materia prima.
- Está situado en un espacio abierto y con limitado acceso para que la radiación ultravioleta no dañe la salud de los trabajadores.
- Contiene también una taquilla para guardar la indumentaria del soldador.

### **2.3 Procedimientos de mantenimiento automotor en la entidad.**

Para llegar a la ejecución de los mantenimientos a los equipos se debe realizar la organización de estos mantenimientos, los cuales son ordenados por el Especialista de Mantenimiento y Talleres, el cual teniendo el dominio de la periodicidad de cada equipo, organiza el orden de los mantenimientos.

Luego se planifica la cantidad de mantenimientos a partir del combustible, designado por el año y los índices de consumos de cada equipo. Se calcula la cantidad de materiales de explotación (aceites y grasas) a emplear en todos estos mantenimientos, incrementando un 10% por concepto de servicio a equipos averiados y de lubricación. (Las cifras no son rígidas pues se puede influenciar con el conocimiento de lo anterior consumido).

Este mismo cálculo se realiza para las piezas de repuesto, las cuáles según las horas o kW, se condicionan según indicaciones del fabricante.

En el MICONS ocurre una particularidad en la denominación de los mantenimientos los cuales no categorizan con lo exigido por los fabricantes de equipos, que son varios, pues no se posee un parque homogéneo de ellos.

De acuerdo a la cantidad de mantenimientos demandados por el fabricante, según el período de visualización (el cuál puede estar dado por litros o por kW); en el MICONS se le nombra con letras del abecedario.

- a) Mantenimiento A: Este implica, mayormente, los trabajos de revisión, comprobación y completamiento de algunos agregados y niveles de materiales de explotación, respectivamente, después de las primeras horas o kW demandados por el fabricante. Además, del engrase de aquellos conjuntos y articulaciones que trabajen expuestas a los diversos factores que degraden su fiabilidad y por el tiempo de trabajo lo requieran. Generalmente requiere hasta 1 hombre – horas (h/h).
- b) Mantenimiento AB: Este mantenimiento está dado por la realización del mantenimiento anterior y otros trabajos propios ya del período de tiempo o distancia recorrida. A partir de este mantenimiento se produce a realizar cambios en los

materiales de explotación y accesorios en los agregados que según el fabricante, lo requieran. Para este mantenimiento se requiere entre 4 a 5 hombres – horas (h/h).

- c) Mantenimiento ABC: Este mantenimiento está dado por la realización del mantenimiento anterior y otros trabajos propios ya del período de tiempo o distancia recorrida. A partir de este se efectuarán cambios de agregados y se realizarán otros trabajos en el tren de rodaje de los equipos. Para este mantenimiento se requiere de entre 7 a 8 hombres – horas (h/h).
- d) Mantenimiento ABCD: Este mantenimiento está dado por la realización del mantenimiento anterior y otros trabajos propios ya del período de tiempo o distancia recorrida. En este mantenimiento se realizan cambios de agregados que, según el fabricante, pueden afectar la disponibilidad y fiabilidad del equipo y su función. Se requiere de 10 a 12 hombres – horas (h/h).
- e) Mantenimiento ABCDE: Este mantenimiento está dado por la realización del mantenimiento anterior y otros trabajos propios ya del período de tiempo o distancia recorrida. En este mantenimiento se le restablece, de manera, total la estructura y funcionamiento del equipo. Este mantenimiento requiere de 16 a 18 hombres – horas (h/h).

Otros mantenimientos que se realizan en este ministerio que no se certifican o notifican en la libreta de mantenimientos de los equipos, son: la Revisión Técnica (RT) y el Mantenimiento Técnico Diario (MTD).

- a) Revisión Técnica: Constituye un mantenimiento (el primero en realizarse antes de poner en marcha el equipo) pues mediante el cual se revisan y controlan los parámetros de explotación del medio.
- b) Mantenimiento Técnico Diario: Constituye un mantenimiento (se realiza todos los días después del cese de las labores diarias) pues mediante el cual se revisan y controlan los parámetros de explotación con vista al próximo día.

Una particularidad y exigencia en los equipos de la construcción, que así lo demandan los fabricantes, son los trabajos de lubricación.

## **Lubricación.**

Mantenimiento que se realiza con el fin de engrasar los conjuntos y articulaciones que trabajan expuestos a los diversos factores que pueden degradar los materiales disminuir la disponibilidad y el rendimiento del equipo. Este mantenimiento se realiza cada 50 horas y no está cuantificado dentro del ciclo de mantenimiento de los equipos.

Todas las operaciones de mantenimiento relacionadas anteriormente deberán ser registradas mediante la habilitación de Órdenes de Trabajo (OT) que certifiquen su realización, en el caso de las RT las que se realicen en talleres serán registradas mediante su correspondiente OT.

### **2.3.1 Sobre la elaboración de las Guías de Mantenimiento.**

A partir de los manuales de explotación del fabricante, el Especialista de Mantenimiento y Talleres elabora y normaliza los ciclos de mantenimientos y las operaciones que incluyen los mismos. Los elementos que tendrá en cuenta en la elaboración de las Guías de Mantenimientos, son los siguientes:

- a) Marca: Correspondiente con la marca y modelo del equipo
- b) Operaciones Tecnológicas: Define que realizar en las operaciones
- c) Parámetros: Define los materiales de explotación y medidas u holguras a controlar
- d) MTD: Define las operaciones a realizar en el Mantenimiento Técnico Diario
- e) RT: Define las operaciones a realizar en las Revisiones Técnicas, MA, MAB, MABC, MABCD Y MABCDE: Define las operaciones a realizar en cada uno de los mantenimientos.

## **2.4 Aplicación del Método Arenas y otros.**

### **2.4.1 Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento.**

El “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. 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. Cada tipo de evaluación (Óptimo, Bueno y Deficiente) posee un rango numérico y en definitiva ya sean aspectos cualitativos o cuantitativos, con la evaluación propuesta se logra unificar todos los subaspectos con un valor numérico de evaluación. Es el evaluador y su experiencia, el que obviamente, permita decidir sobre un valor seleccionado de los rangos.

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, 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 (Arenas, 2009).

### **2.4.2 Método de expertos.**

El método de expertos o método Delphi es una técnica de recogida de información que permite obtener la opinión de un grupo de expertos a través de la consulta reiterada. Esta técnica, de carácter cualitativo, es recomendable cuando no se dispone de información suficiente para la toma de decisiones o es necesario, para nuestra investigación, recoger

opiniones consensuadas y representativas de un colectivo de individuos (Reguant Álvarez & Torrado Fonseca, 2016).

El término de experto es ambiguo, por ello definimos como tal a aquel cuya formación y experiencia previa le ha permitido alcanzar un dominio sobre un asunto que excede el nivel promedio de sus iguales, y que está en disposición de exponer sus opiniones sobre dicho asunto para que sean utilizadas como juicios conclusivos. Se le considera apto para emitir criterios certeros, por quien se los solicita (García Valdés & Suárez Marín, 2013).

### **2.4.3 Entrevista.**

La entrevista se define como el método empírico, basado en la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto o los sujetos de estudio, para obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema.

Cinco ventajas de la entrevista, en relación con la encuesta:

- El investigador puede explicar el propósito del estudio y especificar la información que necesita, y así asegurar mejores respuestas, al aclarar preguntas o dudas, si hubiera una interpretación errónea.
- Es aplicable a toda persona, incluidas aquellas a las que se les dificulte proporcionar una respuesta escrita.
- Permite obtener, además, información no verbal.
- Emplea para su diseño, escasos recursos materiales, al necesitarse solo un ejemplar para el entrevistador, de cada guía elaborada.
- Permite asegurar que cada individuo de la muestra, haya respondido todas las preguntas.

Desventaja fundamental de la entrevista en relación la encuesta:

- Por su carácter de diálogo cara a cara, puede inhibir, ocultar o sesgar las respuestas requeridas por el investigador, por parte del entrevistado o los entrevistados (Avila et al., 2020).

#### **2.4.4 Diagrama de Ishikawa.**

El Diagrama de Esqueleto de pescado fue diseñado por el japonés Kaoru Ishikawa, experto en control de calidad, profesor de la Universidad Tokio, reconocido ampliamente por manifestarse en diferentes temas relacionados con la gerencia de calidad. En el año 1943 fue la primera vez que se utilizó el diagrama de pescado, el mismo que permitió explicar a un grupo de ingenieros de la Kawazaki Steel Works, como un sistema complejo de factores se puede relacionar para ayudar a entender una situación conflicto. También conocido como el diagrama causa – efecto se considera una técnica de representación gráfica que hace posible el análisis de un determinado fenómeno, hecho o problema y el vínculo presente con sus respectivas consecuencias involucradas en su realización, como resultado de esta técnica se presenta una ilustración grafica entre un problema o efecto y sus antecedentes o causas, distinguiéndose de estas últimas los factores más relevantes de los menos significativos.

El Diagrama de Causa y 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 (Villanueva Barzola, 2021).

## 2.5 Los equipos, problemas y las fallas problemáticas.

Los equipos con más problemas en la Entidad son los siguientes:

*Tabla 2.1 Equipos, problemas y fallas problemáticas.*

#	Equipo	Problema	Falla Problemática
1	Camión de Volteo Kamaz 5511	- Filtros de combustible.	- Se deterioran por la tupición debido a la acumulación de partículas que impide la circulación, esto provoca que haya anomalía en la inyección.
		- Bombillos.	- Accidentes.
2	Camión de Volteo Maz 5551 (700)	- Filtros de combustible.	- Se deterioran por la tupición debido a la acumulación de partículas.
3	Bulldozer Komatsu D – 85 – A18	- Las orugas se salen.	- Poca tensión en las orugas.
		- La cuchilla sube lenta	- Falta de aceite hidráulico.
		- Daño del sello del Spro	- Instalación incorrecta del sello, mala operación, mantenimiento o funcionamiento inadecuado de los sistemas auxiliares del sello, por ejemplo la lubricación.
		- Salideros de aceite	- Rotura de la junta por los residuos del aceite.
4	Cargador frontal BM – 4400	- Recalentamiento del motor - Entre otras.	- Pérdida del líquido refrigerante por algún daño en el radiador o sus tanques.

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Como su nombre indica en este capítulo se dará a conocer los resultados obtenidos a través de los distintos métodos aplicados, se propondrá un plan de medidas para contrarrestar estas deficiencias y también se creará un modelo metodológico de Plan de Mantenimiento como guía para la confección de futuros planes.

### **3.1 Análisis y resultados de los métodos empleados.**

#### **3.1.1 Resultados del Método de Expertos.**

Después de aplicado el Método ([Ver Anexo #2](#)) para determinar que parámetros dificultan la calidad de la gestión en la entidad, se detectaron como problemas de mayor relevancia los siguientes:

- Falta de calificación en el personal de mantenimiento.
- Falta de recursos para desarrollar el trabajo.
- Malas condiciones laborales.
- Extrema insatisfacción con el salario.
- Falta de indicadores asociados a la gestión de mantenimiento.
- Desconocimiento parcial o total en la dirección a todos los niveles del papel del mantenimiento.
- Falta de enfoque de proceso a nivel organizacional.

Y como aspectos positivos tenemos que la plantilla está bastante completa, se aplica bastante bien el mantenimiento preventivo planificado, el inmueble y sus redes está en buenas condiciones al igual que el almacenamiento y la logística.

### 3.1.2 Hoja de cálculo para determinar el IGGM.

Resultados de la aplicación del “**Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento**”, aplicado en la Entidad BCOI 28 ([Ver Anexo #1](#)).

Las siguientes tablas reflejan los resultados obtenidos de la aplicación del procedimiento de evaluación y control de la gestión del mantenimiento, en las diferentes áreas de servicios técnicos.

**El índice general de la gestión del mantenimiento IGGM = 69.682%**

*Tabla 3.1 Resultado de la evaluación de los aspectos del método.*

<i>A</i>	<i>Aspectos Principales</i>	<i>V. Saaty</i>	<i>Evaluación</i>	<i>Ponderación</i>
<b>A1</b>	<b>Información y Logística</b>	0.144	6.470	0.932
<b>A2</b>	<b>Planificación de la Programación</b>	0.209	6.993	1.462
<b>A3</b>	<b>Efectividad de los Mantenimientos</b>	0.114	7.000	0.798
<b>A4</b>	<b>Costos</b>	0.116	5.452	0.632
<b>A5</b>	<b>CCHH y protección</b>	0.098	7.755	0.760
<b>A6</b>	<b>Informatización</b>	0.036	8.687	0.313
<b>A7</b>	<b>Medio Ambiente</b>	0.125	6.350	0.794
<b>A8</b>	<b>Cliente final</b>	0.157	7.000	1.099
				<b>6.789</b>

Tabla 3.2 Resultados de la evaluación de los subaspectos de información y logística.

<i>Sub Aspectos</i>		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
<i>A1</i>	<i>Información y Logística</i>			
<b>1.1</b>	Control del universo de ...	0.08	7	0.539
<b>1.2</b>	Control de las áreas y equipos ...	0.18	7	1.239
<b>1.3</b>	Control de las características ...	0.18	6	1.062
<b>1.4</b>	Control del Valor de compra.	0.07	6	0.426
<b>1.5</b>	Control del proveedor.	0.04	6	0.252
<b>1.6</b>	Control de terceros.	0.07	6	0.408
<b>1.7</b>	Control del presupuesto.	0.16	7	1.099
<b>1.8</b>	Control de los RRHH	0.07	7	0.455
<b>1.9</b>	Control recursos y logística almacén	0.17	6	0.990

**6.470**

Tabla 3.3 Resultados de la evaluación de los subaspectos de sistemas de mantenimientos, planificación y programación.

<i>Sub Aspectos</i>		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
<i>A2</i>	<i>Planificación de la Programación</i>			
<b>2.1</b>	Control del tipo de organización...	0.16	7	1.092
<b>2.2</b>	Control de tipos de mtto por áreas y ...	0.17	7	1.162
<b>2.3</b>	Control estado de los planes de mtto.	0.17	7	1.162
<b>2.4</b>	Control de órdenes de trabajo ...	0.04	7	0.308
<b>2.5</b>	Control del personal ...	0.04	7	0.301
<b>2.6</b>	Control de los tiempos de paro.	0.05	7	0.322
<b>2.7</b>	Control de los modos de fallos y ...	0.17	7	1.162
<b>2.8</b>	Control de los tiempos de ...	0.05	7	0.357
<b>2.9</b>	Diseño y control de señales alarmas.	0.16	7	1.127

**6.993**

*Tabla 3.4 Resultados de la evaluación de los subaspectos de Eficacia y efectividad de la planificación de los mantenimientos.*

<i>Sub Aspectos</i>		<i>V. Saaty</i>	<i>Evaluación</i>	<i>Ponderación</i>
<i>A3</i>	<i>Efectividad de los Mantenimientos</i>			
<b>3.1</b>	Disponibilidad del equipo.	0.4	7	2.800
<b>3.2</b>	Disponibilidad del área.	0.4	7	2.800
<b>3.3</b>	Aprovechamiento del equipo/área	0.2	7	1.400
				<b>7.000</b>

*Tabla 3.5 Resultados de la evaluación de los subaspectos de Costos.*

<i>Sub Aspectos</i>		<i>V. Saaty</i>	<i>Evaluación</i>	<i>Ponderación</i>
<i>A4</i>	<i>Costos</i>			
<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	7	1.344
<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/Entidad	0.212	7	1.484
				<b>6.936</b>

*Tabla 3.6 Resultados de la evaluación de los subaspectos de capital humano en el área de SSTT y la protección de estos.*

<i>Sub Aspectos</i>		<i>V. Saaty</i>	<i>Evaluación</i>	<i>Ponderación</i>
<i>A5</i>	<i>CCHH y protección</i>			
<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	6	1.314
<b>5.3</b>	Índice de frecuencias de accidentes	0.14	9	1.260
<b>5.4</b>	Definición de riesgos.	0.072	9	0.648
<b>5.5</b>	Medidas de protección en base riesgos	0.074	9	0.666
<b>5.6</b>	Aplica PGSBC y IS	0.299	9	2.691
				<b>7.755</b>

*Tabla 3.7 Resultados de la evaluación de los subaspectos de Informatización.*

<i>Sub Aspectos</i>		<i>V. Saaty</i>	<i>Evaluación</i>	<i>Ponderación</i>
<i>A6</i>	<i>Informatización</i>			
<b>6.1</b>	... de la información técnica de mto.	0.127	9	1.143
<b>6.2</b>	... del sistema de mto correctivo.	0.186	9	1.674
<b>6.3</b>	... sist. de mto. Preventivo/predictivo.	0.141	9	1.269
<b>6.4</b>	... sist. de paradas programadas.	0.083	9	0.747
<b>6.5</b>	... seguimiento y control ...	0.255	9	2.295
<b>6.6</b>	Interfaces con otras aplicaciones.	0.055	9	0.495
<b>6.7</b>	Seguridad informática	0.152	7	1.064
				<b>8.687</b>

Tabla 3.8 Resultados de la evaluación de los subaspectos de Medio Ambiente.

<i>Sub Aspectos</i>				
<i>A7</i>	<i>Medio Ambiente</i>	<i>V. Saaty</i>	<i>Evaluación</i>	<i>Ponderación</i>
<b>7.1</b>	Reciclaje residuales líquidos	0.163	7	1.141
<b>7.2</b>	Reciclaje residuales sólidos	0.181	7	1.267
<b>7.3</b>	Recursos biológicos de control	0.157	6	0.942
<b>7.4</b>	Recursos químicos de control	0.124	6	0.744
<b>7.5</b>	Condición Instalación Ecológica	0.376	6	2.256

**6.350**

Tabla 3.9 Resultados de la evaluación de los subaspectos de opinión del cliente final.

<i>Sub Aspectos</i>				
<i>A8</i>	<i>Cliente final</i>	<i>V. Saaty</i>	<i>Evaluación</i>	<i>Ponderación</i>
<b>8.1</b>	No de quejas vinculadas con SSTT	0.333	7	2.331
<b>8.2</b>	Índice de satisfacción del cliente	0.667	7	4.669

**7.000**

Se puede dar como resultados negativos, que la entidad no se considera ecológica porque no hay control de los recursos químicos ni biológicos y esto daña al medio ambiente. También sobresale que el personal no cuenta con la capacitación necesaria acerca de algunos temas, también se observa que hay un mal control sobre el valor de compra de cada equipo.

Pero como aspectos positivos se nota que se toman bien las medidas contra los tipos de riesgo, todo lo referente a la informatización es bastante bueno y no hay un alto riesgo de accidentes.

### **3.1.3 Resultados de la entrevista.**

Después de realizada la entrevista a los usuarios de los servicios técnicos, en el cual cada usuario destacó a su juicio los aspectos positivos y negativos que presentan las diferentes áreas de la entidad.

Se concluye que las principales deficiencias encontradas son que las áreas de mantenimiento no ofrecen un servicio individualizado ni personalizado, así como no tener un horario conveniente a las necesidades de todos sus clientes, también sobresalieron que las instalaciones físicas no son visualmente atractivas, las herramientas e instrumentos relacionados con el trabajo no son de calidad debido a la falta de recursos por parte de la entidad, que no concluyen el servicio en el tiempo prometido.

Así como existen aspectos negativos también están los positivos, como son que cuando un cliente tiene problema existe un sincero interés en ayudarlo, realizan un buen servicio desde la primera vez, se preocupan por los intereses de los clientes, tienen los registros actualizados y sin errores y que los clientes se sienten seguros por los servicios que brindan las áreas de mantenimiento.

### 3.1.4 Diagrama de Ishikawa.

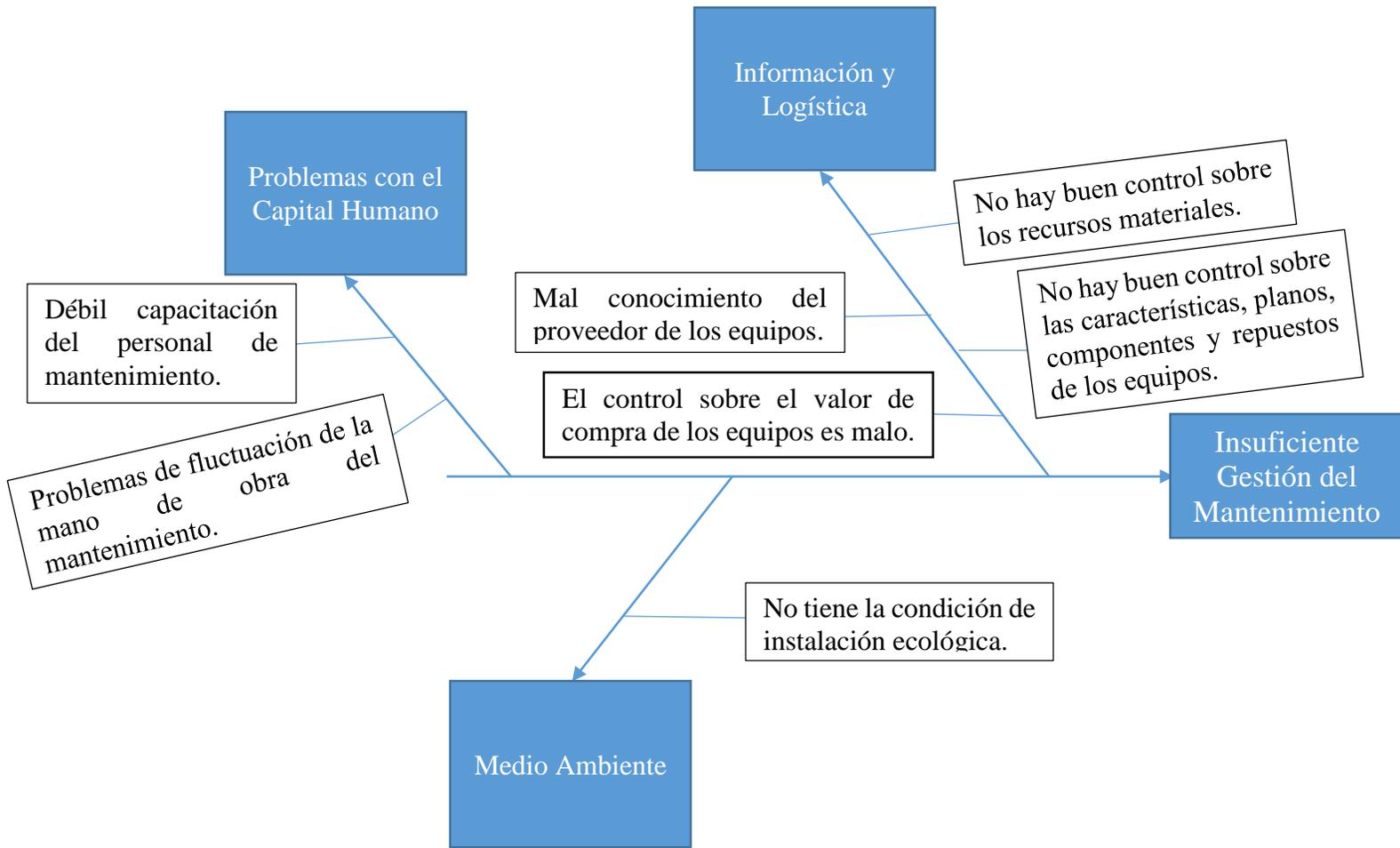


Figura 3.1 Diagrama de Ishikawa

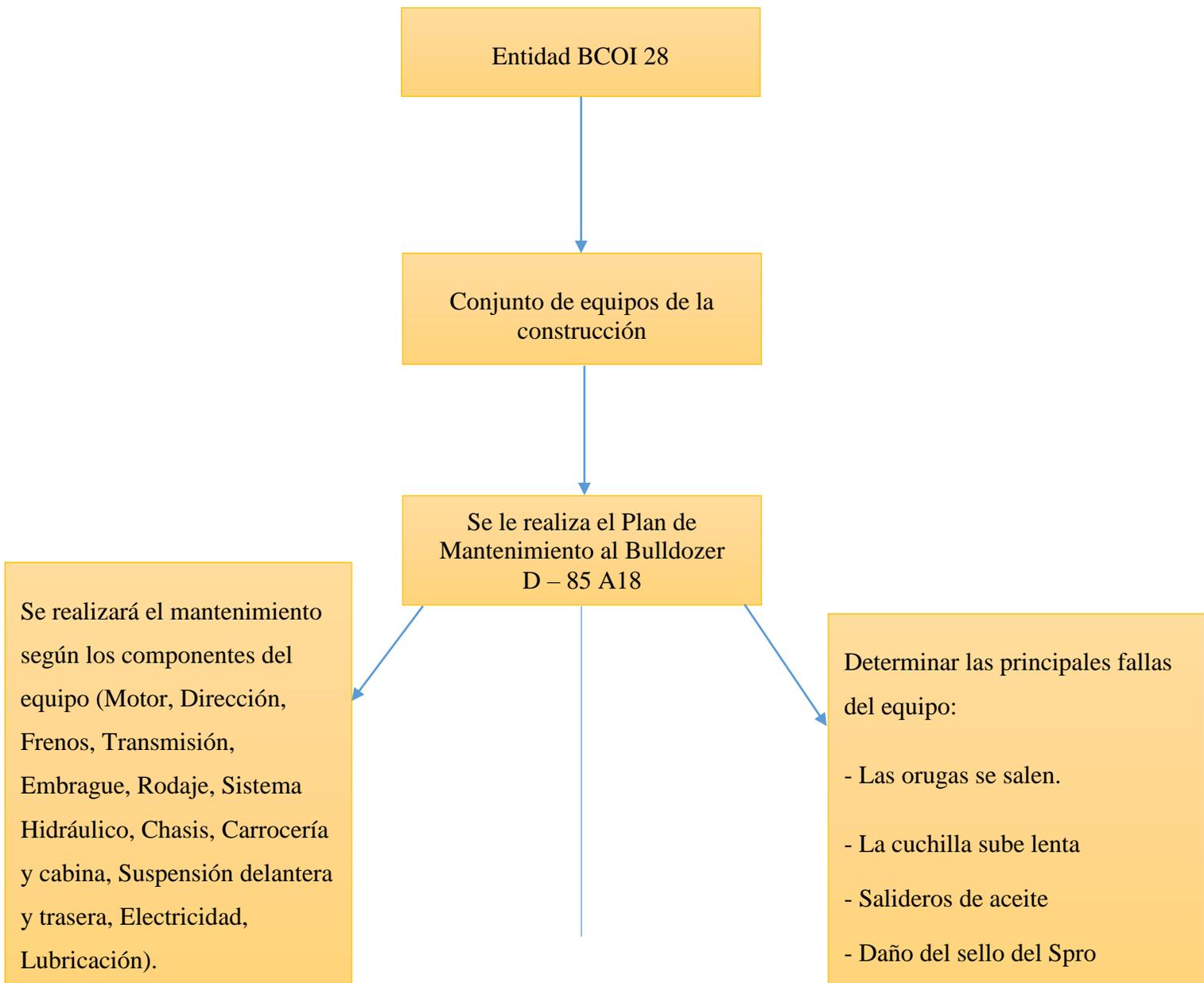
Fuente: Elaboración propia.

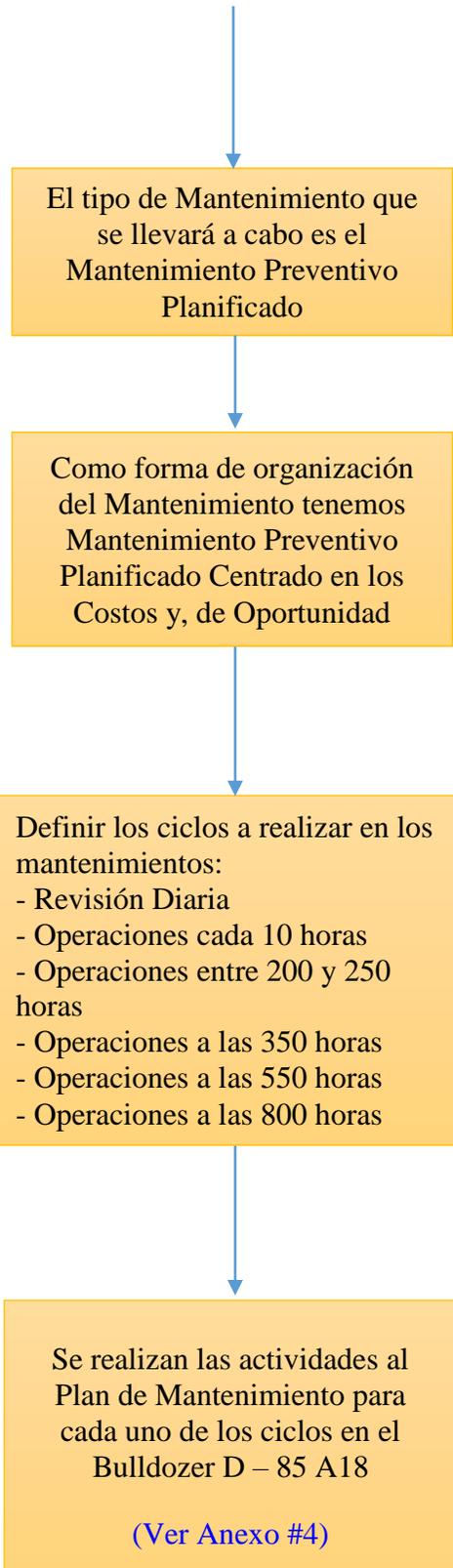
### **3.2 Planes de medidas de gestión.**

- Crear un sistema que permita capacitar y recalificar a los trabajadores en busca de lograr un trabajo con mayor calidad y efectividad.
- Mejorar el control que se tiene sobre la información y logística de la Entidad.
- Hacer uso de un software de mantenimiento, con los planes, características de cada equipo, su planificación y programación del mismo.
- Incrementar el personal en el taller.
- Establecer un fondo más amplio para inversiones, para la falta de recursos.
- Tener control de recursos químicos y biológicos, además de la aplicación de medidas ecológicas en la limpieza del taller y las áreas relacionadas con este.
- Exigir por parte de la directiva de la entidad la utilización de los métodos de protección para así poder evitar los accidentes.
- Mantener todas las herramientas y equipos del taller en buen estado, y limpios para extender su duración.
- Tratar con expertos sobre el tema del Medio Ambiente para crear una cultura ambiental en la Entidad, de forma tal que se apliquen todos los procesos de saneamiento y reciclaje de residuales en la entidad, para lograr que la entidad alcance cumplir con la condición de instalación ecológica.
- Registrar cada opinión de los trabajadores para tener información de la calidad de los servicios realizados.

### 3.3 Propuesta de Plan de Mantenimiento.

Luego de la aplicación de los distintos métodos y la posterior confección del listado de medida para resolver los problemas anteriormente planteados, se brinda un modelo metodológico de Plan de Mantenimiento, que sirva para la elaboración de planes específicos según marcas y tiempo de explotación. Los futuros planes quedarán singularizados en función de la experiencia de directivos y mecánicos así como por la base de datos estadísticos que se posea.





## CONCLUSIONES

- 1) Se concluye que al evaluar la Gestión del Mantenimiento los mayores problemas se encuentran en la información y logística, el déficit de capacitación del personal y las políticas de protección del medio ambiente.
- 2) Se detectaron una gran cantidad de problemas que dificultan la eficiente realización de la actividad del mantenimiento.
- 3) La amplia bibliografía empleada nos ayudó a fundamentar teóricamente que la Gestión del Mantenimiento va de la mano con una correcta planificación, programación, ejecución, así como también con un riguroso control para poder lograr una perfección sobre las deficiencias en los procesos a ejecutar.
- 4) Se elaboró de un plan de mantenimiento para caso de estudio y se implemente en la futura confección de los restantes.
- 5) Se confeccionó un plan de medidas basado en las dificultades encontradas al evaluar la gestión del mantenimiento en la entidad.

## RECOMENDACIONES

1. Evaluar periódicamente la Gestión del Mantenimiento para tener una correcta implementación de los planes de mantenimiento.
2. Prestar atención a los indicadores de informatización y Logística, así como a los de Medio Ambiente, analizando las medidas de solución para mejorar dichos índices.
3. Realizar cursos de capacitación para el personal pues este fue uno de los aspectos negativos encontrados cuando se evaluó la Gestión de Mantenimiento.
4. Si se detecta cualquier tipo de avería o incumplimiento hacia el plan de mantenimiento, no permitir por ningún concepto que el equipo comience a trabajar, hasta que este esté en perfecto estado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Moreira, J. (2020). El mantenimiento como motor de desarrollo funcional de la European Bulk Handling Installation SA (EBHISA).
- Andreoli, J. M. (2018). *Optimización de los procesos de mantenimiento predictivo en las instalaciones del Palacio de las Artes Reina Sofía* Universitat Politècnica de València].
- Arenas, I. E. F. (2009). "Procedimiento de Evaluación y Control para Gestión del Mantenimiento en Hoteles, mediante Indicador General" [TESIS EN OPCIÓN AL GRADO DE MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS, Universidad de Matanzas]. Matanzas.
- Avila, H. F., González, M. M., & Licea, S. M. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica? *Didasc@ lia: didáctica y educación ISSN 2224-2643*, 11(3), 62-79.
- Ayala Villareal, J. J. (2018). *Aplicación del sistema de mantenimiento basado en condiciones (CBM), para vehículos y maquinaria pesada del área automotriz del GAD municipal de Tulcán*
- Broche Hernández, L. E. (2015). Mantenimiento Basado en el Riesgo para el equipamiento de la línea de producción de Refrescos Carbonatados en la UEB Embotelladora Central "Osvaldo Socarrás Martínez".
- C., G. T. (2005). EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL Y EL MANTENIMIENTO PROACTIVO. *Noria Latin America*.
- Castellanos López, I. (2015). *Selección del tipo de mantenimiento a aplicar al equipamiento del Gran Hotel "Los Helechos" Universidad Central* Marta Abreu" de Las Villas].
- Castillo, R., Zambrano, E., & Prieto, A. T. (2015). Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del

municipio Cabimas. *Telos*, 17(3), 495-511.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99342682008> (IN FILE)

Castro Acevedo, Y. A. (2022). Mantenimiento predictivo.

De la Paz Martínez, E. M., Espinosa, H. L., & Martínez, A. A. (2000). Evolución del mantenimiento en Cuba y la participación de las universidades en el proceso. *Revista CINTEX*, 8, 48-53.

Denis, I. Y. M. S. (2018). *Plan de Acción para mejorar la organización d la actividad de mantenimiento en el Hotel Playa Varadero* Universidad de Matanzas].

Espinosa Velásquez, L. H. (2014). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo planificado mediante software en el taller del municipio del cantón Otavalo*

Fernández Álvarez, E. (2018). Gestión de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM.

García, D. L. (2009). *Estudio para la implementación del sistema de Gestion de Mantenimiento basado en la fiabilidad operacional y energética en los grupos electrógenos* Universidad de Matanzas]. Matanzas, Cuba.

García Valdés, M., & Suárez Marín, M. (2013). El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. *Revista Cubana de Salud Pública*, 39(2), 253-267.

Garrido, S. G. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Diaz de santos.

Gonzalez, E., Nanos, E. M., Seyr, H., Valldecabres, L., Yürüşen, N. Y., Smolka, U., . . . Melero, J. J. (2017). Key performance indicators for wind farm operation and maintenance. *Energy Procedia*, 137, 559-570.

- Herrera Valero, L. A. (2021). Implementación de gestión de backlogs y estrategia de PM 8 pasos para mejorar la disponibilidad de una flota de 50 tractocamiones en un terminal portuario.
- Ivan, R. J. O. (2019). Key Performance Indicators (KPI).
- Lam, C., & Elida, J. (2010). Gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimiento de tierras. *Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil*.
- Leguizamón Quijano, X., Rodríguez, A. L., Santa Luna, C., & Triana Sierra, L. M. (2013). Propuesta modelo de mantenimiento preventivo para montacargas.
- Leyton Lugo, L. A., & Castro Delgadillo, J. F. (2021). Propuesta de gestión de mantenimiento aplicado a la empresa Harinera del Valle, caso de estudio: línea de brownie planta Mama-ía Bogotá.
- Llerena Butrón, C. T. (2019). Análisis de gestión logística de mantenimiento en empresas de maquinaria pesada que realizan movimiento de tierras, para el desarrollo de una política de mantenimiento basada en la confiabilidad.
- Llerena Morera, D. (2016). *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a equipos más consumidores de energía eléctrica del Hotel “Cayo Santa María”* Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Ingeniería ...].
- Macias, C. L. C., & Quintero, R. A. P. (2012). Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (overall effectiveness equipment) en la línea tubería en corpacero sa. In: Obtenido de <http://udistrital.edu.co>: <http://udistrital.edu.co>.
- Márquez, E. R. (2011). *Propuesta de solución a los problemas de mantenimiento de los compresores Compair modelo L-04 de la EPEP - Centro Universidad de Matanzas*. Matanzas, Cuba.

- Muñis, D. V. (2011). *Estrategia para el mejoramiento de la lubricación dentro del mantenimiento de las unidades de bombeo de la EPEP - Centro*. Universidad de Matanzas]. Matanzas, Cuba.
- Muñoz Arriola, M. E. (2020). Propuesta de aplicación de indicadores de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos de una empresa constructora.
- Patidar, A., Soni, A., & Pagare, M. (2021). THE THEMATIC STUDY ON CONSTRUCTION EQUIPMENT'S: MAINTENANCE, MANAGEMENT AND METHODOLOGY.
- Pérez Borrajo, A. C. (2014). *Desarrollo de un procedimiento de Mantenimiento Basado en el Riesgo para el equipamiento de la Planta de Producción del Centro de Bioactivos Químicos (CBQ) Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas*].
- Pérez González, W. (2016). Mantenimiento Basado en el Riesgo para el equipamiento del sistema de abasto de agua caliente en el Hotel Playa Cayo Santa María.
- Pérez Rondón, F. A. (2021). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial.
- Razzetto Canales, E. M. (2021). Gestión de mantenimiento correctivo en el servicio que presta una empresa de servicios electromecánicos, Lima 2021.
- Reguant Álvarez, M., & Torrado Fonseca, M. (2016). El método delphi. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 2016, vol. 9, num. 2, p. 87-102.
- Rodríguez Niño, J. L. (2018). Elaboración de una Propuesta de Plan de Mantenimiento Basado en Confiabilidad para la flota de vehículos de la Empresa Tranzit SAS Perteneciente Al Sitp.
- Rodríguez Pérez, C. (2017). *Mantenimiento Basado en Riesgos para el motor de tecnología MAN B&W Diesel de la Central Eléctrica Sancti Spíritus Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas*. Facultad de Ingeniería ...].

- Roso Sierra, J. D. (2022). Planeación y desarrollo del mantenimiento correctivo y preventivo de las máquinas amarillas de la empresa Obrecol SAS.
- Rubio Pacheco, W. A. (2019). Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos del municipio de Motavita.
- Sexto, L. F. (2017). Tipos de mantenimiento:¿ cuántos y cuáles son. *Revista Mantenimiento en Latinoamérica*.(9), 4, 14-17.
- Source, P. *La importancia del mantenimiento de su equipo pesado*.  
<https://primesourceco.com/es/latest-news/the-importance-of-maintenance-for-your-heavy-equipment/#:~:text=Por%20qu%C3%A9%20el%20mantenimiento%20de,por%20contaminantes%20en%20el%20combustible>
- Trinchet-Varela, C. A., López-Nuñez, J., Vargas-Guativa, J. A., & Pérez-Rodríguez, R. (2021). Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera. *Ingeniería Mecánica*, 24(1), 1-14.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225169340001> (IN FILE)
- Vaca, C. S. A., & Quito, R. F. O. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 4(10), 59-69.
- Ventura, M. E. Z. (2016). Gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y desarrollo*, 18(1), 57-67.
- Villalobos Cachay, S. M. (2019). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo Para equipos de construcción de la empresa Chronos Ingenieros SAC que permitan disminuir los gastos en mantenimiento correctivos, en el Distrito de Huayllabamba, Provincia de Urubamba, Región Cusco.
- Villanueva Barzola, M. R. (2021). Diagrama de ishikawa y rendimiento académico en comunicación en estudiantes de quinto de secundaria, Institución Educativa san Francisco, Paucarbamba.

Villar-Ledo, L., Rodríguez-Piñeiro, A. J., Díaz-Concepción, A., & Tamayo-Mendoza, J. E. (2019). Methodology for maintenance management based on diagnostic criteria. *Dyna*, 86(211), 208-214.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49663345024> (IN FILE)

Vizuite Lema, B. N. (2016). *Analizar y Elaborar un Manual de Procesos de Mantenimiento de Mini cargadoras Automotrices* Riobamba, UNACH 2016].

## ANEXOS

Anexo #1 Propuesta detallada con clave, para evaluar aspectos y subaspectos.

### 1. 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:

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 \_\_X\_\_.

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

Optimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_X\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

8. Control de los recursos humanos con que se cuenta.

Optimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_X\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

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

Optimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_X\_\_.

#### **CLAVE DE EVALUACIÓN:**

- **OPTIMO: 9 - 10**
- **BUENO: 7 - 8**
- **DEFICIENTE: 6**

## **2. 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.

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

a. Productivo Total

b. Centrado en la Fiabilidad.

c. Centrado en los Costos.

d. Alternativo

Optimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_ .

2. Control de áreas o equipos con los tipos de mantenimiento.

- Correctivos.

- Preventivos Planificados.

- Predictivos

Optimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_ .

3. Control del estado de los planes de mantenimiento.

Optimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_ .

4. Control de las órdenes de trabajos ejecutados y por ejecutar.

Optimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_ .

5. Control del personal que ha intervenido el equipo.

Optimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_ .

6. Control de los tiempos de paro.

Optimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_ .

7. Control de los modos de fallo y sus causas.

Optimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_ .

8. Control de los tiempos de funcionamiento.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

9. Diseño y control de las señales de alarma.

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

### **CLAVE DE EVALUACIÓN:**

- **OPTIMO: 9 - 10**
- **BUENO: 7 - 8**
- **DEFICIENTE: 6**

### **3. 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.

1. Disponibilidad total de los Equipos (**DTE**)

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

2. Disponibilidad total de Áreas (**DTA**)

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

3. Aprovechamiento de los equipos (**AE**)

Óptimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_X\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_

## **CLAVE DE EVALUACIÓN:**

- **OPTIMO: 9 - 10**
- **BUENO: 7 - 8**
- **DEFICIENTE: 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:

1. Costo relativo con personal propio/ Costo de SSTT

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

2. Costo relativo con material / Costo de SSTT

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

3. Costo de mano de obra externa / Costo de SSTT

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

4. Inmovilizado en repuestos / Costo de SSTT

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

5. Costo de SSTT / Valor de venta

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

6. Costo de SSTT / Entidad.

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

## **CLAVE DE EVALUACIÓN:**

- **OPTIMO: 9 - 10**
- **BUENO: 7 - 8**
- **DEFICIENTE: 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:

1. Capacitación y recalificación del personal de mantenimiento.  
Optimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_\_\_ . Deficiente X .
2. Nivel de fluctuación de la mano de obra de mantenimiento.  
Optimo \_\_\_\_ . Bueno \_\_\_\_ . Deficiente X .
3. Índice de Frecuencia (IF) de Accidentes en el área de SSTT y gravedad de Accidentes. Optimo X . Bueno \_\_\_\_ . Deficiente \_\_\_\_ .
4. Tener definido los riesgos. Optimo  
X . Bueno \_\_\_\_ . Deficiente \_\_\_\_ .
5. Tener definidas las medidas de protección en función de los riesgos.  
Optimo X . Bueno \_\_\_\_ . Deficiente \_\_\_\_ .

6. 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 \_\_X\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

**CLAVE DE EVALUACIÓN:**

- **OPTIMO: 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:

1. Informatización de la información técnica de Mantenimiento. Óptimo \_\_X\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

2. Informatización del Sistema de Mantenimiento Correctivo. Óptimo \_\_X\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

3. Informatización del Sistema de Mantenimiento Preventivo/Predictivo. Óptimo \_\_X\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

4. Informatización del Sistema de Paradas programadas. Óptimo \_\_X\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

5. Informatización del Sistema de Seguimiento y Control de la Gestión del Mantenimiento. Óptimo \_\_X\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

- Seguimiento y control sistemático (Mensual)

- Seguimiento y controles a petición

6. Interfaz con otras aplicaciones informáticas.

Optimo . Bueno . Deficiente .

7. Suministrador y cumplimiento de las normas de seguridad informática.

Optimo . Bueno . Deficiente .

### **CLAVE DE EVALUACIÓN:**

- **OPTIMO: 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.

1. Reciclaje de residuales líquidos.

Optimo . Bueno . Deficiente .

2. Reciclaje de residuales sólidos.

Optimo . Bueno . Deficiente .

3. Utilización de recursos biológicos de control.

Optimo . Bueno . Deficiente .

4. Utilización de recursos químicos de control.

Optimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_X\_\_.

5. Tiene la condición de Hotel Ecológico, aspira y se prepara o no se prepara.

Optimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_\_\_\_. Deficiente \_\_X\_\_.

### **CLAVE DE EVALUACIÓN:**

- **OPTIMO: 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.

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

Optimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_X\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

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

Optimo \_\_\_\_\_. Bueno \_\_X\_\_\_. Deficiente \_\_\_\_\_.

Anexo #2 Encuesta a Expertos.

**Estimado experto, usted ha sido seleccionado por sus conocimientos o experiencia en el tema de Servicios Técnicos de Mantenimiento. Es necesario que los criterios que le presentamos a continuación, usted los ordene de mas importante a menos importante, utilizando el numero 1 para el que a su juicio sea el de más importancia y así sucesivamente. Los criterios que usted verá se corresponden con deficiencias y-o dificultades que limitan la gestión del mantenimiento y que han sido enunciadas a partir del resultado de: encuestas, entrevistas y tormentas de ideas.**

- Falta de indicadores asociados a la gestión del mantenimiento.
- Malas condiciones laborales.
- Falta de recursos para desarrollar el trabajo.
- Deterioro del inmueble y sus redes.
- Falta de calificación en el personal de mantenimiento.
- Enfoque reactivo en la gestión.
- Insuficiente financiamiento para la gestión.
- Falta del enfoque de proceso a nivel organizacional.
- Extrema insatisfacción con el salario.
- Insuficiente aplicación del mantenimiento preventivo.
- Malas condiciones de almacenamiento y logística en general.
- Falta de personal en la plantilla.
- Desconocimiento parcial o total en la dirección a todos los niveles del papel del mantenimiento en la gestión del proceso asistencial.

- En los planes de capacitación no está prevista la gestión de mantenimiento.

Anexo #3 Listado de equipos de la Entidad BCOI 28.

#	Clase Tipo	País	Marca	Modelo	Chapa	Estado Téc.	Año
1	Bulldozers S/E	Italia	Fiat	FD – 20		Bueno	1988
2	Bulldozers S/E	Italia	Fiat	FD – 20		Regular	1984
3	Bulldozers S/E	Japón	Komatsu	D – 85 – A12		Bueno	1984
4	Bulldozers S/E	Japón	Komatsu	D – 85 – A18		Malo	1984
5	Cargadores S/N	Rep. Checa	CTZ	UNC – 200		Regular	1989
6	Cargadores S/N	Suecia	Volvo	BM – 4400		Malo	1981
7	Cargadores S/N	Rusia		V – 140		Regular	2009
8	Cargadores S/N	Corea del Sur	Daewoo	Mega – 250 – V		Regular	2000
9	Cilindro Vib	Alemania	Dynapac	CA 5000		Bueno	2013
10	Motoniveladora	Brasil	New Holland	F – 170 B		Bueno	2013
11	Tractor S/R	Rusia	MTZ	80	08M353	Bueno	1990
12	Tractor S/R	Rusia	Yumz	6AM	08M682	Regular	1988
13	Tractor con A/E	Rusia	MTZ	5AM	11M263	Bueno	1989
14	Tractor MP	Italia	Fiat Kobelco	SL – 45B		Regular	2002
15	Tractor MP	R. P. China	TY	375S		Bueno	2016
16	Retropala	España	Ausa	RC – 3		Regular	2012
17	Retropala	España	Ausa	RC – 3		Malo	2012
18	Retropala	Italia	Verieri	S – 23E		Regular	2013

19	Camión Plat. P	Rusia	Kamaz	53212	B125154	Bueno	1988
20	Camión Plat. P	Rusia	Kamaz	53212	B125855	Bueno	1986
21	Camión Plat. P	Rusia	Kamaz	53212	B081064	Bueno	1988
22	Camión Plat. P	Rusia	Kamaz	53212	B137246	Bueno	1988
23	Camión Plat. P	Rusia	Maz	500	B016924	Bueno	1967
24	Camión Plat. P	Rusia	Maz	5551	B016720	Bueno	2016
25	Camión Plat. P	Rusia	Zil	130	B081047	Regular	1988
26	Camión Plat. P	Rusia	Zil	130	B025308	Regular	1982
27	Camión Plat. P	Rusia	Zil	130	B080898	Regular	1989
28	Camión de V.	Francia	Renault	Kerax 370	B125090	Regular	2001
29	Camión de V.	Francia	Renault	Kerax 370	B125087	Bueno	2001
30	Camión de V.	Francia	Renault	Kerax 370	B125091	Bueno	2001
31	Camión de V.	Francia	Renault	Kerax 370	B199803	Regular	2001
32	Camión de V.	Francia	Renault	Kerax 370	B125089	Bueno	2001
33	Camión de V.	Francia	Renault	Kerax 370	B125088	Bueno	2001
34	Camión de V.	Francia	Renault	Kerax 370	B125098	Regular	2001
35	Camión de V.	Rusia	Kamaz	5511	B157483	Bueno	1988
36	Camión de V.	Rusia	Kamaz	5511	B125095	Malo	1989
37	Camión de V.	Rusia	Kamaz	5511	B168396	Bueno	1989
38	Camión de V.	Rusia	Kamaz	5511	B172298	Bueno	1989
39	Camión de V.	Rusia	Kamaz	5511	B016245	Regular	1988
40	Camión de V.	Rusia	Kamaz	5511	B157885	Bueno	1987
41	Camión de V.	Rusia	Kamaz	5511	B080909	Regular	1989

42	Camión de V.	Rusia	Maz	500	B016889	Regular	1984
43	Camión de V.	Rusia	Maz	5551 (700)	B200835	Bueno	1988
44	Camión de V.	Rusia	Maz	5551 (700)	B025334	Regular	2007
45	Camión de V.	Rusia	Maz	5551 (700)	B125094	Malo	1988
46	Camión de V.	Rusia	Maz	5551 (700)	MSU203	Malo	1989
47	Camión de V.	Italia	Fiat	300 – PC	B173495	Regular	1984
48	Camión de V.	Rumania	Roman	R – 19256 – DFK	B125083	Regular	1985
49	Camión de V.	R. P. China	Sinotruck	Howo	B200832	Bueno	2016
50	Camión de V.	R. P. China	Sinotruck	Howo	B200834	Bueno	2016
51	Camión de V.	R. P. China	Sinotruck	Howo	B200831	Bueno	2016
52	Camión de V.	R. P. China	Sinotruck	Howo	B200830	Bueno	2016
53	Camión de V.	R. P. China	Sinotruck	Howo	B200833	Bueno	2016
54	Cuña Tract.	Italia	Fiat	300 – PT	B172368	Regular	2014
55	Planta de Eng. S/C	Francia	Renault	Kerax 370	B016230	Bueno	2001
56	Planta de Eng. S/C	Rusia	Zil	130	B157970	Regular	1984
57	Rem. Plat. BT	Rusia		GKB – 817 – G		Regular	1988
58	Rem. Plat. BT	Rusia		GKB – 817 – G		Regular	1997
59	Rem. Plat. BT	Rusia		GKB – 817 – G		Regular	1988
60	Semi – Rem. Zorra	Cuba	Taino	TZ – 40	B051840	Regular	1984
61	Taller Mec. S/C	Italia	Fiat	619 – N1	B125092	Regular	1969

62	Taller Mec. S/C	R. P. China	Sinotruck	Howo	B081696	Bueno	2014
63	T de Agua S/C	Rusia	Zil	130	B125093	Regular	1990
64	T de Comb. S/C	Rusia	Maz	TZ – 500	B209343	Bueno	2017
65	Automovil	Francia	Citroen	Berlingo	B025242	Bueno	2007
66	Automovil	Francia	Citroen	Berlingo	B016782	Bueno	2007
67	Automovil	Francia	Citroen	Berlingo	B016938	Bueno	2007
68	Automovil	Francia	Citroen	Berlingo	B224447	Bueno	2007
69	Auto Rural - Jeep	Rusia	UAZ	451	B125073	Regular	1985
70	Auto Rural - Jeep	Rusia	UAZ	452	B212934	Regular	1987
71	Auto Rural - Jeep	Rumania	Aro	243 – D	B125085	Bueno	1983
72	Auto Rural - Jeep	Japón	Suzuki	Vitara	B126177	Regular	1998
73	Auto Rural - Jeep	Japón	Suzuki	Vitara	B016577	Regular	2002
74	Auto Rural - Jeep	Japón	Suzuki	Jimny	B206063	Bueno	2012
75	Auto Rural - Jeep	Japón	Suzuki	Jimny	B016224	Regular	2008
76	Camioneta Abierta	Rumania	Aro	320 – D	B016815	Bueno	1986
77	Camioneta Abierta	Rumania	Aro	320 – D	B025343	Bueno	1995
78	Camioneta Abierta	R. P. China	Great Wall	CC1021LSC	B025435	Bueno	2009
79	Camioneta Abierta	R. P. China	Great Wall	CC1021LSC	B224808	Bueno	2009
80	Camioneta Abierta	R. P. China	Great Wall	CC1021LSC	B025456	Bueno	2009
81	Motocicleta	Japón	Suzuki	GN – 125	B06818	Bueno	2007

82	Motocicleta	Japón	Suzuki	GN – 125	B22219	Bueno	2007
83	Motocicleta	Japón	Suzuki	GN – 125	B30478	Bueno	2007
84	Motocicleta	Japón	Suzuki	GN – 125	B30515	Bueno	2007
85	Moto C/Side Car	Rep. Checa	Jawa	350 C.C.	B30592	Bueno	1997
86	Moto C/Side Car	Rep. Checa	Jawa	350 C.C.	B22258	Bueno	1997
87	Bomba de Ag. de Combustión	España	Varisco	J85		Regular	1986
88	Bomba de Ag. de Combustión	Italia	Varisco	Ecomati JD6 – 25		Regular	2012
89	Bomba de Ag. de Combustión	Italia	Varisco	Ecomati JD6 – 25			
90	Carretilla Barrenadora S/N	Francia	Stenvick	Record Bbas		Regular	1988
91	Comp. de Comb. S/R	Suecia	Copco	Xas 186		Bueno	2013
92	Comp. de Comb. S/R	Suecia	Copco	Xas 186		Bueno	2017
93	Comp. de Comb. S/R	Suecia	Copco	Xas 186		Bueno	2017
94	Comp. de Comb. S/R	España	Betico	PT – 8		Regular	2006
95	Concretera de Comb. Autoprop.	Italia	Fiori	8 X 15S		Bueno	2019
96	Montacargas de Comb.	R. P. China	Heli	CPCD – 25W4		Regular	2000
97	Motovolquetas de Comb.	España	Ausa	175 – R115		Bueno	1987

98	Motovolquetas de Comb.	España	Ausa	175 – R115		Bueno	2000
99	Motovolquetas de Comb.	España	Ausa	175 – R115		Bueno	2012
100	Motovolquetas de Comb.	España	Ausa	175 – R115		Bueno	2012
101	Motovolquetas de Comb.	España	Piquersa	DG – R93		Regular	2012
102	Motovolquetas de Comb.	España	Piquersa	DG – R93		Bueno	2012

**Revisión diaria.**

➤ Fregado General

➤ Motor

- Funcionamiento de bombas de combustible, carburador, bujías de ignición y pre-calentamiento, inyectores de combustible, tensión de las correas, fijación el conjunto de ventilador, estado de los calzos, fijación y hermeticidad de la tapa de la distribución, tapa de balancines y tapa de block, múltiple escape y su conjunto de gases.
- Distribuidor de encendido, el radiador de agua y aceite.

➤ Dirección

Estado de la barra de la dirección, estado de los terminales y fijación en general, estado del servo de dirección, hidráulico y sinfín.

➤ Frenos

- Funcionamiento de los frenos de mano y pie, hidráulicos, forros de los zapatos y tamboras, disco y pastilla.
- Bombas y válvulas de aire, compresor, tanque para el aire.

➤ Transmisión

- Caja de velocidad, diferenciales, funcionamiento y fijación, reductores, mandos finales, tandera, convertidor y las barras.

➤ Embrague

- Funcionamiento del sistema.

➤ Rodaje

- Estado de los neumáticos, ruedas, esteras.
- Juego libre del apriete de los cubos de las ruedas.
- Sistema Hidráulico
- Funcionamientos de bombas cilindros (gatos) estado de roter, escarificador, cubos de cargas, cuchillas de empuje, mangueras.
- Chasis
- Fijación de la plataforma de planchas y volteos.
- Carrocería y cabina
- Estado de la cabina, carrocería, tapicería en general.
- Suspensión delantera y trasera
- Amortiguadores, aspírales, ballestas (Muelles).
- Reapriete general - Muy importante
- Electricidad
- Motor de arranque, dinamo, alternador, regulador de voltaje.
- Instrumento de la pizarra, luces exteriores e interiores, estado de cables y empalmes, bocinas cornetas u otro sistema de aviso o alarmas, mando de luz o cambios de luces.
- Lubricación
- La que corresponda según la simbología que aparece en la orden de trabajo y la guía de esa marca y modelo de equipos.

El siguiente plan de mantenimiento es una propuesta metodológica para mejorar la fiabilidad de un equipo de carga (Bulldozer) que debe ser modificada teniendo en cuenta el tiempo de explotación, que haya sufrido el vehículo en cuestión.

### **Operaciones cada 10 horas.**

- Fregado general del vehículo.
- Engrase de todas las partes del vehículo.

Revisar:

- Cárter del Motor.
- Caja de embrague de dirección, incluyendo caja, convertidor y transmisión.
- Ver si hay fugas de aceite por los sellos flotantes. (En caso de existir abrirlos, repararlos y llenar de nuevo con aceite).
- Filtro de combustible y depósito. Drenar agua y sedimentos.

(NOTA: Repetir este mantenimiento en los equipos cada 10 horas).

### **Operaciones entre 200 y 250 horas.**

Revisar Nivel:

- Sistema hidráulico.
- Caja de mandos finales (Reductores finales).

Cambio de aceite:

- Rodillos y ruedas guías de las esteras. (Colocar la máquina en una posición bien elevada, quitar el tapón, enroscar el puntero lubricador y aplicar lentamente el aceite nuevo hasta comprobar que ha expulsado todo el viejo).

Engrasar:

- Rodamientos del ventilador y polea tensora.

- Rodamientos de la bomba de agua.
- Barra de ajuste de la rueda loca (estera).
- Eje y junta esférica de soporte del cilindro hidráulico de la cuchilla.
- Tirantes de la cuchilla.
- Junta esférica del brazo de la cuchilla.
- Horquilla de soporte de cilindro hidráulico de la cuchilla.
- Junta esférica del tirante de inclinación de la cuchilla.
- Bujes y articulaciones del ripper (Si lo tiene).
- Tensión de las esteras del tren de rodaje. (Para tensarlas, aplicar grasa por la copilla. Para aflojarlas dejar expulsar la grasa necesaria hasta obtener la tensión requerida, si la grasa no saliera bien, mueva la máquina unos metros hacia delante y hacia atrás).

Cambiar elemento:

- Filtros y respiraderos del cárter.
- Filtros de aceite de la transmisión y del embrague de dirección.
- Filtro de aceite plano flujo del motor.

Limpiar si es necesario el filtro de aire, inspeccionar el elemento exterior.

Limpiar el colador inferior del depósito de combustible.

(NOTA: Repetir este mantenimiento en los equipos cada 200 y 250 horas).

### **Operaciones a las 350 horas.**

Realizar todas las operaciones correspondientes al mantenimiento anterior.

Cambio de aceite:

- Carter del motor.

Cambiar elemento:

- Filtro de aceite de derivación del motor.
- Filtro de combustible.
- Filtro resistor de corrosión.
- Filtro de malla de la bomba PT. Limpiar la malla y el imán.

Limpiar respiradero del embrague de dirección.

Lubricar el motor de arranque.

(NOTA: Repetir este mantenimiento en los equipos cada 350 horas).

### **Operaciones a las 550 horas.**

Realizar todas las operaciones correspondientes a los mantenimientos anteriores.

Cambio de aceite:

- Caja de embrague de la dirección, incluyendo caja convertidor y transmisión.
- Caja de los mandos finales (reductores laterales).

Limpiar el filtro de colador de aceite del convertidor.

Limpiar el filtro de aceite del embrague de dirección.

Examinar y cambiar el filtro de aire interior.

Engrasar:

- Bujes de apoyos diagonales.

- Borde de acoplamiento del convertidor.

(NOTA: Repetir este mantenimiento en los equipos cada 550 horas).

### **Operaciones a las 800 horas.**

Preferiblemente realizar cada 3 mantenimientos.

Realizar todas las operaciones correspondientes a los mantenimientos anteriores.

Cambiar el aceite al depósito de aceite hidráulico.

Cambiar el filtro de aceite hidráulico.

Engrasar:

- Eje palanca de cambio.
- Eje pedal de freno.
- Eje palanca embrague de dirección.
- Eje de palanca de control de combustible.
- Eje de palanca de control de la cuchilla.
- Junta universal (Cardán).

Cambiar elementos interiores y exteriores del filtro de aire.

Luego lo que queda es repetir cada ciclo cuando corresponda.