

**PROPUESTA PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA
VEHICULAR A TRAVES DE UN SISTEMA DE INFORMACION**



ERIKA ALEJANDRA MOGOLLON GAMBOA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2012

**PROPUESTA PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA
VEHICULAR A TRAVES DE UN SISTEMA DE INFORMACION**

ERIKA ALEJANDRA MOGOLLON GAMBOA

Monografía de Grado

**Presentada como requisito para optar el titulo de
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

Director

**EDWIN ARTURO MENDOZA
ESPECIALISTA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

"Para el logro del triunfo siempre ha sido indispensable

Pasar por la senda de los sacrificios"

Simón Bolívar

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su apoyo y estar siempre presentes en cada momento de mi vida,

A la Universidad Industrial de Santander por abrirme las puertas y permitir caminar por los senderos del conocimiento en compañía de docentes de calidad.

Al Ingeniero Holger, Rosita y Yolanda, por brindarme su colaboración y su apoyo para cada unos de los inconvenientes que se presentaron en el transcurso de la especialización.

Agradezco de corazón a todas aquellas personas que hicieron posible el cumplir una meta más en mi camino, que me brindaron su apoyo emocional y fueron participes del desarrollo de mi proceso académico.

Erika Alejandra Mogollón Gamboa

CONTENIDO

INTRODUCCION	15
1. MARCO CONCEPTUAL	17
1.1 COMPOSICION DE LA FLOTA VEHICULAR	17
1.1.1 Retroexcavadora Hitachi.....	17
1.1.2 Camion npr y nnr.....	21
1.1.3 Camioneta 4x4	22
1.1.4 Cabezote con camabaja	23
1.1.5 Camión winche	24
1.1.6 Grua grove	25
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	28
3. OBJETIVOS	29
3.1 OBJETIVO GENERAL	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	29
4. JUSTIFICACIÓN.....	30
5. MARCO TEORICO	31
5.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO	31
5.2 FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO.....	35
5.3 CLASES DE MANTENIMIENTO POR EL TIPO DE ACCIÓN	38
5.3.1 Mantenimiento preventivo	38
5.3.2 Mantenimiento correctivo.....	43
5.3.3 Mantenimiento productivo o planificado.....	46
5.3.4 Mantenimiento predictivo	56
5.3.5 Mantenimiento modificativo.....	75
5.4 ANALISIS DE CRITICIDAD	77
5.5 SISTEMAS DE INFORMACION	78
6. POLITICAS Y FILOSOFIAS DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA VEHICULAR	86

7. CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS PROPIOS Y ALQUILADOS	90
7.1 EQUIPOS PROPIOS Y EQUIPOS OPCIONALES (alquilados.....	93
8. PROCESO ACTUAL DE MANTENIMIENTO	96
8.1 FORMATOS DE SEGUIMIENTO DE MANTENIMIENTO	102
9. SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PROPUESTO	103
10. CONCLUSIONES.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114
ANEXOS.....

116

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Retroexcavadora Hitachi	17
Figura 2. Fotografía camión NPR	21
Figura 3. Fotografía camioneta 4x4	22
Figura 4. Fotografía tractor camión Freightliner	23
Figura 5. Fotografía camión Winche	24
Figura 6. Fotografía grúa Grove	25
Figura 7. Funciones del mantenimiento	35
Figura 8. Generalidades del mantenimiento predictivo	56
Figura 9. Registro de vibraciones en un ciclo de trabajo	62
Figura 10. Transformada tiempo- frecuencia	62
Figura 11. Análisis de lubricantes	65
Figura 12. Prueba de análisis de ultrasonido	66
Figura 13. Prueba de termografía	69
Figura 14. Árbol de fallas	71
Figura 15. Los sistemas de información	79
Figura 16. Mantenimiento correctivo camioneta Ford Ranger 4x4	87
Figura 17. Mantenimiento correctivo a camabaja	87
Figura 18. Movilización de retroexcavadora Hitachi	88
Figura 19. Distribución de equipos base principal	91
Figura 20. Distribución de equipos base secundaria 1	92

Figura 21. Distribución de equipo base secundaria 2	92
Figura 22. Mantenimiento correctivo a retroexcavadora en campo	99
Figura 23. Mantenimiento preventivo camión winche	100
Figura 24. Formato hoja de vida equipos – maquinas vehículos	102
Figura 25. Etapas del proceso para la organización de los trabajos	107
Figura 26. Estructura del sistema de información	111

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Dimensiones generales de la retroexcavadora Hitachi	19
Tabla 2. Dimensiones de la cuchara de la retroexcavadora Hitachi	20
Tabla 3. Peso retroexcavadora Hitachi Saxis	20
Tabla 4. Cuantificación de los efectos de las fallas	94
Tabla 5. Seguimiento de mantenimiento actual de la flota vehicular	98

LISTA DE ANEXOS.

	Pág.
Anexo A. Ficha técnica de camión NPR	118
Anexo B. Formato de clasificación de equipos propios/alquilados	119
Anexo C. Formato de clasificación de equipos por orden de trabajo orden básica/opcional	120
Anexo D. Formato de clasificación de equipos por criticidad	121
Anexo E. Formato de servicios generales básicos I	122
Anexo F. Formato de servicios generales básicos II	123
Anexo G. Formato información general de mantenimiento de vehículos	124
Anexo H. Formato de pre operacional de vehículos.	125
Anexo I. Formato de pre operacional de grúa Grove	126
Anexo J. Formato de pre operacional de excavadora con oruga	127
Anexo K. Formato de pre operacional de camabaja	128
Anexo L. Formato de pre operacional de camión Winche	129
Anexo M. Archivo fotográfico	130

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA VEHICULAR A TRAVES DE UN SISTEMA DE INFORMACION

AUTOR: ERIKA ALEJANDRA MOGOLLON GAMBOA.

PALABRA CLAVES: Disponibilidad de equipos, sistema de información, políticas de mantenimiento, estandarización de tareas y procedimientos.

La adecuada planificación, organización, ejecución y control del mantenimiento de la flota vehicular de las empresas prestadoras de servicios es el eje del buen funcionamiento y la garantía para el cumplimiento con los compromisos adquiridos con los clientes, pues se garantiza la disponibilidad de los equipos.

Es por esto, que la implementación de un sistema de información es una medio para asegurar el funcionamiento continuo de la línea de producción, reduciendo los paros imprevistos de los vehículos debido a las fallas que se presentan por la falta de control y seguimiento de las rutinas básicas de mantenimiento que exige la flota vehicular.

Para la empresa es de vital importancia conocer el estado real de los vehículos, para establecer nuevas políticas de mantenimiento ya sea para que se aplique un mantenimiento preventivo o correctivo, sin que cause efectos secundarios en la ejecución de las ordenes de trabajo planificadas por el cliente y de esta manera optimizar la calidad de servicios prestados.

Al ejecutarse el sistema de información se automatiza la información de la flota, lo que contribuye al mejoramiento en la planificación de las estrategias de mantenimiento de los equipos de acuerdo a la criticidad que manejen y de acuerdo a la orden de trabajo en la que estén realizando su trabajo básico u opcional.

El sistema de información genera un impacto en el departamento de mantenimiento y logística, pues se convierte en una herramienta guía para estandarizar las tareas de procedimiento y de mantenimiento preventivo, con un ingreso rápido de datos.

“Facultad de Ingenierías físico-Mecánicas. Especialización Gerencia de Mantenimiento”.

Director: Edwin Arturo Mendoza

SUMMARY

TITLE: INVENTORY MANAGEMENT AND OPTIMIZATION OF SPARE PARTS FOR MAINTENANCE EQUIPMENT TO THIRD PARTIES

AUTHOR: ERIKA ALEJANDRA MOGOLLON GAMBOA.

KEY WORDS: The availability of equipment, information system, maintenance policies, standardize tasks and procedures.

Proper planning, organization, implementation and control of maintenance of the vehicle fleet of the service providers is the axis functioning and guarantee compliance with its commitments to customers, thus ensuring the availability of equipment.

This is why the implementation of an information system is a means to ensure the continued operation of the production line, reducing unscheduled vehicle due to failures that occur due to lack of control and monitoring routines requiring basic maintenance vehicle fleet.

For the company it is vital to know the actual status of the vehicles, to establish new maintenance policies either to apply preventive or corrective maintenance, without causing side effects in the implementation of planned work orders by customer and thus improve the quality of services provided.

In implementing the information system is automated fleet information, which contributes to the improvement in the planning of strategies for maintaining equipment according to criticality that handle and according to the work order in which they are performing basic or optional work.

The information system has an impact on the maintenance and logistics department, then it becomes a guiding tool to standardize tasks and preventive maintenance procedures, with fast data entry.

“Faculty of Mechanical Engineering-physical. Maintenance Management Specialization”.
Director: Edwin Arturo Mendoza

INTRODUCCION

Las empresas prestadoras de servicio de mantenimiento a terceros y que manipulan una gran cantidad de flota vehicular deben implementar una perspectiva tecnológica que permita la toma de decisiones innovadoras que permitan el mejoramiento de la eficiencia, eficacia y disponibilidad de los equipos.

Una adecuada gestión de mantenimiento implica el uso de herramientas tecnológicas como es el caso de los sistemas de información que permiten la adecuada planeación, organización y administración de recursos, en los que se describan las necesidades y las estrategias que la empresa desea implementar.

La aplicación de un sistema de información, incluye la recopilación de los datos de mantenimiento que se han realizado a la flota vehicular, de esta manera se puede hacer proyecciones de mantenimiento de acuerdo a las actividades programadas por el cliente y conservar la disponibilidad de los equipos para el cumplimiento de los compromisos adquiridos.

Debido a las inconsistencias que se presentan el área de mantenimiento, se acude a la sistematización de la información como una alternativa de mejoramiento, que permita organizar esta área, ahorre una gran cantidad de dinero y tiempo en las paradas de los equipos por un mantenimiento correctivo no planificado.

Los mercados actualmente ofrecen una gran cantidad de software, que buscan satisfacer las necesidades de este tipo de empresas, es por esto que

se considera una opción factible para la cuantificación y solución de las necesidades presentes.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 COMPOSICION DE LA FLOTA VEHICULAR

Las empresas encargadas de realizar trabajos a terceros, deben disponer de ciertos equipos que permitan realizar trabajos rudos y forzados, así como la movilización de herramientas menores, equipos pequeños, insumos y personal.

El mantener un nivel de disponibilidad y confiabilidad alto es vital para cumplir con las tareas exigidas para el cumplimiento de cada uno de los contratos y órdenes de trabajo, así sea que el equipo sea propio o sea alquilado. Los siguientes son los equipos que hacen parte del inventario:

1.1 1 Retroexcavadora Hitachi

Figura 1. Retroexcavadora hitachi



Fuente: Autor

La maquinaria pesada le permite a las empresas prestadoras de servicios de mantenimiento, llevar a cabo trabajos de rudos y forzados. Se requieren equipos que tengan motores potentes, capacidad de carga y de empuje. En su conformidad tienen chasis, motor y caja de velocidades, sistemas de enganche y

un sistema hidráulico que le permite levantar, empujar o extender las articulaciones.

Es por esto que la retroexcavadora, es un considerada un elemento versátil en las áreas de construcción y de obras civiles, en lo que se refiere a movimientos de tierra y traslado de materiales, pues está diseñada para cumplir con las más altas exigencias en cuanto a seguridad y por sobre todo de la vida útil de la maquina.

Este equipo se caracteriza por un robusto diseño de sección de pluma y balancín, que es además estrecho, de forma que la visibilidad es excelente a todo lo largo de la pluma hasta la cuchara sea cual sea la profundidad a la que se excave

El chasis de la retroexcavadora es fabricado de manera muy resistente, de esta manera se consigue mejor índice de productividad resistencia y durabilidad gracias a su diseño como cargadora y excavadora versátil. En cuanto a la capacidad de excavación es excepcional gracias a la geometría y al potente sistema hidráulico de flujo compensado y sensible a la carga, que proporcionan además una mayor capacidad de elevación y ciclos de carga más rápidos.

La retroexcavadora posee un sistema de comandos, que se han desarrollado para que las posiciones de trabajo que posee el operador sean más personalizadas con ajustes longitudinales y laterales, lo cual asegura la precisión de los movimientos minimizando así el esfuerzo físico del operador y disminuyendo el riesgo de accidentes dentro de la cabina, lo que la hace rentable tanto para la empresa como para el operador.

La cabina de la retroexcavadora cuenta con visibilidad panorámica, todos los mandos se encuentran situados de manera ergonómica y el nivel de ruido interior es muy bajo en la cabina. En términos de seguridad la cabina lleva un inmovilizador electrónico que trunca las funciones del motor.

En cuanto a su transmisión de cuatro velocidades sincronizadas, ayudan a cambiar rápida y suavemente entre avance y retroceso, eliminando las cargas por sacudidas en los componentes del árbol de transmisión, aumentando la comodidad del operario y control en la manipulación de cargas.

La pintura de la retroexcavadora es en base a polvo epoxy, es una resina formada por dos componentes y un catalizador, por tanto es muy resistente a la intemperie y además actúa como anticorrosivo. Las cargas electromagnéticas que posee este polvo hacen que las maquinas sean vistas hasta en las zonas más inaccesibles, el proceso de cocción de la pintura asegura un acabado liso y resistente y duradero.

Tabla 1. Dimensiones generales de la retroexcavadora Hitachi Saxis

	<i>VERSION CON EQUIPO RETRO-DESPLAZABLE</i>	<i>VERSION AXIAL</i>
<i>LONGITUD TOTAL</i>	<i>5.57</i>	<i>7.13</i>
<i>DISTANCIA ENTRE EJES</i>	<i>2.20</i>	<i>2.20</i>
<i>ALTURA DE LA CABINA</i>	<i>2.90</i>	<i>2.90</i>
<i>ALTURA DE A PLUMA EN POSICION DE TRANSPORTE</i>	<i>3.95</i>	<i>3.95</i>
<i>DISTANCIA AL SUELO</i>	<i>0.45</i>	<i>0.45</i>
<i>ANCHURA TOTAL</i>	<i>2.40</i>	<i>2.40</i>

Fuente: http://www.dinissan.com.co/hitachi/htdocs/pdf/ZX120-3_Espanol.pdf

Tabla 2. Dimensiones de la cuchara de la retroexcavadora Hitachi Saxis

CARGADORA	MOVIMIENTO DE TIERRA	4X1	4X1 CON HORQUILLA
<i>CAPACIDAD (L)</i>	<i>1200</i>	<i>1200</i>	<i>1200</i>
<i>PESO (Kg)</i>	<i>435</i>	<i>830</i>	<i>990</i>
<i>ANCHURA (m)</i>	<i>2.40</i>	<i>2.40</i>	<i>2.40</i>

Fuente: http://www.dinissan.com.co/hitachi/htdocs/pdf/ZX120-3_Espanol.pdf

Tabla 3. Peso de la retroexcavadora Hitachi Saxis

	VERSION CON EQUIPO RETRO DESPLAZABLE	VERSION AXIAL
<i>BALANCIN EXTENSIBLE CUCHARA ZANJADOTA DE 610 (mm), CUCHARA CARGADORA 4x1 CON HORQUILLA, UN OPERARIO DE 80 (KG) Y ESTANQUE LLENO</i>	<i>8800 Kg</i>	<i>8410 Kg</i>

Fuente: http://www.dinissan.com.co/hitachi/htdocs/pdf/ZX120-3_Espanol.pdf

El sistema hidráulico de las maquinas retroexcavadoras es de flujo compensado, no obstante asegura que la máxima potencia disponible irá dirigida donde más se necesite, este sistema permite la movilidad de los movimiento simultáneos aunque el motor trabaje a bajo régimen cual es el beneficio de esto, que reduce los ruidos molestos. También esta máquina posee mandos mecánicos o servo asistidos.

El mantenimiento de la retroexcavadora parte de la medición del kilometraje y las horas de trabajo que tenga la máquina, ya que su desgaste no solo radica en los neumáticos y gomas, sino en aceites hidráulicos, de motor, filtros, engranajes y piezas varias, incluidos sus aditamentos.

1.1.2 Camion npr y nnr

Figura 2. Fotografía camión NPR.



Fuente: Autor

Este tipo de vehículos, permite la movilización de insumos y equipos pequeños empleados en diferentes tipos de actividades de mantenimiento,

son de gran importancia pues permite mantener a disposición los recursos y su continuo desplazamiento.

Este tipo de camión es liviano, pues cuenta con un motor Isuzu 4HK1-TCN con turbo cargado intercooler de inyección directa Common Rail, que garantiza mayor economía en el consumo de combustible y menor contaminación, gracias a su control electrónico que inyecta con precisión, reduciendo la emisión de NO₂ y la contaminación ambiental. Dentro de sus características más resaltables encontramos su sistema de dirección asistida hidráulica telescópica y ajustable en altura y posición, su chasis tiene agujeros a lo largo para mejorar la absorción de impactos en caso de colisión, sus llantas son de tamaño comercial 215/75 r17.5, que garantizan mayor estabilidad, durabilidad y seguridad, su cabina es altamente rígida y el bastidor es reforzado lo que ayuda en la distorsión en caso de colisión, protegiendo a los conductores al crear un espacio de supervivencia. **Ver anexo (A).**

1.1.3 Camioneta 4x4

Figura 3. Fotografía camioneta 4x4



Fuente : Autor

Las camionetas 4x4 se han convertido en un aliado de las empresas que prestan servicios de mantenimiento, ya que la movilización de personal e insumos a grandes distancias exige de equipos que sean para trabajos pesados y puedan manejar cualquier tipo de terreno.

Estos equipos están continuamente expuestos a diferentes ambientes, por lo que requieren la planificación de su mantenimiento, de tal manera que no interrumpa la continuidad y desarrollo de las actividades para las que se dispuso.

1.1.4 Cabezote con camabaja

Figura 4. Fotografía Tracto-Camion_Freightliner



Fuente : Autor

Este equipo permite el manejo de carga pesada y larga, como es el caso del transporte de las retroexcavadoras, tuberías o camionetas que así lo requieran. Sirven de apoyo para la movilización de materiales que se

necesitan para cumplir con las tareas previstas, planeada y programadas. Además es un equipo apto para el desplazamiento de grandes distancias y diferente tipos de terrenos.

1.1.5 Camión winche

Figura 5. Fotografía camión winche



Fuente : Autor

El camión Winche es un elemento de apoyo para el traslado de elementos que continuamente se transportan durante el desarrollo de cada una de las actividades. El camión Winche esta acondicionado para prestar servicios de transporte de remolque, levantamiento, enganche de carga. Al igual que el restante de la flota vehicular, tambien requieren de politicas de mantenimiento que permitan mantener estos equipos en buenas condiciones y de esta manera cumplir con los requerimientos de cada una de las actividades en la cual se va a emplear.

1.1.6 Grúa grove

Figura 6. Fotografía grúa grove



Fuente : Autor

La Grúa Grove, es un equipo que permite el levantamiento y traslado de elementos pesados de un lugar a otro, principalmente en el transporte de tubería.

Las gruas grove de todo terreno combinan altas velocidades con un excelente rendimiento fuera de la carretera y una gran capacidad de elevación, posee un sistema de suspensión que por objeto que aumenta la tracción dentro y fuera de la carretera

Las cabinas de las grúas para terrenos difíciles grove disponen de más vidrio en todos los lados de modo que sus operadores tiene una visión clara de la carga y menos puntos ciegos, se inclina máximo 20 grados, lo que es especialmente beneficioso para las gruas de pluma larga . El interior tiene una

configuración estilo automotriz para máxima comodidad e incluye un tablero ergonómico, un volante inclinable y telescopio, calefacción y aire acondicionado. La comodidad del operador y visibilidad total del izaje se mejoran considerablemente, aun cuando la pluma este completamente extendida y equipada con una extensión.

Los camiones grove tiene robustos marcos profundos en sección de caja, que estan diseñados para adaptarse a las duras condiciones que se encuentran en muchos sitios de trabajo. Tiene una capacidad de 30 a 150 toneladas y un peso entre 56.995 y 176.934 libras (26 a 80 toneladas)

Las extensiones de la pluma aumentan la versatilidad de su grúa permitiendole trabajar en una mayor variedad de izajes. Grove ofrece varias extensiones de pluma entre las que se incluyen:

- Extensión de celosías angulable de longitud fija
- Extensión de celosías angulable telecópica
- Extensión de celosía angulable de plegado doble.

Las gruas grove incluyen características que mejoran su confiabilidad y minimizan el tiempo de mantenimiento con el fin de obtener una mayor rentabilidad.

Las cajas de estabilizadores frontales y traseras removibles así como el contrapeso removible, hacen práctico el transporte. Las cajas de estabilizadores pueden instalarse y quitarse rápidamente sin usar una grúa auxiliar. Además el contrapeso está diseñado para efectuar una instalación rápida y sencilla.

Los cilindros hidráulicos de estabilizadores invertidos protegen los vástagos de los cilindros contra contaminantes exteriores como arena y polvo. Una mayor vida útil de los sellos reduce las necesidades de mantenimiento para mantener a la cuadrilla productiva. Las vigas de los estabilizadores pueden extenderse en 0,50 o 100 por ciento.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas prestadoras de servicios de mantenimiento, manejan un amplio inventario de equipos tanto propios como externos, tanto para el transporte de personal y maquinaria, como para el desarrollo de las actividades planeadas, dentro de este inventario se pueden encontrar camionetas 4x4, retroexcavadoras, cabezotes con cama bajas, camiones tipo NPR y camiones NNR, los cuales ejecutan tareas de mantenimiento y atienden las emergencias que se presenten en el proceso.

Uno de los mayores problemas de toda empresa, radica en el control y monitoreo del mantenimiento de su flota de automotores. El temor a que se paralicen las operaciones por falta de repuestos o fallas en los equipos es inevitable si existe una carencia de control de mantenimiento adecuado para la supervisión de las condiciones de todos los equipos de forma continua y permanente, es por esto, que se hace necesario considerar la aplicación de un sistema de información que permita organizar y monitorear los datos obtenidos durante el desarrollo de los mantenimientos de los equipos analizados.

El desarrollo de las nuevas tendencias que buscan aumentar la eficiencia de las empresas que prestan servicios de mantenimiento, se determina por el costo basado en actividades, como parte de la administración estratégica, cuya implementación maximiza la relación costos-beneficios de las actividades implementadas. Es por esto, que la gestión de activos en forma estructurada, permite reducir los factores de gastos operacionales a un nivel óptimo.

Es por esto, que la empresa requiere la implementación de un sistema de información que apoye el proceso de mantenimiento y logística desde la organización de las tareas de mantenimiento de los vehículos a cargo, teniendo en cuenta que todos los equipos manejan diferentes perfiles de funcionamiento.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una propuesta de gestión de mantenimiento de la flota vehicular a través de un sistema de información.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Definir las políticas y filosofías para el mantenimiento de la flota de vehículos tanto propios como alquilados.
- Definir los equipos que pertenecen o no a la empresa y la criticidad de los mismos en las actividades de mantenimiento.
- Describir el proceso actual de gestión de mantenimiento aplicado a la flota vehículos.
- Especificar los requerimientos del sistema de información basándose en la filosofía del mantenimiento preventivo.

4. JUSTIFICACIÓN

El manejo de una flota vehicular que se encuentra en trabajo constante y en diferentes campos de acción implica el desarrollo de una estrategia de mantenimiento donde se evalúen las condiciones a las cuales son sometidos los equipos

Al realizar procesos de mantenimiento para equipos propios y externos, se previenen daños futuros y mejora el funcionamiento de los equipos, lo cual representa una ganancia para la empresa, pues aumenta el tiempo de vida de cada vehículo. Es por esto, que los recursos empleados en mantener la flota vehicular se deben ajustar de acuerdo al tipo de necesidad, pues estos equipos son parte vital para el día a día de la empresa.

Para llevar a cabo este proceso, se requiere que la empresa tenga una reestructuración que implica organizar un área de mantenimiento donde se proponga la filosofía de mantenimiento pertinente para la planeación, programación, ejecución y control de los equipos y su criticidad.

No obstante, se requiere que la información adquirida se organice de tal manera para que se generen las diferentes rutinas de mantenimiento de los vehículos, ya que de esta manera se puede tener historiales y se pueden determinar las fallas más repetitivas en todo el conjunto de flota vehicular.

5. MARCO TEORICO

5.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento se puede definir como un conjunto de técnicas que tienen como objeto conseguir una utilización óptima de los activos productivos, manteniéndolos en el estado que requiere una producción eficiente con unos gastos mínimos.

El mantenimiento busca a grosso modo asegurar el servicio de la empresa de una manera continua, segura y compatible con el medio ambiente.

Con el paso del tiempo y el advenimiento de nuevas tecnologías y necesidades se han ido creando herramientas filosóficas que permiten un mejor uso de los recursos de mantenimiento.

Actualmente los costos de mantenimiento y operación de mucho tipo de industria, han estado subiendo de una manera rápida con el paso de los últimos años, lo que ha producido la creación de nuevas técnicas que permiten disminuir y/o mejorar la confiabilidad y el desempeño de las mismas, como es el caso de el mantenimiento centrado en la confiabilidad, el mantenimiento productivo total y el análisis causa raíz.. Todas estas técnicas permiten enfocar la atención hacia problemas tanto crónicos como esporádicos.

El mantenimiento actual se caracteriza por la búsqueda continua de tareas que permitan eliminar o minimizar la ocurrencia de fallas y/o disminuir las consecuencias de las mismas. Para lograr esto las corrientes filosóficas han demostrado un gran poder de identificar tareas potenciales a ejecutar.

El mantenimiento es una actividad que tiene como función el procurar el buen estado de los equipos para su adecuado funcionamiento e incluye la sistematización de la información obtenida para mantener la planeación, ejecución y control de todo el proceso que se llevan a cabo en esta gestión.

Es por esto, que el mantenimiento son acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.

El mantenimiento parte de la gestión y operación, la gestión se refiere al manejo de los recursos, a su planeación y a su control, mientras que la operación es la realización del servicio de mantenimiento.

Su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina

- ¿Por qué hacer mantenimiento en una empresa?

La finalidad de toda empresa es tener un alto nivel de rentabilidad, además de mantener sus activos en buenas condiciones con un alto nivel de disponibilidad, es por esto que el mantenimiento es una herramienta vital en el día a día de las empresas, sobretodo en las que prestan servicios a terceros.

Porque el mantenimiento representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el que invierte pues esta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener un trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.

El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. Además de que agrega valor a los servicios que se prestan a terceros, pues se brinda al cliente una excelente herramienta de trabajo, con un alto grado de confiabilidad y disponibilidad.

Surge de un cuestionamiento inicial ¿Por qué mantener? y como respuesta a esto podemos decir que las razones por las que hacemos mantenimiento se resumen en:

- Prevenir o disminuir el riesgo de fallas: con la cual se busca reducir la frecuencia de fallas y disminuir sus consecuencias.

- Recuperar el desempeño: Con el uso de los equipos el desempeño se puede ver deteriorado por dos factores principales la pérdida de capacidad de producción y/o aumento de costos de operación. Este factor es de dimensiones mayores a las fallas a evitar.
- Aumentar la vida útil /diferir inversiones: La vida útil de algunos activos se ve seriamente afectada por la frecuencia y calidad del mantenimiento, además puede diferir a grandes inversiones en cualquier tipo de industria ya que el punto exacto que se desea encontrar es de máximo beneficio económico.
- Seguridad, ambiente y aspectos legales: Muchas tareas de mantenimiento están dirigidas a disminuir ciertos problemas que puedan acarrear responsabilidades legales relativas a medio ambiente y seguridad. El valor de dichas tareas es difícil de evaluar.
- Factor Brillo: La imagen pública, aspectos estéticos de bienes , la moral de los trabajadores, etc. Son factores importantes a la hora de elegir tareas e intervalos de mantenimiento.

EL mantenimiento debe considerarse como un centro de beneficio que le añade valor a la empresa donde se aplica, ya que pretende aportar propuestas y soluciones para mejorar los indicadores básicos: Fiabilidad, disponibilidad y coste, mediante la integración de técnicas avanzadas tanto organizativas como tecnológicas, sin descuidar aspectos básicos como los recursos humanos.

5.2 FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO

Conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de producción.

Figura 7. Funciones del mantenimiento



Fuente: <http://ing.utralca.cl/~fespinos/GESTION%20DEL%20MANTENIMIENTO%20INDUSTRIAL.pdf>

La implantación de nuevas técnicas a las actividades cotidianas de cualquier proceso con el fin de reducir los fallos e indisponibilidades, el coste de la no

calidad, persiguiendo la mejora de la productividad, nos permite hablar de un sistema mantenible donde se desea alcanzar los siguientes objetivos:

- Excelencia en los procesos.
- Máxima disponibilidad
- Máxima producción.
- Máxima seguridad.
- Calidad y rentabilidad de los productos.
- Motivación y satisfacción del personal.
- Maximizar la vida de las máquinas

El papel del mantenimiento es el de incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción al realizar actividades tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos de conservación de los equipos. Sus funciones van más allá de las reparaciones; su valor se aprecia en la medida en que estas disminuyan como resultado del trabajo planificado y sistemático como apoyo y recursos de una política integral de los directivos.¹

- Planear

La planeación de mantenimiento es la determinación y especificaciones de actividades y de rasgos específicos de tiempo dentro del cual se deben realizar. El proceso de planeación usa la filosofía de mantenimiento como su punto de partida y base de referencia, resultando por consiguiente en la formulación de un plan armónico dentro del contexto el plan integrado de operaciones.

¹ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. Envigado, Antioquia, Medellín.2009. p 40.

- Programar

Mientras que planeación se encarga del trabajo que se requiere, el interés principal de programación es cuando se debe realizar. En donde quiera que los procesos de planeación especifiquen las ventanas de tiempo dentro de las cuales, se deben ejecutar una actividad, el proceso de programación define el momento previsto para la ejecución, teniendo en consideración la disponibilidad de recursos e interfaces con la actividad concurrente. Un programa puede tomarse como el plan preciso que cubre el corto tiempo inmediato.

- Ejecutar

El trabajo de ejecución puede incluir diversidad de tareas como revisión, calibraciones, etc, estas tareas pueden variar en magnitud desde el simple acto de rellenar de agua el radiador de un motor, hasta la reconstrucción completa de un vehículo. No obstante, existe un número fundamental de pasos comunes a todas esas actividades, pasos que constituyen el proceso de ejecución, como conseguir las instrucciones del trabajo a realizar.

- Analizar

El estudio del análisis en el sistema de mantenimiento se basa en la observación minuciosa del comportamiento de todas y cada uno de los elementos que componen los activos de la empresa y que requieren trabajos de mantenimiento.

- Mejorar

El objetivo de una mejora puede ser: Intensificar la seguridad, la conservación del medio ambiente, incrementar el rendimiento y las utilidades, reduciendo los esfuerzos de mantenimiento y el despilfarro.

5.3 CLASES DE MANTENIMIENTO POR EL TIPO DE ACCIÓN

Las *estrategias* que se prevén son:

- Preventivo
- Correctivo
- Productivo o TPM
- Predictivo
- Modificativo.

5.3.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo puede definirse como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con el buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo. El programa de mantenimiento, debe tener un esquema de aseguramiento y control de calidad para mantener operando correctamente los equipos y componentes de las

estaciones con la finalidad de reducir la pérdida de información, previniendo reparaciones, el deterioro de los equipos y evitando gastos extraordinarios.

La aplicación del mantenimiento preventivo, es un proceso dinámico que debe actualizarse cuando se adquieren nuevos modelos o tipos de equipos, cuando hay cambios, ya sea en los métodos de prueba, en los programas de computo o en el sistema de adquisición de datos.

En general el mantenimiento preventivo debe incorporar todos los registros documentados de las actividades de rutina, de las calibraciones e inspecciones, así como de las acciones de mantenimiento correctivo realizadas debido a fallas o a eventos no programados.

Se basa en las inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas imprevistas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas² Se pueden lograr bajos costos y un tiempo mínimo de parada con un balance apropiado entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

Para lograr los plenos beneficios del mantenimiento preventivo, su programa mínimo se debe complementar con un buen análisis, planificación y programación de los trabajos, así como también se debe establecer una documentación operativa mínima y funcional. Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

² GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág 39

- Parte a inspeccionar.
- Instante en que debe inspeccionarse.
- Control sobre el cumplimiento de la inspección.

Usualmente se le asocia con una frecuencia determinada a la cual se realizan las inspecciones y actividades de mantenimiento. Existen tres razones para hacer mantenimiento preventivo:

- Prevenir las fallas.
- Detectar el comienzo de la falla.
- Descubrir una falla oculta.

El mantenimiento preventivo debe incluir elementos tales como:

- Inventarios de equipos por organización o estaciones.
- Listas de partes y refracciones por equipos, incluyendo datos de los proveedores
- Frecuencia de inspección / mantenimiento por equipo.
- Programas de calibración.
- Programas de sustitución de equipos.
- Lugares y responsables de la reparación de equipos.
- Contratos de servicios.

- Registros mensuales de las actividades de prueba, inspección y mantenimiento.
- Formatos de verificación y recepción de consumibles, repuestos y equipos.
- Requisiciones y/o órdenes de compra.
- Registro sobre movimiento o cambio de ubicación de equipos.

Consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento. Se efectúa con la intención de reducir al mínimo la probabilidad de falla, o evitar la degradación de las instalaciones, sistemas, máquinas y equipos.

Es la intervención de mantenimiento prevista, preparada y programada antes de la fecha probable de aparición de una falla. También se conoce como Mantenimiento Preventivo Directo o Periódico por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo.

Se basa en la Confiabilidad de los Equipos (MTTF) sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

Este tipo de mantenimiento trata de anticiparse a la aparición de las fallas. En definitiva, se trata de dotar a la organización, de un sistema que le permita detectar y corregir el origen de las posibles fallas técnicas y no reparar las consecuencias de las mismas, una vez que éstas se han producido.

DetECCIÓN PRECOZ = CORRECCIÓN PREVENTIVA

Cualquiera que sea el nivel de mantenimiento preventivo aplicado, subsistirán inexorablemente fallas residuales de carácter aleatorio.

Y en forma general, reduciendo los imprevistos o fortuitos, se mejora el clima en cuanto a las relaciones humanas, porque sabemos que cuando sucede algún problema, se crea una tensión a nivel de personas.

Se debe implementar una política de mantenimiento preventivo eficaz, es decir, no se puede hacer el preventivo sin un servicio de métodos que cuantificará el costo directo del mantenimiento, que a su vez nos permita:

- La gestión de documentación técnica.
- Preparar intervenciones preventivas.
- Acordar con producción paradas programadas.

Es decir, todas las condiciones necesarias para el mantenimiento preventivo.

✓ Mantenimiento sistemático:

Es el efectuado de acuerdo con un plan establecido según el tiempo o el número de unidades fabricadas.

Este requiere de amplios conocimientos de la fiabilidad de las instalaciones, máquinas o equipos con los que se está trabajando, es decir, se asegura que existe el conocimiento previo del comportamiento de los materiales. Una herramienta muy valiosa, es el estudio estadístico, el que permite determinar los tiempos óptimos de intervención.

Para poder utilizar datos estadísticos será necesario que transcurra un cierto tiempo, para poder contar con los datos históricos de cada equipo.

De tal modo que el preventivo se retrasa con respecto a la falla y el mantenimiento correctivo toma el lugar del preventivo y neutraliza los posibles beneficios.

Sobre la base de lo expuesto, el mantenimiento preventivo requiere una correcta metodología para determinar su periodo de intervención.

5.3.2 Mantenimiento correctivo

Se refiere a la corrección de averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo.

Este mantenimiento corrige los defectos observados en los equipos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repáralos.

Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en los equipos. Basa su acción en la corrección de daños o fallas luego de que se han producido, representa el más alto costo para la industria. Siempre el equipo trabaja en su función normal hasta que requiera servicio técnico o mantenimiento para reparar el defecto.

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

En el caso de ejemplo, la detección de la fuga de gas compromete a la Gerencia a tomar la decisión de reparar la pérdida de gas, actuando ante una emergencia (generalmente la detección de un gas combustible, implica la existencia de una concentración peligrosa en el aire ambiente, la cual es explosiva).

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Tiene como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Otro inconveniente de este sistema, es que debería disponerse inmovilizado un capital importante invertido en piezas de repuesto visto que la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, suele requerir una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo: caso de equipos discontinuados de fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante).

Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, no quedan dudas que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Generalmente se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

- *Planificado:* Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente. Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción. En general, programamos la detención del equipo, pero antes de hacerlo, vamos acumulando tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no podríamos hacer con el equipo en funcionamiento.

Lógicamente, aprovecharemos para las paradas, horas en contra turno, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

Para el caso del ejemplo, podemos diferir hasta el fin de semana, en horas diurnas, la reparación de la chapa perforada si las condiciones del tiempo permiten realizarla.

Mientras tanto, debido a la zona en que ocurrió el hecho, probablemente no se haga más que trasladar los elementos que pudieran encontrarse cerca del patio interior y/o cubrirlos adecuadamente.

El principal inconveniente con que nos encontramos en este tipo de mantenimiento, es que el usuario detecta la avería en el momento que

necesita el equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización.

Sus características son:

- Está basada en la intervención rápida, después de ocurrida la avería.
- Conlleva discontinuidad en los flujos de producción y logísticos.
- Tiene una gran incidencia en los costos de mantenimiento por producción no efectuada.
- Tiene un bajo nivel de organización.
- Se denomina también mantenimiento accidental.

5.3.3 Mantenimiento productivo o planificado

El mantenimiento productivo o mantenimiento planificado³ es la etapa anterior, al mantenimiento productivo total (TPM) y es la evolución del mantenimiento correctivo.

Esta etapa se caracteriza por la progresiva mentalización por la calidad y el consiguiente desarrollo de técnicas para el control y aseguramiento de la calidad. En esta etapa, se produce un gran desarrollo tecnológico en los medios de producción, impulsado por la necesidad de diseñar equipos que puedan producir bienes de la calidad exigida por el mercado.

En cuanto al mantenimiento, la creciente automatización de los procesos productivos y la complejidad de su mantenimiento, hicieron que a partir de los

³ ALVAREZ LAVERDE, Humberto. Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen)

años 50 se introdujese el concepto de Mantenimiento Preventivo y en la década de los 60 surge en Estados Unidos. El concepto de mantenimiento productivo (PM) en el seno de General Electric.

Este concepto hacía referencia a que el objetivo del Mantenimiento no es solo mantener los equipos sino mejorar la calidad mediante modificaciones de diseño que mejoren la fiabilidad y la mantenibilidad de los equipos. De esta manera el PM engloba el Mantenimiento Correctivo, Preventivo y la gestión de la calidad.

A partir de 1964 se introduce el PM en Japón, no sin antes haberlo dotado del toque característico japonés, mientras en la mayoría de las empresas americanas el Mantenimiento y la Producción se mantenían separados, los japoneses consiguen que todos los operadores participen en el mantenimiento de los equipos de producción

El mantenimiento planificado, es el conjunto de distintas actividades programadas con el fin de llevar a cabo un desempeño productivo para la maquina. El objetivo de estas actividades es que la maquina no tenga ningún tipo de averías, defectos o despilfarros. El mantenimiento planificado surge como el resultado de la dedicación del departamento de mantenimiento.

El objetivo del mantenimiento planificado será ajustar la programación del equipo para desarrollar las tareas en el momento menos perjudicial para la producción. Por lo tanto engloba tres grandes formas de mantenimiento:

- Mantenimiento basado en el tiempo
- Mantenimiento basado en condición
- Mantenimiento basado en averías.

De la correcta coordinación de estas tres formas de mantenimiento se da como resultado el mantenimiento planificado efectivo.

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone:

- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos al estos de los equipos

Se entiende entonces perfectamente el nombre mantenimiento productivo total, o mantenimiento que aporta una productividad máxima o total.

El mantenimiento ha sido visto tradicionalmente con una parte separada y externa al proceso productivo. TPM emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad. En una empresa en la que TPM se ha implantado toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos. Se basa en cinco principios fundamentales:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.

- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. Se busca la <eficacia global>.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

Desde la filosofía del TPM se considera que una máquina parada para efectuar un cambio, una máquina averiada, una máquina que no trabaja al 100% de su capacidad o que fabrica productos defectuosos está en una situación intolerable que produce pérdidas a la empresa. La maquina debe considerarse improductiva en todos esos casos, y deben tomarse las acciones correspondientes tendentes a evitarlos en el futuro. TPM identifica seis fuentes de pérdidas (denominadas las <seis grandes pérdidas>) que reducen la efectividad por interferir con la producción:

- Fallos del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas.
- Puesta a punto y ajustes de las máquinas (o tiempos muertos) que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa de ella. Por ejemplo, al inicio en la mañana, al cambiar de lugar de trabajo, al cambiar una matriz o matriz, o al hacer un ajuste.

- Marchas en vacío, esperas y detenciones menores (averías menores) durante la operación normal que producen pérdidas de tiempo, ya sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones, etc.
- Velocidad de operación reducida (el equipo no funciona a su capacidad máxima), que produce pérdidas productivas al no obtenerse la velocidad de diseño del proceso.
- Defectos en el proceso, que producen pérdidas productivas al tener que rehacer partes de él, reprocesar productos defectuosos o completar actividades no terminadas.
- Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha en vacío, periodo de prueba, etc.

El análisis cuidadoso de cada una de estas causas de baja productividad lleva a encontrar las soluciones para eliminarlas y los medios para implementar estas últimas. Es fundamental que el análisis sea hecho en conjunto por el personal de producción y el de mantenimiento, porque los problemas que causan la baja productividad son de ambos tipos y las soluciones deben ser adoptadas en forma integral para que tengan éxito.

Desde un punto de vista práctico, implantar TPM en una organización significa que el mantenimiento está perfectamente integrado en la producción. Así, determinados trabajos de mantenimiento se han transferido al personal de producción, que ya no siente el equipo como algo que reparan y atienden otros, sino como algo propio que tienen que cuidar y mimar: el operador siente el equipo como suyo.

Supone diferencias el mantenimiento en tres niveles:

- El nivel de operador, que se ocupará de tareas de mantenimiento operativo muy sencillas, como limpiezas, ajustes, vigilancia de parámetros y la reparación de pequeñas averías
- Nivel de técnico integrado. Dentro del equipo de producción hay al menos una persona de mantenimiento que trabaja conjuntamente con el personal de producción, es uno más de ellos. Esta persona resuelve problemas de más calado, para el que se necesitan mayores conocimientos. Pero está allí, cercano, no es necesario avisar a nadie o esperar. El repuesto también está descentralizado: cada línea productiva, incluso cada máquina, tiene cerca lo que requiere.
- Para intervenciones de mayor nivel, como revisiones programadas que impliquen desmontajes complejos, ajustes delicados, etc, se cuenta con un departamento de mantenimiento no integrado en la estructura de producción. Maneja las herramientas comunes

La implicación del operador en tareas de mantenimiento logra que éste comprenda mejor la máquina e instalaciones que opera, sus características y capacidades, su criticidad; ayuda al trabajo en grupo, y facilita compartir experiencias y aprendizajes mutuos; y con todo esto, se mejora la motivación del personal.

Existe una diferencia fundamental entre la filosofía del TPM y la del RCM: mientras que en la primera son las personas y la organización el centro del proceso, es en estos dos factores en los que está basado, en el RCM el mantenimiento se basa en el análisis de fallos, y en las medidas preventivas que se adoptarán para evitarlos, y no tanto en las personas.

El Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) desarrolló un método en siete pasos cuyo objetivo es lograr el cambio de actitud indispensable para el éxito del programa. Los pasos para desarrollar es cambio de actitud son los siguientes:

- **Fase 1. Aseo inicial**

En esta fase se busca limpiar la máquina de polvo y suciedad, a fin de dejar todas sus partes perfectamente visibles. Se implementa además un programa de lubricación, se ajustan sus componentes y se realiza una puesta a punto del equipo (se reparan todos los defectos conocidos)

- **Fase 2. Medidas para descubrir las causas de la suciedad, el polvo y las fallas**

Una vez limpia la máquina es indispensable que no vuelva a ensuciarse y a caer en el mismo estado. Se deben evitar las causas de la suciedad, el polvo y el funcionamiento irregular (fugas de aceite, por ejemplo), se mejora el acceso a los lugares difíciles de limpiar y de lubricar y se busca reducir el tiempo que se necesita para estas dos funciones básicas (limpiar y lubricar).

- **Fase 3. Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación**

En esta fase aparecen de nuevo las dos funciones de mantenimiento primario o de primer nivel asignadas al personal de producción: Se preparan en esta fase procedimientos estándar con el objeto que las actividades de limpieza, lubricación y ajustes menores de los componentes se puedan realizar en tiempos cortos.

- **Fase 4. Inspecciones generales**

Conseguido que el personal se responsabilice de la limpieza, la lubricación y los ajustes menores, se entrena al personal de producción para que pueda

inspeccionar y chequear el equipo en busca de fallos menores y fallos en fase de gestación, y por supuesto, solucionarlos.

- **Fase 5. Inspecciones autónomas**

En esta quinta fase se preparan las gamas de mantenimiento autónomo, o mantenimiento operativo. Se preparan listas de chequeo (check list) de las máquinas realizadas por los propios operarios, y se ponen en práctica. Es en esta fase donde se produce la verdadera implantación del mantenimiento preventivo periódico realizado por el personal que opera la máquina.

- **Fase 6. Orden y Armonía en la distribución**

La estandarización de actividades es una de las esencias de la Gestión de la Calidad Total (Total Quality Management, TQM), que es la filosofía que inspira tanto el TPM como el JIT. Se busca crear procedimientos y estándares para la limpieza, la inspección, la lubricación, el mantenimiento de registros en los que se reflejarán todas las actividades de mantenimiento y producción, la gestión de la herramienta y del repuesto, etc.

- **Fase 7. Optimización y autonomía en la actividad**

La última fase tiene como objetivo desarrollar una cultura hacia la mejora continua en toda la empresa: se registra sistemáticamente el tiempo entre fallos, se analizan éstos y se proponen soluciones. Y todo ello, promovido y liderado por el propio equipo de producción.

El tiempo necesario para completar el programa varía de 2 a 3 años, y suele desarrollarse de la siguiente manera:

- La Gerencia da a conocer a toda la empresa su decisión de poner en práctica TPM. El éxito del programa depende del énfasis que ponga la Gerencia General en su anuncio a todo el personal.
- Se realiza una campaña masiva de información y entrenamiento a todos los niveles de la empresa de tal manera que todo el mundo entienda claramente los conceptos de TPM. Se utilizan todos los medios posibles como charlas, posters, diario mural, etc., de tal manera que se cree una atmósfera favorable al inicio del programa.
- Se crean organizaciones para promover TPM, como ser un Comité de Gerencia, Comités departamentales y Grupos de Tarea para analizar cada tema.
- Se definen y emiten las políticas básicas y las metas que se fijarán al programa TPM. Con este objeto se realiza una encuesta a todas las operaciones de la empresa a fin de medir la efectividad real del equipo operativo y conocer la situación existente con relación a las "6 Grandes Pérdidas". Como conclusión se fijan metas y se propone un programa para cumplirlas.

- Se define un plan maestro de desarrollo de TPM que se traduce en un programa de todas las actividades y etapas.
- Una vez terminada la etapa preparatoria anterior se da la "partida oficial" al programa TPM con una ceremonia inicial con participación de las más altas autoridades de la empresa y con invitados de todas las áreas.
- Se inicia el análisis y mejora de la efectividad de cada uno de los equipos de la planta. Se define y establece un sistema de información para registrar y analizar sus datos de fiabilidad y mantenibilidad.
- Se define el sistema y se forman grupos autónomos de mantenimiento que inician sus actividades inmediatamente después de la "partida oficial". En este momento el departamento de mantenimiento verá aumentar su trabajo en forma considerable debido a los requerimientos generados por los grupos desde las áreas de producción.
- Se implementa un sistema de mantenimiento programado en el departamento de mantenimiento.
- Se inicia el entrenamiento a operadores y mantenedores a fin de mejorar sus conocimientos y habilidades.
- Se crea el sistema de mejoramiento de los equipos de la planta que permite llevar a la práctica las ideas de cambio y modificaciones en el diseño para mejorar la confiabilidad y mantenibilidad.
- Se consolida por último la implantación total de TPM y se obtiene un alto nivel de efectividad del equipo. Con este objeto se deben crear estímulos a

los logros internos del programa TPM en los diversos departamentos de la empresa.

5.3.4 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una maquina, de tal forma que dicho componente pueda remplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Figura 8. Generalidades del mantenimiento predictivo



Fuente: <http://www.tbn.es>

Consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición.

Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los Sentidos), como la reparación del defecto.

Es el servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio.

El mantenimiento Predictivo basado en la confiabilidad o la forma sistemática de como preservar el rendimiento requerido basándose en las características físicas, la forma como se utiliza, especialmente de como puede fallar y evaluando sus consecuencias para así aplicar las tareas adecuadas de mantenimiento (preventivas o correctivas).

Detectar las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos.

También conocido como Mantenimiento Predictivo, Preventivo Indirecto o Mantenimiento por Condición -CBM (Condition Based Maintenance). A diferencia del Mantenimiento Preventivo Directo, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el Mantenimiento Predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación.

Involucra también el mantenimiento proactivo que hace referencia a la detección y corrección rutinaria de las condiciones de la causa raíz que de otra manera lleva a la falla.

En realidad, ambos Mantenimientos Preventivos no están en competencia, por el contrario, el Mantenimiento Predictivo permite decidir cuándo hacer el Preventivo.

En algunos casos, arrojan indicios evidentes de una futura falla, indicios que pueden advertirse simplemente. En otros casos, es posible advertir *la tendencia a entrar en falla* de un bien, mediante el *monitoreo de condición*, es decir, mediante la elección, medición y seguimiento, de algunos parámetros relevantes que representan el buen funcionamiento del equipo en análisis.

Aclaremos que muchas veces, las fallas no están vinculadas con la edad de la maquina. En otras palabras, con este método, tratamos de acompañar o seguir, la evolución de las futuras fallas.

Los aparatos e instrumentos que se utilizan son de naturaleza variada y pueden encontrarse incorporados en los equipos de control de procesos (automáticos), a través de equipos de captura de datos o mediante la operación manual de instrumental específico.

Actualmente existen aparatos de medición sumamente precisos, que permiten analizar ruidos y vibraciones, aceites aislantes o espesores de chapa, mediante las aplicaciones de la electrónica en equipos de ultrasonidos, cromatografía líquida y gaseosa y otros métodos.

Este tipo de mantenimiento esta asociado a la aplicación de:

- FMEA (análisis de modos y efectos de falla), el cual es un proceso estructurado para determinar funciones y fallas de los equipos, evaluando cada falla en la causa y el efecto en el sistema.

- FMECA (análisis de modos, efectos, criticidad de fallas) para la clasificación de los equipos con base en la severidad de los daños.
- Crow –amssa model que consiste en una metodología de seguimiento cuantitativo de mejoramiento de la confiabilidad.
- Matriz CBM ayuda en el monitoreo periódico de la condición mecánica de los equipos, identificando las técnicas y las frecuencias de implementación de las técnicas del CBM.

En general, el mantenimiento predictivo, consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de fallos, para así determinar en que periodo de tiempo, ese fallo va a tomar una relevancia importante, y así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, para que ese fallo nunca tenga consecuencias graves.

Una de las características más importantes de este tipo de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal de la planta mientras se está aplicando.

La inspección de los parámetros se puede realizar de forma periódica o de forma continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de planta, los tipos de fallos a diagnosticar y la inversión que se quiera realizar.

Ventajas del mantenimiento predictivo:

- Reduce el tiempo de parada al conocerse exactamente que órgano es el que falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.

- Requiere una plantilla de mantenimiento más reducida.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico y operacional muy útil en estos casos.
- Permite conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Permite la toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Por último garantiza la confección de formas internas de funcionamientos o compras de nuevos equipos.

La frecuencia de la aplicación de estas técnicas de monitoreo se da de acuerdo a la criticidad de los equipos.

Esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente. Algunos ejemplos de dichos parámetros son los siguientes:

- Vibración de cojinetes
- Temperatura de las conexiones eléctricas
- Resistencia del aislamiento de la bobina de un motor

Una vez determinada la factibilidad y conveniencia de realizar un mantenimiento predictivo a una máquina o unidad, el paso siguiente es determinar la o las variables físicas a controlar que sean indicativas de la condición de la máquina. El objetivo de esta parte es revisar en forma detallada las técnicas comúnmente usadas en el monitoreo según condición, de manera que sirvan de guía para su selección general. La finalidad del monitoreo es obtener una indicación de la

condición (mecánica) o estado de salud de la máquina, de manera que pueda ser operada y mantenida con seguridad y economía.

Por monitoreo, se entendió en sus inicios, como la medición de una variable física que se considera representativa de la condición de la máquina y su comparación con valores que indican si la máquina está en buen estado o deteriorada. Con la actual automatización de estas técnicas, se ha extendido la acepción de la palabra monitoreo también a la adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos. De acuerdo a los objetivos que se pretende alcanzar con el monitoreo de la condición de una máquina debe distinguirse entre vigilancia, protección, diagnóstico y pronóstico.

- Vigilancia de máquinas. Su objetivo es indicar cuándo existe un problema. Debe distinguir entre condición buena y mala, y si es mala indicar cuán mala es.
- Protección de máquinas. Su objetivo es evitar fallas catastróficas. Una máquina está protegida, si cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligrosos, la máquina se detiene automáticamente.
- Diagnóstico de fallas. Su objetivo es definir cuál es el problema específico. Pronóstico de vida la esperanza a. Su objetivo es estimar cuánto tiempo más Podría funcionar la máquina sin riesgo de una falla catastrófica.

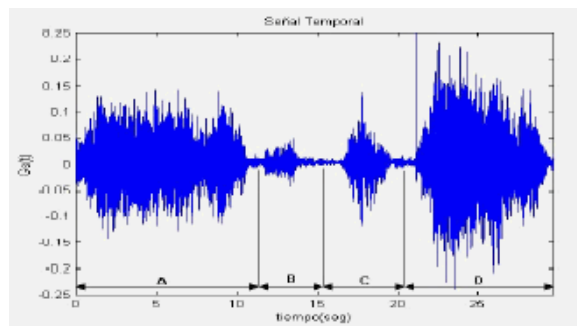
En el último tiempo se ha dado la tendencia a aplicar mantenimiento predictivo o sintomático, sea, esto mediante vibro análisis, análisis de aceite usado, control de desgastes, etc.

Existen varias técnicas aplicadas para el mantenimiento preventivo entre las cuales tenemos las siguientes:

➤ **Análisis de vibraciones.**

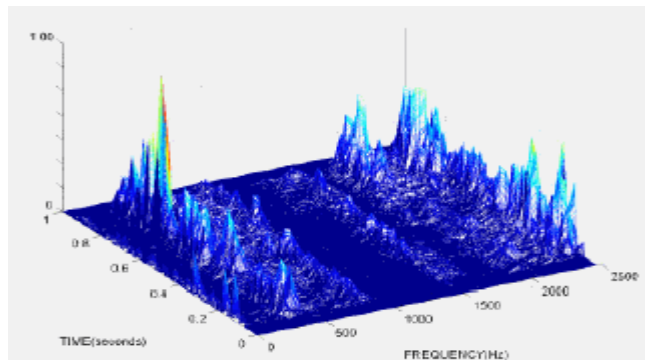
El interés de las Vibraciones Mecánicas llega al Mantenimiento Industrial de la mano del Mantenimiento Preventivo y Predictivo, con el interés de alerta que significa un elemento vibrante en una Máquina, y la necesaria prevención de las fallas que traen las vibraciones a medio plazo.

Figura 9. Registro de vibraciones en un ciclo de trabajo



Fuente: <http://www.sigdotek.cl/>

Figura 10. Transformada Tiempo-Frecuencia.



Fuente: <http://www.sigdotek.cl/>

El interés principal para el mantenimiento deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de las vibraciones detectadas en el elemento o máquina, la determinación de las causas de la vibración, y la corrección del problema que ellas representan. Las consecuencias de las vibraciones mecánicas son el aumento de los esfuerzos y las tensiones, pérdidas de energía, desgaste de materiales, y las más temidas: daños por fatiga de los materiales, además de ruidos molestos en el ambiente laboral, etc.

Parámetros de las vibraciones:

- *Frecuencia*: Es el tiempo necesario para completar un ciclo vibratorio. En los estudios de Vibración se usan los CPM (ciclos por segundo) o HZ (hercios).
- *Desplazamiento*: Es la distancia total que describe el elemento vibrante, desde un extremo al otro de su movimiento.
- *Velocidad y Aceleración*: Como valor relacional de los anteriores.
- *Dirección*: Las vibraciones pueden producirse en 3 direcciones lineales y 3 rotacionales

Tipos de vibraciones:

- *Vibración libre*: causada por un sistema vibra debido a una excitación instantánea.
- *Vibración forzada*: causada por un sistema vibra debida a una excitación constante las causas de las vibraciones mecánicas

A continuación detallamos las razones más habituales por las que una máquina o elemento de la misma puede llegar a vibrar:

- Vibración debida al Desequilibrado (maquinaria rotativa).
- Vibración debida a la Falta de Alineamiento (maquinaria rotativa)

- Vibración debida a la Excentricidad (maquinaria rotativa).
- Vibración debida a la Falla de Rodamientos y cojinetes.
- Vibración debida a problemas de engranajes y correas de Transmisión (holguras, falta de lubricación, roces, etc.)

➤ **Análisis de lubricantes.**

Estos se ejecutan dependiendo de la necesidad, según:

- Análisis Iniciales: se realizan a productos de aquellos equipos que presenten dudas provenientes de los resultados del Estudio de Lubricación y permiten correcciones en la selección del producto, motivadas a cambios en condiciones de operación
- Análisis Rutinarios: aplican para equipos considerados como críticos o de gran capacidad, en los cuales se define una frecuencia de muestreo, siendo el objetivo principal de los análisis la determinación del estado del aceite, nivel de desgaste y contaminación entre otros
- Análisis de Emergencia: se efectúan para detectar cualquier anomalía en el equipo y/o Lubricante, según:
 - Contaminación con agua
 - Sólidos (filtros y sellos defectuosos).
 - Uso de un producto inadecuado

Equipos:

- Bombas de extracción
- Envases para muestras
- Etiquetas de identificación

- Formatos

Este método asegura que tendremos:

- Máxima reducción de los costos operativos.
- Máxima vida útil de los componentes con mínimo desgaste.
- Máximo aprovechamiento del lubricante utilizado.
- Mínima generación de efluentes.

Figura 11. Análisis de lubricantes



FUENTE: <http://www.copec.cl>

En cada muestra podemos conseguir o estudiar los siguientes factores que afectan a nuestra maquina:

- Elementos de desgaste: Hierro, Cromo, Molibdeno, Aluminio, Cobre, Estaño, Plomo.
- Conteo de partículas: Determinación de la limpieza, ferrografía. Contaminantes: Silicio, Sodio, Agua, Combustible, Hollín, Oxidación, Nitración, Sulfatos, Nitratos.

- Aditivos y condiciones del lubricante: Magnesio, Calcio, Zinc, Fósforo, Boro, Azufre, Viscosidad.
- Gráficos e historial: Para la evaluación de las tendencias a lo largo del tiempo.

De este modo, mediante la implementación de técnicas ampliamente investigadas y experimentadas, y con la utilización de equipos de la más avanzada tecnología, se logrará disminuir drásticamente:

- Tiempo perdido en producción en razón de desperfectos mecánicos.
- Desgaste de las máquinas y sus componentes.
- Horas hombre dedicadas al mantenimiento.
- Consumo general de lubricantes

➤ **Análisis por ultrasonido.**

Figura 12. Pruebas de análisis de ultrasonido



Fuente: <http://confiabilidad.net/articulos/la-versatilidad-del-ultrasonido/>

Este método estudia las ondas de sonido de baja frecuencia producidas por los equipos que no son perceptibles por el oído humano.

Ultrasonido pasivo, es producido por mecanismos rotantes, fugas de fluido, pérdidas de vacío, y arcos eléctricos. Pudiéndose detectarlo mediante la tecnología apropiada.

El Ultrasonido permite:

- Detección de fricción en maquinas rotativas.
- Detección de fallas y/o fugas en válvulas.
- Detección de fugas de fluidos.
- Pérdidas de vacío.
- Detección de "arco eléctrico".
- Verificación de la integridad de juntas de recintos estancos.

Se denomina *Ultrasonido Pasivo* a la tecnología que permite captar el ultrasonido producido por diversas fuentes.

El sonido cuya frecuencia está por encima del rango de captación del oído humano (20-a-20.000 Hertz) se considera ultrasonido. Casi todas las fricciones mecánicas, arcos eléctricos y fugas de presión o vacío producen ultrasonido en un rango aproximado a los 40 Khz Frecuencia con características muy aprovechables en el Mantenimiento Predictivo, puesto que las ondas sonoras son de corta longitud atenuándose rápidamente sin producir rebotes. Por esta razón, el ruido ambiental por más intenso que sea, no interfiere en la detección del

ultrasonido. Además, la alta direccionalidad del ultrasonido en 40 Khz. permite con rapidez y precisión la ubicación de la falla.

La aplicación del análisis por ultrasonido se hace indispensable especialmente en la detección de fallas existentes en equipos rotantes que giran a velocidades inferiores a las 300 RPM, donde la técnica de medición de vibraciones se transforma en un procedimiento ineficiente.

De modo que la medición de ultrasonido es en ocasiones complementaria con la medición de vibraciones, que se utiliza eficientemente sobre equipos rotantes que giran a velocidades superiores a las 300 RPM.

Al igual que en el resto del mundo industrializado, la actividad industrial en nuestro País tiene la imperiosa necesidad de lograr el perfil competitivo que le permita insertarse en la economía globalizada. En consecuencia, toda tecnología orientada al ahorro de energía y/o mano de obra es de especial interés para cualquier Empresa.

- **Termografía.**

La Termografía Infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión.

Los ojos humanos no son sensibles a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero las cámaras termografías, o de termovisión, son capaces de medir la energía con sensores infrarrojos, capacitados para "ver" en estas longitudes de onda. Esto

nos permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de la superficie a distancia, en tiempo real y sin contacto.

Figura 13. Prueba de termografía



Fuente: <http://www.interempresas.net/Servicios-para-empresas/FeriaVirtual/Producto-Camaras-termograficas-Flir-Series-E-i-78755.html>

La gran mayoría de los problemas y averías en el entorno industrial - ya sea de tipo mecánico, eléctrico y de fabricación - están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de temperatura con sistema de Termovisión por Infrarrojos. Con la implementación de programas de inspecciones termografías en instalaciones, maquinaria, cuadros eléctricos, etc. es posible minimizar el riesgo de una falla de equipos y sus

consecuencias, a la vez que también ofrece una herramienta para el control de calidad de las reparaciones efectuadas.

El análisis mediante Termografía infrarroja debe complementarse con otras técnicas y sistemas de ensayo conocidos, como pueden ser el análisis de aceites lubricantes, el análisis de vibraciones, los ultrasonidos pasivos y el análisis predictivo en motores eléctricos. Pueden añadirse los ensayos no destructivos clásicos: ensayos, radiográfico, el ultrasonido activo, partículas magnéticas, etc.

El análisis mediante Cámaras termográficas Infrarrojas, está recomendado para:

- Instalaciones y líneas eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Cuadros, conexiones, bornes, transformadores, fusibles y empalmes eléctricos.
- Motores eléctricos, generadores, bobinados, etc.
- Reductores, frenos, rodamientos, acoplamientos y embragues mecánicos.
- Hornos, calderas e intercambiadores de calor.
- Instalaciones de climatización.
- Líneas de producción, corte, prensado, forja, tratamientos térmicos.

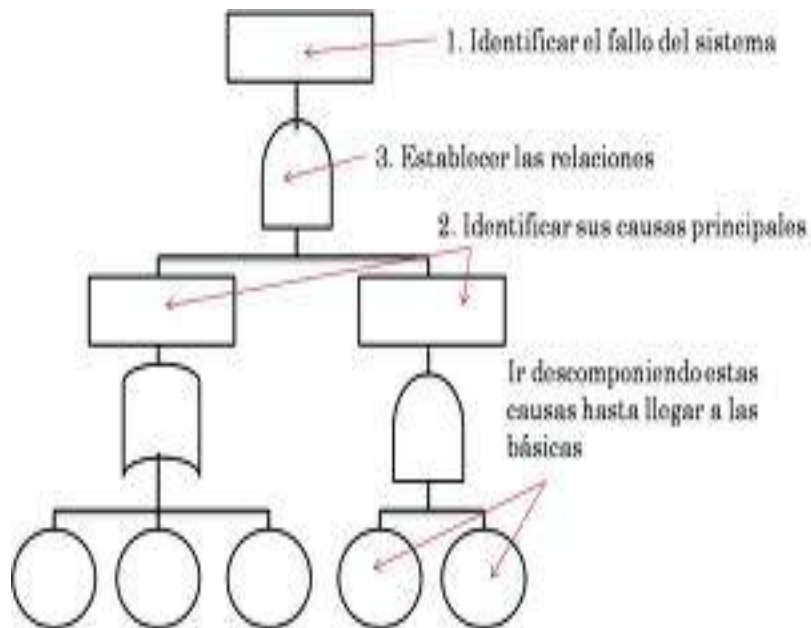
Las ventajas que ofrece el Mantenimiento Preventivo por Termovisión son:

- Método de análisis sin detención de procesos productivos, ahorra gastos.
- Baja peligrosidad para el operario por evitar la necesidad de contacto con el equipo.
- Determinación exacta de puntos deficientes en una línea de proceso.
- Reduce el tiempo de reparación por la localización precisa de la Falla.
- Facilita informes muy precisos al personal de mantenimiento.
- Ayuda al seguimiento de las reparaciones previas.

- **Análisis por árbol de fallas.**

El Análisis por Árboles de Fallos (AAF), es una técnica deductiva que se centra en un suceso accidental particular (accidente) y proporciona un método para determinar las causas que han producido dicho accidente. Nació en la década de los años 60 para la verificación de la fiabilidad de diseño del cohete Minuteman y ha sido ampliamente utilizado en el campo nuclear y químico. El hecho de su gran utilización se basa en que puede proporcionar resultados tanto cualitativos mediante la búsqueda de caminos críticos, como cuantitativos, en términos de probabilidad de fallos de componentes.

Figura 14. Árbol de Fallas



Fuente: <http://redindustria.blogspot.com/2010/10/fta-o-fault-tree-analysis-y-ii.html>

Para el tratamiento del problema se utiliza un modelo gráfico que muestra las distintas combinaciones de fallos de componentes y/o errores humanos cuya ocurrencia simultánea es suficiente para desembocar en un suceso accidental.

La técnica consiste en un proceso deductivo basado en las leyes del Álgebra de Boole, que permite determinar la expresión de sucesos complejos estudiados en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él.

Consiste en descomponer sistemáticamente un suceso complejo (por ejemplo rotura de un depósito de almacenamiento de amoníaco) en sucesos intermedios hasta llegar a sucesos básicos, ligados normalmente a fallos de componentes, errores humanos, errores operativos, etc. Este proceso se realiza enlazando dichos tipos de sucesos mediante lo que se denomina puertas lógicas que representan los operadores del álgebra de sucesos.

Cada uno de estos aspectos se representa gráficamente durante la elaboración del árbol mediante diferentes símbolos que representan los tipos de sucesos, las puertas lógicas y las transferencias o desarrollos posteriores del árbol.

Cuando se utiliza FTA se deben cumplir las siguientes etapas:

- Etapa 1: Definición de los objetivos del estudio.
- Etapa 2: Creación del grupo de trabajo.
- Etapa 3: Definición del área de estudio y de su resolución. ¿En qué nivel están las causas que se consideran básicas? Puede ser organizativo o funcional o en el otro extremo, mecánico. Depende mucho de los objetivos que se hayan fijado en la primera etapa.

- Etapa 4: Definición de los top eventos del árbol. Los fallos de partida deben ser muy probables o muy graves para que merezca la pena analizarlos. Hay que evitar "matar moscas a cañonazos".
- Etapa 5: Construcción de los árboles. Es decir, analizar las relaciones entre las causas y los efectos y decidir si las puertas de cada rama son OR o AND.
- Etapa 6: Asignación de probabilidades. Pero, ¿de dónde sacamos estas probabilidades para completar el árbol? Se puede recurrir a estándares industriales (estándar IEEE 500, estándares NUREG), al GIDEP (Government-Industry Data Exchange Program), a los estándares MIL, a los datos proporcionados por otros fabricantes y proveedores, a simulaciones y pruebas, a datos históricos, a foros sectoriales, etc. Depende mucho del sector de actividad y de los objetivos del análisis. Esta última etapa suele ser crítica para el éxito del análisis, por lo que conviene invertir esfuerzo en realizarla correctamente.

Y estas etapas deben realizarse siempre cumpliendo unas normas básicas:

- Dividir la planta en subsistemas y líneas para atacar problemas sencillos y manejables.
- Nunca alimentar una puerta desde otra puerta.
- Utilizar nomenclatura clara y consistente para las causas y los top eventos.
- Ser realista y no esperar milagros cuando se asignan las probabilidades.
- Las causas básicas deben ser completamente independientes unas de otras.

- **Análisis FMECA.**

Otra útil técnica para la eliminación de las características de diseño deficientes es el análisis de los modos y efectos de fallos (FMEA); o análisis de modos de fallos y efectos críticos (FMECA)

La intención es identificar las áreas o ensambles que es más probable que den lugar a fallos del conjunto.

El FMEA define la función como la tarea que realiza un componente --por ejemplo, la función de una válvula es abrir y cerrar-- y los modos de fallo son las formas en las que el componente puede fallar. La válvula fallará en la apertura si se rompe su resorte, pero también puede tropezar en su guía o mantenerse en posición de abierta por la leva debido a una rotura en la correa de árbol de levas.

La técnica consiste en evaluar tres aspectos del sistema y su operación:

- Condiciones anticipadas de operación, y el fallo más probable.
- Efecto de fallo en el rendimiento.
- Severidad del fallo en el mecanismo.

La probabilidad de fallos se evalúa generalmente en una escala de 1 a 10, con la criticidad aumentando con el valor del número. Esta técnica es útil para evaluar soluciones alternativas a un problema pero no es fácil de usar con precisión en nuevos diseños.

El FMEA es útil para evaluar si hay en un ensamble un número innecesario de componentes puesto que la interacción de un ensamble con otro multiplicará los efectos de un fallo. Es igualmente útil para analizar el producto y el equipo que se utiliza para producirlo.

El FMEA, ayuda en la identificación de los modos de fallo que es probable que causen problemas de uso del producto. Ayuda también a eliminar debilidades o complicaciones excesivas del diseño, y a identificar los componentes que pueden fallar con mayor probabilidad. Su empleo no debe confinarse al producto que se desarrolla por el grupo de trabajo. Puede también usarse eficazmente para evaluar las causas de parada en las máquinas de producción antes de completar el diseño.

5.3.5 Mantenimiento modificativo

Con éste nombre se conocen las acciones que lleva a cabo mantenimiento, tanto para modificar las características de las instalaciones, máquinas o equipos, como para lograr de ésta forma una mayor fiabilidad o mantenibilidad de los mismos.

Este mantenimiento puede aparecer en tres épocas de la vida de estos componentes:

- La primera oportunidad es cuando se pone en funcionamiento por primera vez. Las instalaciones, sistemas, equipos y máquinas estándar, en ocasiones, necesitan ser adaptados a las necesidades propias de la empresa ya sea por razones del producto o bien por ajustar el costo o posibilidades de mantenimiento. Una instalación que tenga durante su diseño un análisis desde el punto de vista de mantenimiento, evitará

problemas posteriores que, en ocasiones, pueden ser difíciles de solucionar. Estaríamos ante un mantenimiento de proyecto.

- La segunda época en la que puede aparecer es durante su vida útil. Se trata de modificar las instalaciones, máquinas o equipos para eliminar las causas más frecuentes que producen fallas. El análisis de las causas de las averías es el origen de éste tipo de mantenimiento y supone la eliminación total de ciertas fallas, es prevención del mantenimiento.
- Por último éste mantenimiento se utiliza cuando una máquina entra en la época de vejez. En ésta ocasión se lo trata de reconstruir para asegurar su utilización durante un intervalo de tiempo posterior a su vida útil. Es en éste momento cuando se introducen todas las mejoras posibles tanto para producción como para mantenimiento.

Este mantenimiento también tiene como objetivo el de realizar una reforma parcial en una máquina, equipo o sistema con el fin de obtener un mejor rendimiento de la misma de acuerdo a los requerimientos del tipo de trabajo que se desea realizar, o bien para obtener un beneficio en la rapidez de reparación.

Cabe destacar que éste tipo de mantenimiento va de la mano con la fiabilidad de las máquinas, ya que cuando se realiza la mejora, se está buscando una máquina más confiable y adaptable a la operación que realiza.

Este tipo de mantenimiento debe ser regulado y adaptado a cada realidad industrial para poder identificar el área de prioridad.

Uno de los motivos por el cual no es muy común de encontrar éste tipo de mantenimiento es por los costos y el tiempo que demanda realizar trabajos de ésta

naturaleza, ya que al realizarlo estaríamos rediseñando de alguna forma la máquina a utilizar, sabiendo la complejidad que esto implica.

5.4 ANALISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componente, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento. Lamentablemente, difícilmente se disponen de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos, para poder mejorar al mismo tiempo, estos cuatro aspectos en todas las áreas de una empresa. ¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Que criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo criterio? El análisis de criticidades da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos ó elementos que formen parte de la zona de alta criticidad.

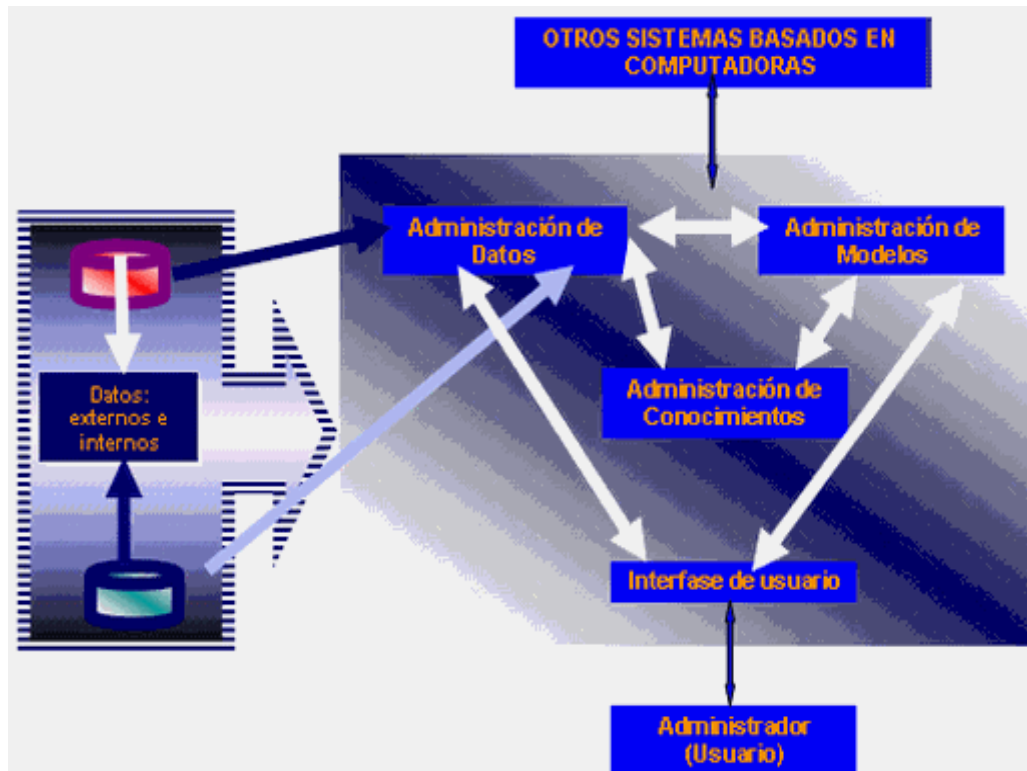
Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación principalmente.

- **Análisis de Criticidad:** Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.
- **Confiabilidad:** Se define como la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado período de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.
- **Confiabilidad Operacional:** Es la capacidad de una instalación o sistema (integrados por procesos, tecnología y gente), para cumplir su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.

5.5 SISTEMAS DE INFORMACION

La información es un recurso que se encuentra al mismo nivel que los recursos financieros, materiales y humanos, que hasta el momento habían constituido los ejes sobre los que había girado la gestión empresarial. El objetivo primordial de un sistema de información es apoyar la toma de decisiones y controlar todo lo que en ella ocurre.

Figura 15. Los sistemas de información



Fuente: **Martha Bobadilla, "El Impacto en los negocios del DSS", año 2000**

Desde el punto de vista de la gestión empresarial el conocimiento del entorno, en un mundo cada vez más complejo y cambiante, origina una necesidad cada vez más acuciante de información para la toma de decisiones, tanto para atacar nuevos mercados, como para proteger a la empresa de agentes externos que puedan vulnerar su estabilidad.

El dominio de la información externa, no debe hacer olvidar el control de los flujos internos de información que la propia empresa genera derivado de su funcionamiento.

Tampoco se debe olvidar la propia información que la empresa lanza al exterior, en algunos casos regulada por factores legales, como aquellos que obligan a las

empresas a depositar sus cuentas anuales en los registros mercantiles. Datos, a su vez, que se convierten en información externa para otras empresas que absorben esa información.

Los Sistemas de Información para la Gestión son un conjunto de herramientas que combinan las tecnologías de la información (hardware + software) con procedimientos que permitan suministrar información a los gestores de una organización para la toma de decisiones.

Podemos afirmar que estos sistemas se componen de tres funciones; la recopilación de datos, tanto internos como externos; el almacenamiento y procesamiento de información; y la transmisión de información a los gestores.

Parece que el uso de los sistemas de información ayuda a la toma de decisiones por parte de los gestores, convirtiéndose en una herramienta de vital importancia para el almacenamiento e implementación de la información en cualquier momento.

Los sistemas de información al ser un conjunto de elementos interrelacionados con el propósito de prestar atención a las demandas de información de una organización, para elevar el nivel de conocimientos que permitan un mejor apoyo a la toma de decisiones y desarrollo de acciones.

Un sistema de información realiza cuatro actividades básicas:

- Entrada.
- Almacenamiento,
- Procesamiento,
- Salida de información.

Entrada de información:

Es el proceso mediante el cual el sistema de información toma los datos que requiere el procesar la información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas. Las manuales son aquellas que se proporcionan en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos. Esto último se denomina interfaces automáticas. Las unidades típicas de entrada de datos a las computadoras son las terminales, las cintas magnéticas, las unidades de diskette, los códigos de barras, los escáner, la voz, los monitores sensibles al tacto, el teclado y el mouse, entre otras.

Almacenamiento de información: El almacenamiento es una de las actividades o capacidades más importantes que tiene una computadora, ya que a través de esta propiedad el sistema puede recordar la información guardada en la sección o proceso anterior. Esta información suele ser almacenada en estructuras de información denominadas archivos. La unidad típica de almacenamiento son los discos magnéticos o discos duros, los discos flexibles o diskettes y los discos compactos (CD-ROM).

Procesamiento de Información: Es la capacidad del Sistema de Información para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos

recientemente en el sistema o bien con datos que están almacenados. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos fuente en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones, lo que hace posible, entre otras cosas, que un tomador de decisiones genere una proyección financiera a partir de los datos que contiene un estado de resultados o un balance general de un año base.

Salida de Información: La salida es la capacidad de un Sistema de Información para sacar la información procesada o bien datos de entrada al exterior. Las unidades típicas de salida son las impresoras, terminales, diskettes, cintas magnéticas, la voz, los graficadores y los plotters, entre otros. Es importante aclarar que la salida de un Sistema de Información puede constituir la entrada a otro Sistema de Información o módulo. En este caso, también existe una interface automática de salida.

Los sistemas de información, de manera general se pueden clasificar de tres formas según sus propósitos generales:

- **Sistemas transaccionales:** Son Sistemas de Información que logran la automatización de procesos operativos dentro de una organización ya que su función primordial consiste en procesar transacciones tales como pagos, cobros, entradas, salidas, etc.
- **Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones, Sistemas para la Toma de Decisión de Grupo, Sistemas Expertos de Soporte a la Toma de Decisiones y Sistema de Información para Ejecutivos:** Son Sistemas de Información que apoyan el proceso de toma de decisiones.

- **Sistemas Estratégicos:** Son sistemas de información desarrollado en las organizaciones con el fin de lograr ventajas competitivas, a través del uso de la tecnología de información.

En dependencia del enfoque (tres en total), los sistemas de información se pueden agrupar en una cierta clasificación, que brinda una idea esencial de su estructura y funcionamiento. De acuerdo al elemento principal de proceso de la información, los sistemas de información pueden ser de tres tipos:

- **Manuales:** cuando el hombre auxiliado por cierto equipo (máquinas de escribir, sumadoras, archivos, etc.) realiza las principales funciones de recopilación, registro, almacenamiento, cálculo y generación de información.
- **Mecanizadas:** cuando cierta maquinaria realiza las principales funciones de procesamiento. Para los sistemas mecanizados que hacen uso de un computador, de acuerdo al tipo de interacción Hombre-Máquina, los sistemas de información pueden ser de dos tipos (Batch y en Línea]: Batch: el usuario proporciona los datos necesarios para la ejecución de un proceso y espera a que el computador termine la tarea para recibir los resultados; En Línea: existe un diálogo directo entre el usuario y el computador durante la ejecución de un proceso.

En cuanto a la organización física de los principales recursos de procesamiento de datos, los sistemas de información pueden ser de tipo:

- **Procesos centralizados:** los recursos se encuentran ubicados en un área física determinada, por lo que su acceso se realiza en las misma instalación o desde lugares retirados, mediante líneas de comunicación de datos (telefónicas, microondas, satélite, etc.).

- Proceso distribuido: los recursos se encuentran diseminados en diversos lugares de una zona territorial (ciudad, país, continente, etc.), por lo que el procesamiento se realiza en el propio lugar donde se originan los datos, existiendo la posibilidad de compartir información entre las diversas instalaciones, mediante la información de una “Red de Comunicación”.

Los sistemas de información, tienen 5 elementos importantes, estos son:

- Financieros
- Administrativos
- Humanos
- Materiales
- Tecnológicos

En teoría de sistemas, un sistema de información es un sistema automatizado o manual que involucra personas, máquinas y/o métodos organizados de recolección, procesos, transmisión, clasificación y divulgación de datos.

Los elementos del sistema de información, representados en la figura 1, son:

- Base de Datos: Es donde se almacena toda la información que se requiere para la toma de decisiones. La información se organiza en registros específicos e identificables;
- Transacciones: Corresponde a todos los elementos de interfaz que permiten al usuario: consultar, agregar, modificar o eliminar un registro específico de Información;
- Informes: Corresponden a todos los elementos de interfaz mediante los cuales el usuario puede obtener uno o más registros y/o información de tipo estadístico (contar, sumar) de acuerdo a criterios de búsqueda y selección definidos.

Los restantes elementos de un sistema de información son:

- **Procesos:** Corresponden a todos aquellos elementos que, de acuerdo a una lógica predefinida, obtienen información de la base de datos y generan nuevos registros de información. Los procesos sólo son controlados por el usuario (de ahí que aparezca en línea de puntos);
- **Usuario:** Identifica a todas las personas que interactúan con el sistema, esto incluye desde el máximo nivel ejecutivo que recibe los informes de estadísticas procesadas, hasta el usuario operativo que se encarga de recolectar e ingresar la información al sistema y
- **Procedimientos Administrativos:** Corresponde al conjunto de reglas y políticas de la organización, que rigen el comportamiento de los usuarios frente al sistema. Particularmente, debieran asegurar que nunca, bajo ninguna circunstancia un usuario tenga acceso directo a la Base de Datos.

6. POLITICAS Y FILOSOFIAS DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA VEHICULAR

El mantenimiento abarca procedimientos que permite preservar los equipos y mantener las condiciones de trabajo seguras y eficaces, es por esto que el mantenimiento mantiene un relación tan cercana con la seguridad, pues apoya la prevención de accidentes y averías. Debido a estas tendencias, la empresa debe retomar sus políticas y filosofías de mantenimiento para implementar un mejoramiento que contribuya al crecimiento integral en todas sus áreas y sus departamentos.

Dentro de las políticas que se manejan actualmente se encuentran las siguientes:

- Política de mantenimiento basado en el fallo: Las tareas de mantenimiento correctivo se realizan en el momento que se comunica o se produce la falla. De esta manera se reducirá el tiempo que el equipo esta por fuera de la actividad asignada. El encargado de atender la falla es inicialmente el operador quien comunica al personal de logística las condiciones en las que se encuentra el equipo y su diagnostico. Se realiza el seguimiento pertinente pero no se lleva registro continuo de las actividades correctivas realizadas a los equipos.

Figura 16. Mantenimiento Correctivo Camioneta Ford Ranger 4x4



Fuente: Autor

- Política de mantenimiento basado en la duración de vida del sistema: Se realizan tareas de mantenimiento preventivo a intervalos fijos predeterminados durante la vida operativa de los equipos. El operador se guía por los kilometrajes que manejan los equipos y partiendo de esto se hace el respectivo cambio de aceite, filtros, pastillas, bandas, etc. El área de logística se encarga de suministrar los repuestos o elementos requeridos para llevar a cabo el mantenimiento pertinente. Se realiza supervisión pero no ha un registro continuo de todos los procedimientos que se le realizan a los equipos.

Figura 17. Mantenimiento correctivo a Camabaja.



Fuente: Autor

- Política HSEQ (seguridad, Medio, Ambiente y calidad): Con el fin de satisfacer las necesidades del cliente, aplica un sistema de gestión integrado en HSEQ, para cumplir con los tiempos y los costos programados, dando énfasis a la prevención de accidentes, enfermedades profesionales, daños al ambiente y a la propiedad.

Figura 18. Movilización de retroexcavadora Hitachi



Fuente: Autor

El control y el continuo seguimiento de los mantenimientos realizados a los equipos nos permite determinar los costos que éstos representan para la empresa, así como la elaboración de estrategias de prevención y reducción de los tiempos de parada de equipos, aplicando un mantenimiento preventivo donde tanto operadores como personal encargado de mantenimiento y logística se hagan partícipes y apoyen una cultura preventiva como parte del mejoramiento de la disponibilidad y la seguridad de las actividades diarias.

Para cumplir con este propósito se deben plantear nuevas políticas y filosofías de mantenimiento como las siguientes:

- Política de mantenimiento basado en la inspección: Se realizarán tareas de mantenimiento condicional en forma de inspecciones a intervalos fijos del

tiempo de operación hasta que se requiera la realización de una tarea de mantenimiento preventivo.

- Política de mantenimiento basado en el examen: Donde se realizan tareas de mantenimiento condicional en forma de exámenes, según la condición observada en el elemento o sistema, hasta que se necesita la ejecución de una tarea de mantenimiento preventivo.
- Política de mantenimiento basada en la oportunidad: Donde se lleva a cabo un mantenimiento correctivo sobre el elemento averiado, así como tareas de mantenimiento preventivo

De la ejecución de estas políticas de mantenimiento, dependerá el mejoramiento tanto de las condiciones de los equipos así como de las laborales, ya que el mantenimiento de los vehículos debe contar con unas políticas de recursos humanos, control, mejoramiento continuo y un direccionamiento adecuado de los activos.

7. CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS PROPIOS Y ALQUILADOS

Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con la frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costo del mantenimiento, seguridad y medio ambiente.

Es importante puntualizar que en un programa de optimización de Confiabilidad Operacional, es necesario el análisis de los siguientes cuatro parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad de los equipos y la confiabilidad de los equipos.

Inicialmente se deben clasificar los equipos si son propios o si son alquilados, para luego determinar el contexto de confiabilidad operacional, para analizar problemas comunes de los distintos departamentos, que apuntan al logro de un objetivo común.

En un enfoque tradicional, el concepto de trabajo en equipo comprende un sistema de progresión de carrera que exige a cada nuevo gerente “producir su impacto individual y significativo al negocio”. Gerentes rotando en ciclos cortos en diversos campos, creando la necesidad de cambios de iniciativa para “dejar su huella”.

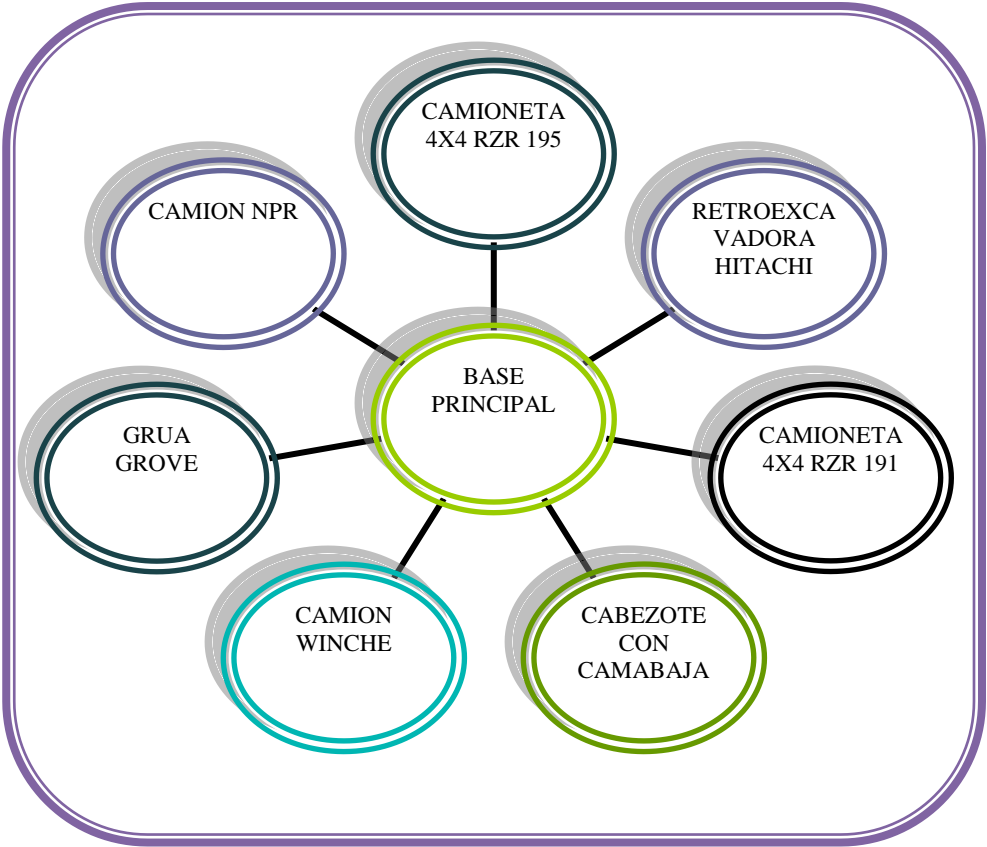
Sin embargo, en la cultura de los más exitosos existe afinidad por el trabajo en equipo. Los equipos naturales de trabajo son vistos como los mayores contribuyentes al valor de la empresa, y trabajan consistentemente a largo plazo.

Los gerentes deben guiar a los miembros hacia el crecimiento del equipo y a obtener mejores resultados bajo el esquema “ganar-ganar”. Los éxitos del equipo son logros del líder de turno.

La Jerarquía de Activos, define el número de elementos o componentes de una instalación y/o planta en agrupaciones secundarias que trabajan conjuntamente

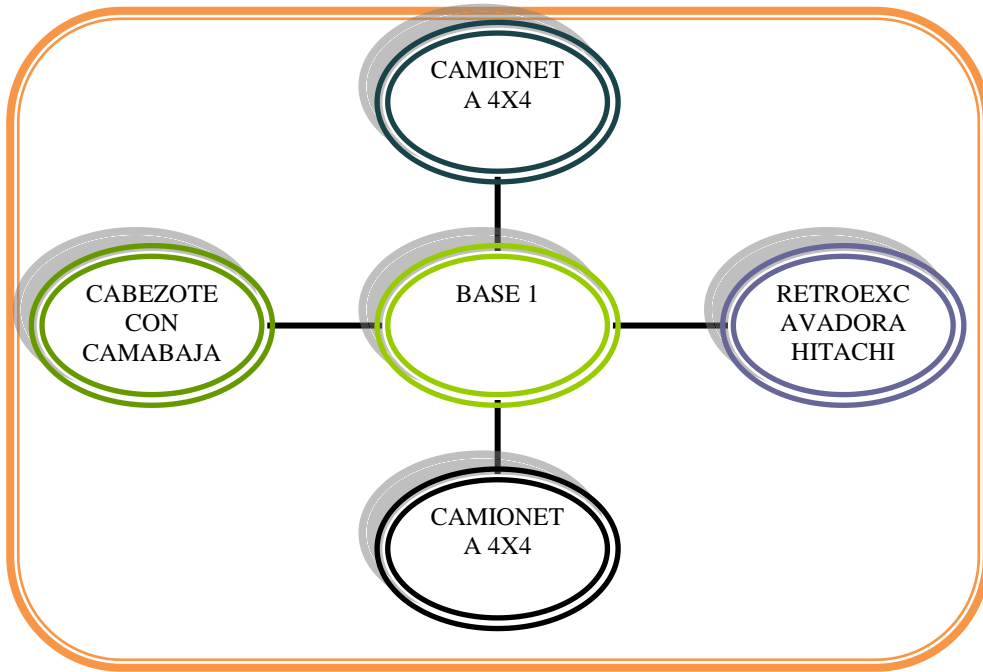
para alcanzar propósitos pre-establecidos, en este caso la flota vehicular. Las figuras 19, 20, 21 muestran los equipos tanto en la base principal como en la base 1 y la base 2, esta distribución se hace de acuerdo a las órdenes de trabajo y las actividades que tiene el cliente en cada zona de acción.

Figura 19. Distribución de equipos base principal



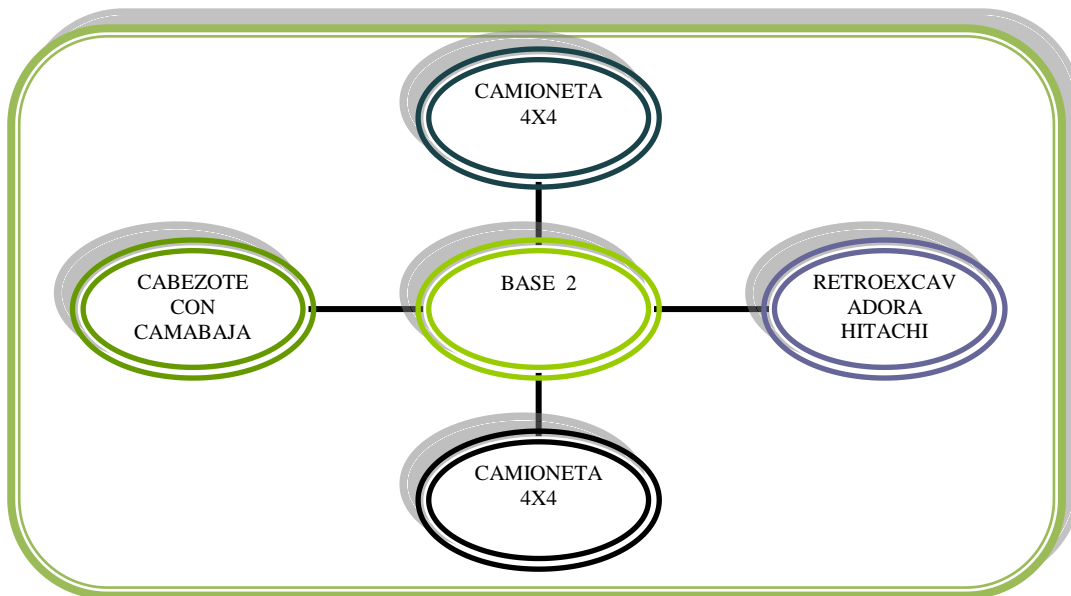
Fuente: Autor

Figura 20. Distribución de equipos base secundaria 1



Fuente: Autor

Figura 21. Distribución de equipos base secundaria 2



Fuente: Autor

7.1 EQUIPOS PROPIOS Y EQUIPOS OPCIONALES (alquilados)

Los equipos propios de la empresa debido al tipo de trabajo que desempeñan, la continuidad de las actividades y el contrato al que está sujeto la empresa con el cliente de mantener la disponibilidad las 24 horas del día, le da un alto nivel de criticidad a estos vehículos, pues las actividades son básicas y permanentes, es por esto que los equipos deben encontrarse en buenas condiciones y tener operadores diligentes que conozcan las posibles fallas y estén al tanto del mantenimiento requerido.

A partir de la programación de las actividades, los equipos alquilados se disponen en órdenes de trabajo opcionales, donde en caso de fallo se puede remplazar o realizar el mantenimiento pertinente para ponerlo en funcionamiento nuevamente.

Para determinar el grado de criticidad de los equipos, se requiere la clasificación de estos de acuerdo a sus condiciones propias o alquiladas, la empresa cuenta con un formato que se actualiza constantemente, como se puede observar en el anexo D, estas variaciones se dan de acuerdo a los cambios de las actividades o las exigencias de las ordenes de trabajo.

Es importante que el operador conozca el equipo, lleve el control del mantenimiento realizado y suministre la información pertinente ya sea al personal encargado de logística y mantenimiento o al dueño del vehículo cuando el equipo es alquilado.

Al momento de la falla el conductor en compañía del personal encargado de mantenimiento deben tener en consideración los siguientes factores, los cuales determinaran los tiempos de parada de los equipos y de esta manera buscar soluciones a la falta de disponibilidad del vehículo:

- Mano de obra: Se debe determinar si se requiere un mantenimiento especializado, disponible o no disponible en el área y el tiempo estimado para corregir la falla.
- Repuestos: Los repuestos que necesita se encuentran en existencias en stock y en tal caso que no estén disponibles, se requieren en corto, mediano o largo plazo, y el tiempo que tardaría la entrega.

Tabla 4. Cuantificación de los efectos de las fallas

EFECTO	ALTO		MEDIO		BAJO	
	DEFINICION	x	DEFINICION	x	DEFINICION	x
PRODUCCION	LA FALLA PROVOCA UNA PERDIDA IMPORTANTE DENTRO DE UN PROCESO		LA FALLA PROVOCA ALGUNA PERDIDA DENTRO DEL PROCESO		LA FALLA NO PROVOCA PERDIDAS PRODUCTIVAS DENTRO DEL PROCESO	
SEGURIDAD / AMBIENTE	LA FALLA PROVOCA UN EFECTO GRAVE DE SEGURIDAD Y/O AL MEDIO AMBIENTE		LA FALLA PROVOCA UN EFECTO LEVE DE SEGURIDAD Y/O AL MEDIO AMBIENTE		LA FALLA NO PROVOCA EFECTO DE SEGURIDAD Y/O AL MEDIO AMBIENTE	
COSTOS	LA FALLA GENERA UN COSTO OPERATIVO MAYOR A \$ 5'000.000		LA FALLA GENERA UN COSTO OPERATIVO MENOR A \$ 5'000.000		LA FALLA NO GENERA COSTOS OPERATIVOS	

Fuente: Autor

Independientemente de que el vehículo sea propio o alquilado, es importante saber los efectos que causan, además de los costos que se le adicionan a los presupuestos programados para el desarrollo de las actividades de las órdenes de

trabajo y los atrasos en los tiempos de ejecución. Es por esto, que después de cada falla se recomienda aplicar un estudio donde se determine la causa y se cuantifiquen los efectos de la misma empleando la tabla 4, donde el personal de mantenimiento en compañía del operador especifiquen las condiciones en las que se encontraba el equipo y las condiciones actuales, además de las recomendaciones.

Además es importante tener en cuenta el diligenciamiento de los pre-operacionales por parte de los operarios de cada uno de los vehículos, pues de esta manera se tendrá constancia de los seguimientos que se le hacen a cada equipo y se podrá determinar el grado de responsabilidad de cada uno de los miembros del proceso.

Para hacer el análisis de criticidad de los equipos, se debe diligenciar el formato que se encuentra en el anexo D, ya que el grado de criticidad puede variar de acuerdo a la actividad, la orden de trabajo, si es propio o alquilado; generalmente los equipos de propios tienen mayor grado de criticidad, pues los alquilados son repuestos fácilmente.

8. PROCESO ACTUAL DE MANTENIMIENTO

En empresas que brindan servicios a terceros, es importante contar con una gran cantidad de equipos que cumplan con las necesidades del cliente, en este caso, la flota vehicular debe permanecer en buen estado para llevar a cabo el desarrollo de las actividades planificadas y las que no están planificadas.

Generalmente los vehículos tienen un mantenimiento preventivo, donde el personal encargado de su seguimiento, se guía por los kilometrajes o por las solicitudes del operador, en ocasiones los equipos se dejan llevar a falla por lo que requiere un mantenimiento correctivo, ya sea por falta de planificación, seguimiento y apoyo tanto del personal de logística como del operador.

Dentro de las rutinas de mantenimiento que se manejan, se encuentran las inspecciones de funcionamiento, ajustes, reparaciones, limpieza, lubricación en forma periódica mediante un plan establecido de forma mensual, semestral o anual.

En las rutinas básicas de mantenimiento se verifica los siguientes aspectos:

- Frenos: Incluye la revisión del líquido de frenos. Si se ha bajado puede ser síntoma de fugas en el sistema de la bomba principal, las auxiliares o tubería, lo cual tiene que ser descartado. Si hay variación en el nivel del líquido de frenos, pero sin fugas, la disminución se debe al desgaste de las zapatas y pastillas de frenos, por lo que se debe verificar su estado con el mecánico. De igual manera es importante revisar el freno de mano.
- Fajas o Bandas: Las bandas ya sean las del ventilador, alternador, aire acondicionado o dirección hidráulica, tienden a dañarse. Se verificar si hay quebraduras o espesores para reemplazarlas si es necesario.

- Llantas: Se debe atender los desgastes que se presentan. Si se ubican en el centro, indica que la presión se mantiene por encima de lo que recomienda el fabricante; si es hacia los lados, puede ser que la presión está por debajo. Si el desgaste esta hacia adentro o hacia afuera, es probable que se presenten daños en la rótula o problemas de tramado.
- Batería: Es importante revisar el nivel de agua, el cual debe estar por encima de las celda, al igual se debe inspeccionar los terminales de la batería, realizar la respectiva limpieza.
- Cambio de aceite: Se inspeccionan los niveles de aceite del motor, en las fechas de cambio que se indican, cuando se realiza el cambio, se reemplaza el filtro de aceite, se verifica los niveles de fluido de la dirección hidráulica, transmisión y diferencial, así como la lubricación de las rotulas.
- Radiador: Se revisa semanal o mensualmente el nivel del líquido refrigerante del radiador y determinar la condición del tapón, para evitar sobrecalentamiento y corrosión del motor.
- Afinamiento: Hacer la medición de emisión de gases anualmente.
- Bujías: Las bujías deben mantenerse libres de carbón y suciedad ya que el buen estado de este sistema incide en la calidad de la combustión del vehículo y por ende reduce las emisiones al aire. Por este motivo, es importante verificar la cubierta de los cables de bujías.
- Aire acondicionado: Cuando el aire acondicionado no genera cambios importantes en la temperatura o pierde su eficiencia origina, se moviliza el vehículo a un taller de servicio de refrigeración automotriz, donde se cambian los filtros, se limpian o reemplazan las válvulas de expansión o sustitución de sellos entre otros.

Esta rutina debe ser parte del día a día del operario, pues es de esta manera se hace un seguimiento a las condiciones y al estado en que se encuentra el vehículo.

La rutina de mantenimiento que se lleva para los equipos se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 5. Seguimiento de mantenimiento actual de la flota vehicular

KILOMETRAJES	MANTENIMIENTO
5000	Revisión de filtros de aceite
5000	Cambios de aceite
5000	Cambios de filtros de aceite
10000	Revisión de bandas y pastillas
10000	Revisión de la suspensión
15000	Cambio de filtro de aire
15000	Cambio de filtro de combustible
20000	Cambio de pastillas y bandas
20000	Cambio de aceite de la caja
20000	Cambio de aceite de la transmisión
60000	Cambio de correa de tiempo
60000	Cambio de Llantas.

Fuente: Autor

Figura 22. Mantenimiento Correctivo a retroexcavadora en campo.



Fuente: Autor

Para la ejecución del mantenimiento preventivo de los equipos, el personal de logística se encarga de organizar y planificar las paradas de los equipos de acuerdo al calendario de actividades que se presenten por órdenes de trabajo, para que de esta manera no afecte la evolución de las actividades diarias. El operador con anterioridad comunica los repuestos que se requieren para el mantenimiento para buscarlos en el stock o hacer la requisición de los mismos, de tal manera que el día que se hace el mantenimiento se cuenten con los elementos requeridos.

Figura 23. Mantenimiento Preventivo Camión Winche.



Fuente: Autor

En casos especiales, como se observa bastante en la figura 22 y 23, cuando los vehículos se encuentran en campo y el operador se enfrenta a un mantenimiento correctivo a causa de una falla, se debe seguir el hilo conductor informando la

situación al personal de logística, se aplican los correctivos necesarios y se conduce el vehículo a un sitio especializado para la atención inmediata.

Cada vehículo posee una hoja de vida, donde se registran los diferentes mantenimientos realizados, el kilometraje en que se lleva a cabo esta actividad y la respectiva firma del operador. La información que se adquiere se archiva inmediatamente, dificultando el control y supervisión de los mantenimientos realizados a cada equipo.

Al no contar con un sistema de información para almacenamiento de datos, los procedimientos quedan plasmados más no se realiza un análisis del tiempo estimado de fallas ni los costos, es por esto que en muchas ocasiones solo se efectúa el mantenimiento correctivo por que se deja llevar el equipo a falla.

No se puede hablar de una solicitud, planeación y programación del mantenimiento preventivo, pues las paradas de los equipos se hacen de acuerdo a los tiempos de ejecución de las actividades que exige el cliente y el control que maneje el operador del vehículo.


La gestión y movilización de repuestos, en ocasiones presenta retrasos porque se debe formalizar la requisición y hacer la solicitud a los respectivos distribuidores, en estos casos el mantenimiento de los vehículos se debe aplazar hasta que no se cuenten con las piezas o inmovilizar el equipo.

8.1 FORMATOS DE SEGUIMIENTO DE MANTENIMIENTO

Después del respectivo mantenimiento se diligencia el siguiente formato que se puede observar en la figura 23, donde se especifica el tipo de actividad que se realiza, las observaciones y el operador y personal de logística dan su visto bueno.

Este formato se maneja para todos los vehículos que la empresa maneja, tanto propios como alquilados.

Figura 24. Formato hoja de vida de equipos, maquinas y vehículos

	FORMATO PARA HOJA DE VIDA DE EQUIPOS - MAQUINAS - VEHÍCULOS		Id. CMK-86-AP-SGC-P-10-F13
			REVISION: 1
			CONSECUTIVO:
			PÁGINA ____ DE ____
1. DATOS GENERALES			
DATOS DE LA MÁQUINA			
RZR 146	<i>TIPO</i>	CAMIONETA 4 X 4	
	<i>MARCA</i>	FORD RANGER	
	<i>MODELO</i>	2010	
	<i>PLACA O ID</i>	RZR 146	
2. DATOS TÉCNICOS			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EFECTUADO POR CARLOS GONZALEZ VILLALBA.			
FIRMA:			
C.C.			
3. DATOS DE MANTENIMIENTO			
CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO DE ACEITE: 135.000 KMS			
SUMINISTRO DE PASTILLAS DE FRENOS			
SERVICIO DE ALINEACION Y BALANCEO			
4. OBSERVACIONES GENERALES			
PROXIMO CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO DE ACEITE 140.000 KMS			
FECHA: (12/09/2012) ELABORÓ : ALFREDO CAMPO NAVARRO FIRMA _____			

Fuente: Autor.

9. SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

El control y el continuo seguimiento de los mantenimientos realizados a los equipos nos permite determinar los costos que éstos representan para la empresa, así como la elaboración de estrategias de prevención y reducción de los tiempos de parada de equipos, aplicando un mantenimiento preventivo donde tanto operadores como personal encargado se hagan partícipes y apoyen una cultura preventiva como parte del mejoramiento de la disponibilidad y la seguridad de las actividades diarias.

Es importante que se cree una programación de tareas de mantenimiento condicional y preventivo, con estrategias específicas, donde se maneje un inventario de repuestos y elementos necesarios para practicar los respectivos mantenimientos a la flota vehicular. La idea es realizar un óptimo control de las operaciones con gran impacto en la seguridad, confiabilidad, fiabilidad, costos y prestigio.

Al aplicarse un sistema de información en este tipo de empresas dedicadas a la prestación de servicios de mantenimiento integral a terceros, se deben plantear inicialmente la necesidad de tener un control específico de información derivada de las intervenciones ya sea por la ejecución de un mantenimiento preventivo o correctivo y donde se le permita al usuario tener una visualización de las ordenes de trabajo y el desarrollo de cada una de ellas.

Como un factor estratégico, el sistema de información apoya en el aumento de los niveles de productividad, calidad y seguridad de la empresa; pues implica un manejo constante y eficiente de información, lo que permite integrar acciones para el desarrollo de procedimientos y actividades.

Básicamente este software, como elemento de apoyo en la gestión de los servicios de mantenimiento preventivo de la flota vehicular debe tener una base de datos, que contenga la información de la empresa y sus operaciones de mantenimiento, esta información contribuirá a la ejecución de las tareas de mantenimiento de forma segura y eficaz.

Un paquete estándar debe incluir los siguientes módulos:

- Órdenes de trabajo: Asignación de recursos humanos, reserva de material, costes, seguimiento de información relevante como causa del problema, duración del fallo y recomendaciones para acciones futuras.
- Mantenimiento preventivo: Seguimiento de las tareas de mantenimiento, creación de instrucciones pasó a paso o checklists, lista de materiales necesarios y otros detalles. Normalmente los programas de gestión del mantenimiento asistido por computadora programan procesos de mantenimiento automáticamente basándose en agendas o la lectura de diferentes parámetros.
- Gestión de activos: Registro referente a los equipos y propiedades de la organización, incluyendo detalles, información sobre garantías, contrato de servicio, partes de repuesto y cualquier otro parámetro que pueda ser de ayuda para la gestión. Además también pueden generar parámetros como los índices de estado de las infraestructuras.
- Recursos Humanos: Establece el control y gestión de los Recursos Humanos del Área o servicio de Mantenimiento. Pueden ser establecidos como Competencias Laborales Necesarias vs. Existentes.

- Control de Inventarios: Gestión de partes de repuesto, herramientas y otros materiales incluyendo la reserva de materiales para trabajos determinados, registro del almacenaje de los materiales, previsión de adquisición de nuevos materiales, etc.
- Seguridad: Gestión de los permisos y documentación necesaria para cumplir la normativa de seguridad. Estas especificaciones pueden incluir accesos restringidos, riesgo eléctrico o aislamiento de productos y materiales o información sobre riesgos, entre otros.

Cada sistema de información desarrolla más ampliamente algunos elementos y en ocasiones incluye herramientas adicionales para cubrir un mayor número de necesidades, la empresa debe analizar y discutir los módulos que necesita para llevar a cabo la gestión de mantenimiento asistido.

Se deben disponer de códigos para los equipos, procedimientos y tareas; así se podrá controlar el inventario de repuestos, la función de los activos, la estructura del personal responsable de los equipos. Además el sistema de información debe crear rutinas cíclicas que disponen las órdenes de mantenimiento, los recursos empleados, manejo de costos, partiendo de las rutinas de mantenimiento básicas que le empresa especifique.

Es de vital importancia que el departamento de mantenimiento se organice de tal manera, que se puedan crear protocolos para el manejo del sistema de información, donde las rutinas cíclicas de mantenimiento se activen desde el sistema de información, por medio de alarmas, que indiquen al personal encargado la situación del equipo y de esta manera se inicie la ruta de aprobación del procedimiento.

En el área de mantenimiento se debe organizar el personal, de tal manera que el sistema de información sea abastecido con los datos que suministre el planeador, programador y el ejecutor, es indispensable la relación con el entorno y mejorar los canales de comunicación, pues del correcto desarrollo de esta tarea se puede evitar fallas, perturbaciones en la ejecución de actividades y la adecuada distribución de recursos y personas que demanda el proceso.

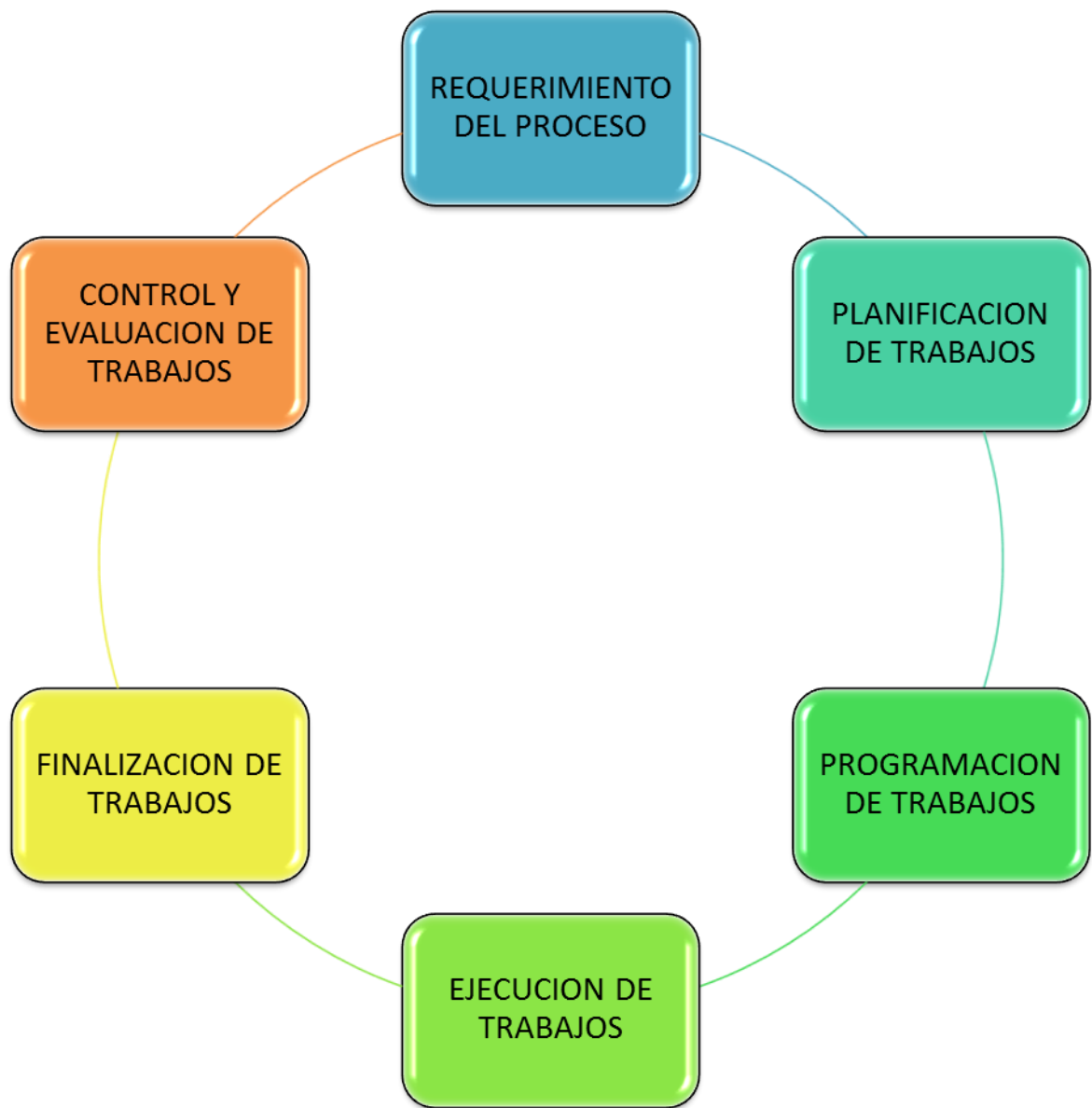
Inicialmente la orden de la ejecución de la rutina de mantenimiento puede partir de una necesidad observada en el control que realiza el operador al vehículo o puede darse por las alarmas que se generan en el sistema y que serían parte del mantenimiento básico de la flota, la cual es controlada por el planeador que maneja el sistema de información y supervisado por el programador.

El planeador de las actividades, se encargará de detallar el tipo de proceso ya sea mantenimiento preventivo o correctivo, el código del vehículo, el operador encargado de la ejecución, los recursos que se implementarán haciendo una revisión previa a los repuestos que se encuentran en inventario en caso tal que no se tengan se debe hacer la solicitud, y la zona donde se llevará cabo la tarea. Cada rutina debe tener un código que la identifique de esta manera se podrá llevar seguimiento de su ejecución.

El planeador se encargara de pasar al programador la orden para el mantenimiento respectivo de los equipos, el programador del sistema de información debe poner la fecha en la que se iniciarán las actividades, esta fecha dependerá del estudio que le realice a la solicitud (equipo, personal implicado, orden de trabajo afectada, que tipo de mantenimiento se realizará, los repuestos, tiempo de parada, los costos , las observaciones adicionales), además debe recurrir a las rutinas básicas planteadas y los historiales para cada equipo, así se logrará un buen desarrollo del proceso.

El área de logística debe mantener el sistema de información actualizado con los inventarios, solicitudes y devoluciones de repuestos, para que esta manera de dispongan de los recursos eficientemente,

Figura 25. Etapas del proceso para la organización de los trabajos.



Fuente: Autor.

Como se muestra en la anterior figura, el manejo de información se convierte en un ciclo, todos los factores participantes influyen tanto el almacenamiento como el procesamiento de la información, debido a esto la comunicación es un pilar para el sostenimiento de una base de datos que busca automatizar el mantenimiento de la flota.

Las funciones principales que debe cumplir el software de gestión del mantenimiento son:

- La entrada, salvaguarda y gestión de toda la información relacionada con el mantenimiento de forma que pueda ser accesible en cualquier momento de uno u otro modo.
- Permitir la planificación y control del mantenimiento, incluyendo las herramientas necesarias para realizar esta labor de forma sencilla.
- Suministro de información procesada y tabulada de forma que pueda emplearse en la evaluación de resultados y servir de base para la correcta toma de decisiones.
- Las distintas aplicaciones comerciales inciden más o menos profundamente en cada uno de estos puntos, originando productos adecuados para todas las necesidades. Aunque conceptualmente un software de gestión del mantenimiento es un producto genérico, aplicable a cualquier tipo de organización, existen desarrollos específicos dirigidos a algunos sectores industriales.
- Estas herramientas también deben ser adecuadas independientemente de la metodología o filosofía empleada para la gestión del mantenimiento, si

bien algunos productos ofrecen módulos especiales en este sentido para facilitar su implantación.

Otra tendencia muy importante en estos momentos es la posibilidad de conectar estas aplicaciones con los sistemas de gestión de la organización, para facilitar el intercambio de información entre los diversos sectores implicados.

Al implementarse este software la empresa puede obtener los siguientes beneficios:

- Optimización de los recursos
- Laborales: Mejora de la planificación, seguimiento y aplicación.
- Materiales: Mayor disponibilidad, disminución de existencias, fácil localización.
- Mejoras en la calidad y productividad de la organización.
- Disminución de los tiempos de paro en elementos productivos. Mayor fiabilidad y disponibilidad.
- Información actualizada, inmediata de todos los componentes del proceso.
- Mejora de los procesos de actuación establecidos.
- Posibilidad de realizar estudios y anticipar cargas de trabajo o consumo de piezas.
- Conocimiento inmediato de los gastos originados por cualquiera de los elementos controlados.
- Ajuste de los planes de mantenimiento a las características reales.
- Permitir la participación en un TPM
- Trazabilidad del equipamiento.
- Posibilidad de implementar cualquiera de las metodologías de mantenimiento existentes.
- Mejor control de actividades subcontratadas.
- En general el control de cualquiera de los procesos implicados en el mantenimiento.

La gestión del mantenimiento asistido por sistemas de información es la creciente sofisticación del mantenimiento basado en el estado del activo. Este tipo de mantenimiento incluye procesos de mantenimiento preventivo y correctivo, que pueden ser definidos tan solo dependiendo del estado del activo. Las condiciones físicas son monitorizadas de forma periódica o continua en busca de atributos como vibraciones, partículas en los aceites, desgaste, etc.

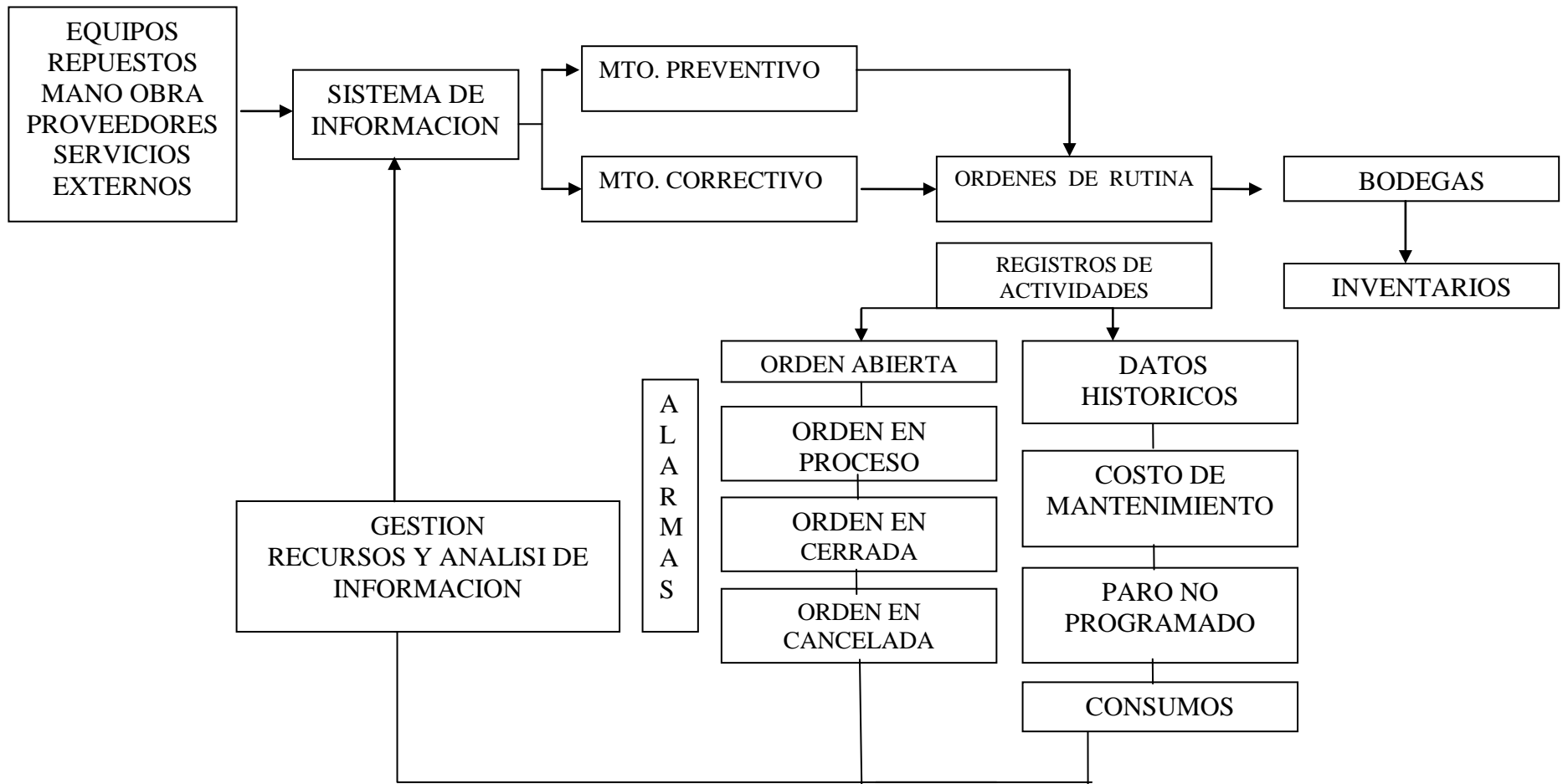
El mantenimiento basado en el estado es una alternativa de control, que se encarga sólo de reparar los activos una vez estos dejan de funcionar o en mantenimiento dependiente del uso, que inicia los procesos dependiendo del tiempo de uso del activo o la lectura de algunos parámetros

En la figura 25 se muestra la estructura del sistema de información, se parte del inventario de equipos y repuestos, de los cuales se le ingresa a la base de datos una estructura con las rutinas básica de mantenimiento, de allí se desglosan en mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo, los dos deben tener una orden de rutina, la cual debe hacer una verificación en la bodega constatar que se cuentan con los repuestos que se necesitan en la actividad, al crearse la orden de rutina se hacen los registros de las actividades, estos registros determinan si la orden se encuentra abierta, en proceso, cerrada o cancelada, esto permite llevar un seguimiento del proceso en cualquier etapa en la que se encuentre

El sistema debe contar con alarmas que avisen los mantenimientos que se deben realizar a los equipos ya sea mantenimiento preventivo o correctivo para las paradas de los equipos, las cuales se determinan por las rutinas predeterminadas inicialmente y que se convertirían en la base del sistema de información.

Dentro de los registros, el sistema debe gestionar los datos históricos, los costos de mantenimiento, los consumos que tiene cada equipo, para así llevar un control en el consumo de combustible mensual.

Figura 26. Estructura del sistema de información



Fuente: Autor

Para rentabilizar el proceso y no producir choques con la cultura que se tiene dentro del grupo de trabajo, es importante concientizar a los implicados en el proceso por medio de capacitaciones donde se le muestren los beneficios de la aplicación de un software en la planificación y ejecución del mantenimiento, además de incluir en la sistematización los formatos de pre operacionales que cada operador maneja (ver Anexo H, I, J, K, L, M,)

Se propone el manejo de formatos de información básica donde se clasifiquen los equipos por orden de trabajo y nivel de criticidad, además de los formatos que muestren a los operadores los servicios generales de mantenimiento que se le deben implementar a cada equipo. Ver anexos (B, C, D, E, F, G.)

Finalmente, el grupo de trabajo de mantenimiento debe adelantar un seguimiento de todos los procesos que implica la entrada, el almacenamiento, análisis y salida de información, pues de la adecuada ejecución de cada actividad se crearán los indicadores financieros, administrativos, humanos, materiales y tecnológicos presentes en los procedimientos de trabajo.

10. CONCLUSIONES

La aplicación del sistema de gestión de información de mantenimiento, permite mantener actualizada la información de los equipos, control sobre los trabajos, generando oportunamente los reportes de mantenimiento y la fácil reprogramación de los trabajos una vez que se realizan o estén en proceso.

Para iniciar con las pruebas, el personal encargado de manejar la base de datos debe estructurar el sistema con las rutinas básicas de mantenimiento establecidas para cada equipo, para luego llevar a cabo una prueba técnica de cada modulo por separado, cubriendo cada una de las necesidades de la empresa.

Los programadores deben verificar que la información entregada por parte del operario sea de calidad, que los procesos descritos sean claros para que ingresar esta información al sistema, donde se obtendrá el procesamiento de la información, que contribuirá en la toma de decisiones, en la elaboración de proyecciones financieras y cálculos de disponibilidad de equipos que finalmente influye en la ejecución de las actividades que el cliente planifica.

Al presentarse la información organizada, de fácil actualización y una optima gestión, la empresa puede cumplir con sus políticas de mantenimiento, pues se facilita la programación de las tareas de mantenimiento para cada equipo, sin importar el lugar de ejecución de la orden de trabajo, ya que se planifican la aprovisionamiento de los recursos necesarios para el mantenimiento, incluyendo la mano de obra, herramientas y repuestos.

Las empresas prestadoras de servicios de mantenimiento, deben implementar sistemas de información que permitan gestionar las actividades desde una visión clara y tecnológica, que sea flexible, funcional y con miras al futuro, donde se supervisen cada uno de los procesos y se puedan mostrar excelentes resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- BELTRÁN, Marta. . FTA ó Fault Tree Analysis (y II) . Red de conocimiento en Informática Industrial, Gestión en Tiempo Real y Agilidad Empresarial. Redindustria., octubre 13, 2010. [En línea] <http://redindustria.blogspot.com/2010/10/fta-o-fault-tree-analysis-y-ii.html>
- BITTEL, L./Ramsey, J. (1992). Enciclopedia del MANAGEMENT. Ediciones Centrum Técnicas y Científicas. Barcelona España [en línea], . <http://www.sigdotek.cl/>
- CANO MORENO, Henry. “MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE TRACTOCAMIONES DE TRACTOCARGA LTDA.”. Bucaramanga, 2011, 234 p, Trabajo de grado (Ingeniero mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas.
- CAÑAVATE M., Antonio. Sistemas de información en las empresas [en línea]. "Hipertext.net", núm. 1, 2003. <http://www.hipertext.net>
- CUELLAR A., Guillermo. Tipos de sistema de información. [en línea]. Universidad de Cauca. núm. 1 <http://fccea.unicauca.edu.co/old/tiposdesi.htm>
- DUANY DANGEL, Armando Sistemas de información.2009.<http://www.econlink.com.ar/sistemas-informacion>

- GARCIA GARRIDO, Santiago. Mantenimiento correctivo. Organización y gestión de la reparación de averías. Colección de mantenimiento volumen 4. 2009.[En línea] <http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>
- MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Colombia: AMG, 2009. 504 p.
- GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág 39
- HUERTA MENDOZA, Rosendo El Análisis de Criticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional.2012. [En línea] <http://confiabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>
- INFOAPUNTES, Importancia, tipos y funciones de maquinaria pesada. [en línea]. núm. 1, 2010. <http://www.infoapuntes.com/importancia-tipos-y-funciones-de-la-maquinaria-pesada/>
- MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. Medellín: AMG,2009.504 p.
- MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellín: AMG. 2005.
- SILES, Henry. MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS: Una forma de garantizar su propia economía. Universidad de Costa Rica http://www.recope.go.cr/centro_informativo/escuela_virtual/parapadres/FOLLETODSE.pdf.

- SOLOMANTENIMIENTO. “Curso de Mantenimiento Industrial”
Mantenimiento, Reliability y Confiabilidad – RCM [En
línea].http://www.solomantenimiento.com/m_correctivo.htm

ANEXOS

ANEXO A. FICHA TECNICA DE CAMION NPR

MOTOR

Marca / Código	Isuzu 4HK1-TCN
Tipo	Turbo Intercooler
Desplazamiento (cc)	5,193
Nº de cilindros	4 en línea
Potencia (HP @ RPM)	148 @ 2,600
Torque (Kg.m @ RPM)	41 @ 1,600
Alimentación	Inyección directa Common Rail
Combustible	Diesel
Emisiones	Euro II
Enfriador de aceite	Plato sobre bloque de motor

TRANSMISIÓN

Accionamiento de embrague	Hidráulico
Tipo	T/M 6 Vel. (D/D)
Reversa	5,701
Relación final de eje	4,777

CHASIS

Dirección	Tipo	Asistida hidráulicamente
Suspensión delantera	Tipo	Ballesta en eje rígido
	Capacidad (kg)	3,100
Suspensión trasera	Tipo	Ballesta en eje rígido
	Capacidad (kg)	6,600
Amortiguador	2 del./2 tras.	Hidráulicos telescópicos, de doble acción
Sistema de freno	Tipo	Hidráulico
	Delantero	Campana
	Trasero	Campana
	Freno de ahogo	Sí
	Freno mano	Sí
Medidas de llantas		215/75R17,5

PESOS Y CAPACIDADES

Peso vacío (kg)	2,665
Peso bruto vehicular (kg)	7,500
Capacidad de carga (kg)	4,835
Tanque de combustible (Litros)	140

SISTEMA ELÉCTRICO

Batería (2)	12V-70 Amp.
Alternador	24V-50 Amp.

APARIENCIA EXTERIOR

Corbatín	Chevrolet
Stickers	"Tecnología Isuzu"
Cabina abatible	

PANEL DE INSTRUMENTOS

CONTROLES Y MEDIDORES

Odómetro
Nivel de combustible
Tacómetro
Temperatura de refrigerante
Velocímetro km/h

LUCES INDICADORAS

Freno de parqueo
Carga de la batería
Cinturón de seguridad
De cruce/parqueo
Luces de carretera altas

SEGURIDAD

Cinturones de seguridad: 2 de 3 puntos y central de 2 puntos
Espejos (2 laterales y 1 en cabina)
Pito eléctrico
Luz de marcha en reversa
Tapa tanque de combustible con llave
Canchos de remolque 2 (delantero y trasero)

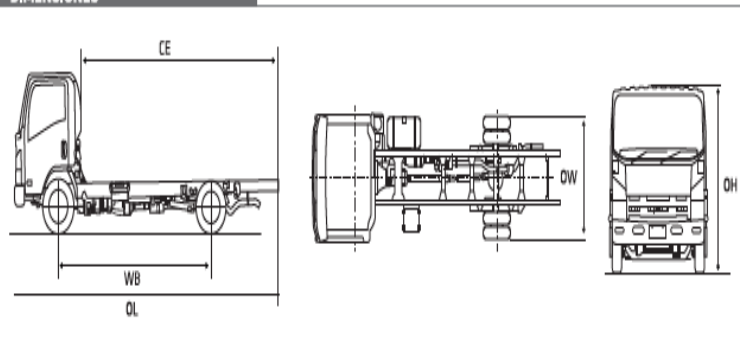
COMODIDAD Y APARIENCIA INTERIOR

Columna de dirección telescópica y ajustable en posición	
Vidrio trasero en la cabina	
Antena	
Radio CD	No
2 parlantes	
Encendedor de cigarrillos	
Cenicero puerta conductor (1)	
Manijas de asistencia (2 en cabina y 2 en puerta)	
Parasol conductor y pasajero	
Limpiaparabrisas (2 velocidades)	
Ventilador y calefactor	
Gato y palanca	
Vidrios manuales	
Tapetes piso en vinilo	
Guantera	
Bolsillo trasero del asiento del conductor	
Tarjetero	

DIMENSIONES

WB (mm)	(Distancia entre ejes)	3,365
OL (mm)	(Longitud total)	5,985
OH (mm)	(Altura total)	2,275
OW (mm)	(Ancho total)	1,995
CE (mm)	(Largo carrozable)	4,302


DIMENSIONES




Regulaciones legales,
Regulaciones colombianas ambientales actuales,
Regulaciones del Ministerio de Transporte.

Garantía: 1 año o 50,000 km,
Garantía de motor: 1 año o 160,000 km,


ANEXO B. FORMATO DE CLASIFICACION DE EQUIPOS PROPIOS / ALQUILADOS

		CLASIFICACION DE EQUIPOS POR ORDEN TRABAJO PROPIO/ALQUILADO			
OT 3	RETROEXCAVADORA ORUGA EQUIVALENTE A CAT-220 SIN OPERADOR	FFPPAST 320425	PROPIO		
	CABEZOTE CON CAMABAJA SIN CONDUCTOR	SRP 683	PROPIO		
	VEHICULO 4 x 4 SIN CONDUCTOR	RZR 146, RZR 181, RZR 188, RZR 195	PROPIO		
	CAMION WNCHE		PROPIO		
	GRUA GROVE		PROPIO		
OT 12	VEHICULO 4 x 4 SIN CONDUCTOR	RZR 191	PROPIO		
OT 427	VEHICULO 4 X 4 SIN CONDUCTOR	RZR 155	PROPIO		
OT 448	VEHICULO 4X4 SIN CONDUCTOR	KJJ 229	ALQUILADO	VALOR DEL ALQUILER:	\$120000/ DIA
			PROPIO	NOMBRE DE PROVEEDOR:	MARIO RODRIGUEZ
				NIT:	85468144
				DESCRIPCION DE EQUIPO:	CAMIONETA 4x4 TOYOTA HILUX
OT 449	VEHICULO 4X4 SIN CONDUCTOR	GPL 019	ALQUILADO	VALOR DEL ALQUILER:	\$120000/ DIA
			PROPIO	NOMBRE DE PROVEEDOR:	MARIO RODRIGUEZ
				NIT:	85468144
				DESCRIPCION DE EQUIPO:	CAMIONETA 4x4 TOYOTA HILUX
OT 568	CABEZOTE CON CAMABAJA SIN CONDUCTOR	SRP 682	PROPIO		
	RETROEXCAVADORA ORUGA EQUIVALENTE A CAT-220 SIN OPERADOR	FFOAST320440	PROPIO		
OT 569	VEHICULO 4 X 4 SIN CONDUCTOR	RZR 142	PROPIO		
OT 570	CAMION NPR TURBOCARGADO O SIMILAR SIN CONDUCTOR	SNK 078	ALQUILADO	VALOR DEL ALQUILER:	\$260000/ DIA
				NOMBRE DE PROVEEDOR:	PABLO ROA VARGAS
				NIT:	17.333.352
				DESCRIPCION DE EQUIPO:	CAMION NPR CHEVROLET 2008
OT 582	VEHICULO 4 X 4 SIN CONDUCTOR	NISSAN FRONTIER DDL 750	ALQUILADO	VALOR DEL ALQUILER:	\$120000/ DIA+IVA
	VEHICULO 4 X 4 SIN CONDUCTOR	NISSAN FRONTIER DDL 829		NOMBRE DE PROVEEDOR:	LEASING POPULAR(BARRANCA BERMEJA)
	VEHICULO 4 X 4 SIN CONDUCTOR	NISSAN FRONTIER DDL 752		NIT:	800.157.530
				DESCRIPCION DE EQUIPO:	NISSAN FRONTIER DDL 750
OT 582 A	VEHICULO 4 X 4 SIN CONDUCTOR	RVM 626	ALQUILADO	VALOR DEL ALQUILER:	\$120000/DIA
				NOMBRE DE PROVEEDOR:	OSCAR LOPEZ GONZALES
				NIT:	84.454.640
	DESCRIPCION DE EQUIPO:	FORD RANGER 4x4			
	CAMION NNR SIN CONDUCTOR	SXR 485	ALQUILADO	VALOR DEL ALQUILER:	\$120000/DIA
				NOMBRE DE PROVEEDOR:	ROSO RAMIREZ HERNANDEZ
				NIT:	13.535.631
				DESCRIPCION DE EQUIPO:	CAMION DE ESTACAS CHEVROLET 2011
OT 561	RETROEXCAVADORA VOLVO 210+ OPERADOR LEGAL		ALQUILADO	VALOR DEL ALQUILER:	\$150000/ DIA+COMBUSTIBLE
				NOMBRE DE PROVEEDOR:	PDC EQUIPMENT SAS
				NIT:	900481804-2
				DESCRIPCION DE EQUIPO:	RETROEXCAVADORA VOLVO

**ANEXO C. FORMATO DE CLASIFICACION DE EQUIPOS POR ORDEN
TRABAJO BASICA / OPCIONAL.**

		CLASIFICACION DE EQUIPOS POR ORDEN TRABAJO BASICOS/OPCIONALES
OT 3	CARROTALLER TIPO NPR TURBOCARGADO O SIMILAR, SIN CONDUCTOR	EQUIPOS BASICAS
	RETROEXCAVADORA ORUGA EQUIVALENTE A CAT-220 SIN OPERADOR	EQUIPOS BASICAS
	CABEZOTE CON CAMABAJA SIN CONDUCTOR	EQUIPOS BASICAS
	VEHICULO 4 x 4 SIN CONDUCTOR	EQUIPOS OPCIONALES
OT 12	VEHICULO 4 x 4 SIN CONDUCTOR	EQUIPOS BASICO
OT 427	VEHICULO 4 X 4 SIN CONDUCTOR	EQUIPOS OPCIONALES
OT 448	VEHICULO 4X4 SIN CONDUCTOR	EQUIPOS OPCIONALES
OT 449	VEHICULO 4X4 SIN CONDUCTOR	EQUIPOS OPCIONALES
OT 564	VEHICULO 4 X 4 SIN CONDUCTOR	EQUIPOS OPCIONALES
OT 568	CABEZOTE CON CAMABAJA SIN CONDUCTOR	EQUIPOS OPCIONALES
	RETROEXCAVADORA ORUGA EQUIVALENTE A CAT-220 SIN OPERADOR	EQUIPOS OPCIONALES
OT 569	VEHICULO 4 X 4 SIN CONDUCTOR	EQUIPOS OPCIONALES
OT 570	CAMION NPR TURBOCARGADO O SIMILAR SIN CONDUCTOR	EQUIPOS OPCIONALES

ANEXO D. FORMATO DE CLASIFICACION DE EQUIPOS POR CRITICIDAD

		FORMATO SEGUIMIENTO MANTENIMIENTO DE EQUIPOS			
CANT.	EQUIPOS	PROPIEDAD		RECORRIDO	CRITICIDAD
		PROPIO	ALQUILADO		
1	FORD RANGER 4X4 RZR 155	x			
1	FORD RANGER 4X4 RZR 146	x			
1	FORD RANGER 4X4 RZR 188	x			
1	FORD RANGER 4X4 RZR 181	x			
1	FORD RANGER 4X4 RZR 172	x			
1	FORD RANGER 4X4 RZR 191	x			
1	FORD RANGER 4X4 RZR 195	x			
1	TOYOTA HILUX 4X4 KJJ229		x		
1	TOYOTA HILUX 4X4 GPL019		x		
1	NIXAN FRONTIER DDL 750		x		
1	NIXAN FRONTIER DDL829		x		
1	NIXAN FRONTIER DDL752		x		
1	CAMION NPR MAZDA TURBO	x			
1	CAMION WINCHE	x			
1	GRUA GROVE	x			
1	RETROEXCAVADORA ORUGA HITACHI FFPAST 320425	x			
1	RETROEXCAVADORA ORUGA HITACHI FFOAST3 20440	x			
1	RETROEXCAVADORA ORUGA VOLVO 210		x		
1	CABEZOTE CON CAMABAJA SRP 683	x			
1	CABEZOTE CON CAMABAJA SRP682	x			
1	CAMION NPR CHEVROLET SNK 078		x		
ENCARGADO:					


ANEXO E. FORMATO DE SERVICIOS GENERALES BASICOS I

		SERVICIOS GENERALES PARA VEHICULOS					
MARQUE CON UNA "C" SI ES PARA CAMBIO O " R" PARA REVISION							
ACTIVIDAD	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA
ACEITE DE MOTOR							
ACEITE DE TRANSMISION DELANTERA							
ACEITE DE TRANSMISION TRASERA							
ACEITE DE CAJA							
ACEITE DEL TRANSFER							
FILTRO DE ACEITE							
FILTRO DE AIRE							
FILTRO DE COMBUSTIBLE							
CORREAS DE ALTERNADOR							
CORREAS DE TIEMPO							
CORREA DE AIRE ACONC							
CONDUCTOR:							
PLACA:							
OT:				FIRMA:			


ANEXO F. FORMATO DE SERVICIOS GENERALES BASICOS II

		SERVICIOS GENERALES PARA VEHICULOS						
MARQUE CON UNA "C" SI ES PARA CAMBIO O " R " PARA REVISION								
ACTIVIDAD	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA	KILOMETRAJE /FECHA	
ROTULAS								
TERMINALES DE DIRECCION								
BOTELLA AUX. DIRECCION								
FRENOS								
LLANTAS								
ENGRASE								
SINCRONIZACION								
ALINEACION								
BALANCEO								
BATERIA								
AIRE ACONDICIONADO								
COMANDO CENTRAL DE ELEVA VIDRIOS								
CONDUCTOR:								
PLACA:								
OT:					FIRMA:			

ANEXO G. FORMATO INFORMACION GENERAL DE MANTENIMIENTO DE VEHICULO

		INFORMACION GENERAL DE MANTENIMIENTO DE VEHICULOS									
OT	MATRICULA DE CAMIONE	FECHA DE FALLA	FECHA DE REVISION	DESCRIPCION	PREVEN	CORR	KILOMETRAJE	REPUESTOS	COSTO GENERAL	FECHA SOLICITUD DE PEDIDO DE REPUESTOS	FECHA DE RECEPCION DE REPUESTOS
REF. ACEITE MOTOR:				CAPACIDAD:							
REF. FILTRO AIRE:				REF. FILTRO COMBUSTIBLE:							
REF. LLANTAS:				REF. FILTRO ACEITE:							
REF. ACEITE DE TRANSMISION: (CAJA DE VELOCIDADES)				OTROS:							
REF. ACEITE TRANSFER :											
427	RZR 155		15/12/2011	CAMBIO DE ACEITE MOTOR 15W40	0	0		8/4 DE ACEITE FORD 15W40			
427	RZR 155		15/12/2011	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE	5441585	0		WE01 14302T FORD			
427	RZR 155		15/12/2011		0	0		WE 01 13240 FORD			
427	RZR 155		17/01/2012	CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	0	0		WE01 13 ZA5 FUEL FILTER			
427	RZR 155		17/01/2012	CAMBIO DE PASTILLAS DE FRENOS	0	0					
427	RZR 155		17/01/2012	CAMBIO DE RODAMIENTOS TRASEROS (2)	0	0			\$ 115.000		
427	RZR 155		30/01/2012	CAMBIO DE ROTULAS INFERIORES Y SUPERIORES	0	0		SUPERIOR: UH71 34540; INFERIOR : UR61 34550	\$ 656.000		
427	RZR 155		30/01/2012	CAMBIO DE TERMINALES DIRECCION CORTO Y LARGO	0	0		TER. LARGO: UR56 32250 Y TER. CORTO: UR61 32280	\$ 604.000		
427	RZR 155		03/02/2012	MANTENIMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	0	0					
427	RZR 155		03/02/2012	LIMPIEZA DE COMPRESORES	0	0		WLL7 15908A FORD			
427	RZR 155		03/02/2012	RECARGA DE GAS	0	0			\$ 174.000		
427	RZR 155		03/02/2012	CAMBIO DE CORREAS DEL AIRE ACONDICIONADO	0	0					
427	RZR 155		17/02/2012	SE ENCUENTRA DAÑO EN EL SEMIJE IZQUIERDO DEL VEHICULO Y SE DESPLAZA A BARRANQUILLA PARA CHEQUEO EN LA FORD	0	0					
427	RZR 155			SE DESARMA CAMIONETA PARA VERIFICACION DE PIEZAS AFECTADAS	0	0				09/02/2012	
427	RZR 155		10/03/2012	SOLICITUD DEL SEMIJE IZQUIERDO A LA CIUDAD DE BOGOTA	0	0				08/03/2012	10/03/2012
427	RZR 155		13/03/2012	EL SEMIJE COMPLETO IZQUIERDO COMPLETO ES RECIBIDO EN SANTA MARTA Y EMPLEA EL ARMADO DEL VEHICULO	0	0			\$ 234.000		
427	RZR 155		13/03/2012	PUESTA A PRUEBA DE RECORRIDO Y FUNCIONAMIENTO	0	0					
427	RZR 155		14/03/2012	LAVADO Y LIMPIEZA GENERAL	0	0			\$ 40.000		
427	RZR 155		14/03/2012	CAMBIO DE FILTROS DE COMBUSTIBLE	0	0		WE01 13 ZA5 FUEL FILTER			
427	RZR 155		14/03/2012	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE	0	0		WE01 14302T FORD			
427	RZR 155		14/03/2012	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE	0	0		WE 01 13240 FORD			
427	RZR 155		14/03/2012	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	0	0		WE01 14302T FORD	\$ 40.000		
427	RZR 155		14/03/2012	CAMBIO DE ACEITE DE VALVULINA DE LA CAJA	0	0					
427	RZR 155		14/03/2012	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSFER	0	0					
427	RZR 155		14/03/2012	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISION	1	0	100,000 Km				
427	RZR 155		14/03/2012	REVISION DE LLANTA IZQUIERDA TRASERA	1	0			\$ 5.000		
427	RZR 155		14/03/2012	ENGRASE DE LAS 5 CRUCETAS EN PERFECTO ESTADO	0	1					
427	RZR 155		14/03/2012	AJUSTE DE PERSIANA DELANTERA	0	1			\$ 2.000		
427	RZR 155		14/03/2012	SE COLOCA LA PLATINA EN EL MARCO DEL PLATON Y COMPUERTA TRASERA	0	0			\$ 9.000		
427	RZR 155		14/03/2012	SERVICIO DE ALINEACION Y BALANCEO	0	0			\$ 66.558		

ANEXO H. FORMATO DE PREOPERACIONAL DE VEHICULOS


		PREOPERACIONAL DE VEHICULOS						CMK-86-AP-HSE-101-F18 REVISIÓN 2 CONSECUTIVO: PAGINA 1 DE 2							
PLACA:		SEMANA DEL		AL		MES		AÑO							
MARCA:		COLOR:				O.T. #:									
ITEM	DESCRIPCION	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
1	LUCES	Frontales (Altas y bajas)													
		Exploradores antinieblas													
		Direccionales delanteras / parqueo													
		Direccionales traseras / parqueo													
2	CABINA	Stop - señal de reversa													
		Pito - Alarma de retroceso													
		Espejos retrovisores													
		Cinturon de seguridad - conductor y pasajeros													
		Vidrio frontal, lateral, traseros													
		Indicadores: velocidad, revoluciones, temperatura, combustible													
		Estado frenos de parqueo													
		Estado frenos de servicio													
		Puertas: delanteras, traseras, platon													
		Estado cabina (aseo, asientos, luces interiores, manijas de puertas)													
		Batería (nivel, bornes, cables, capuchones)													
		Sistema eléctrico: suches e interruptores													
		Estado barra antivuelco													
		Radio AM/ FM / CD													
3	MECANICA	Niveles de aceite: motor, transmision, direccion, caja													
		Nivel de agua refrigerante, limpia vidrios													
		Nivel de liquido de frenos													
		Estado ventilador motor, aire acondicionado													
		Estado panel radiador, aire acondicionado													
		Estado de mangueras aire, agua, combustibles													
		Estado de filiros de aire, combustibles													
		Estado de correas y poleas													
		Estado sistema 4x4													
4	LLANTAS	Drenaje trampa de combustible													
		Delanteras (lebrado)													
		Traseras (lebrado)													
		Llanta de repuesto (lebrado)													
		Ajuste de esparragos													
5	OTROS	Calibracion de llantas													
		Boliquin													
		Extintores													
		Equipo de carretera													
		Barrilla puesta a tierra													
		Pinzas de inicion													
		Manilla, plastico,													
		Bolsas de colores, cajas de carton, tela oleofila, machete													
Señalización: sustancias químicas, pere siga, carga larga, cinta poligro															
6	KILOMETRAJE INICIAL														
	PROXIMO CAMBIO DE ACEITE														
	FIRMA DEL CONDUCTOR														
CONVENCIONES		B (BUENO)	Marque B cuando considere que las condiciones de seguridad de los elementos son adecuadas y permiten un adecuado funcionamiento del vehiculo												
		M (MALO)	Marque M cuando considere que las condiciones de seguridad de los elementos no son adecuadas y no permiten un adecuado funcionamiento del vehiculo y ponen en riesgo la vida de las personas												
OBSERVACIONES:															
INSPECCIÓN REALIZADA POR:								INSPECCIÓN APROBADA POR:							
Nombre:								Nombre:							
Cargo:								Cargo:							
Cédula:								Cédula:							
Telefono:								Telefono:							
Firma:								Firma:							




ANEXO I. FORMATO DE PREOPERACIONAL DEGRUA GROVE

	<h3 style="margin: 0;">INSPECCIÓN DE LA GRUA GROVE</h3>	CMK-86-AP-HSE-101-F38 REVISIÓN 0 CONSECUTIVO: PAGINA DE					
MARCA:	COLOR:						
O.T. #:	CAPACIDAD						
UBICACIÓN:	SEMANA DEL:	AL DEL 20__					
DESCRIPCIÓN ESTADO MECÁNICO	LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM
	B M	B M	B M	B M	B M	B M	B M
BOOM TELESCOPICO (EXTENSION Y RETRACCION)							
BOOM TELESCOPICO (ELEVACION Y GIRO)							
WINCH CABLE							
WINCH FRENO							
WINCH ASCENSO Y DESCENSO							
WINCH GANCHO							
BOMBA HIDRAULICA							
CONTROLES Y SENSORES DE LA CABINA							
EQUIPO DE IZAJE							
FUGAS HIDRAULICAS							
FUGAS DE ACEITE							
TRANSMISION							
FRENOS DE SERVICIO							
HOROMETRO							
SISTEMA ELECTRICO							
BATERIA							
ANCLAJE DE SEGURIDAD							
LLANTAS (LABRADO Y PRESION)							
PITO DE REVERSA							
INDICADORES HOROMETRO Y TEMPERATURA							
LUCES							
PARABRISAS							
NIVEL HIDRAULICO							
NOVEL ACEITE MOTOR							
MANGUERAS							
VIDRIO PANORAMICO							
CONVENCIONES	<i>B (BUENO)</i>	Por favor marque B cuando considere que las condiciones de seguridad del elemento son adecuadas y permiten un adecuado funcionamiento del Equipo, maquina o vehículo					
	<i>M (MALO)</i>	El elemento o condición, genera riesgos de accidente a las personas que los operan o se encuentran cercano a el					
OBSERVACIONES:							
INSPECCIÓN REALIZADA POR				INSPECCIÓN APROBADA POR			
Nombre:				Nombre:			
Cargo:				Cargo:			
Telefono:				Telefono:			
Cédula:				Cédula:			
Firma:				Firma:			



ANEXO J. FORMATO DE PREOPERACIONAL EXCAVADORA CON ORUGA

		PREOPERACIONAL DE EXCAVADORA CON ORUGAS						CIVIK-96-AP-HSE-101-F18 REVISIÓN 2 CONSECUTIVO: PAGINA 1 DE 2									
MARCA: _____		SEMANA DEL _____		AL _____		MES _____		AÑO 2011									
MODELO: _____		COLOR: _____		O.T. #: _____													
ITEM	DESCRIPCION	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO			
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M		
1	LUCES	Estado de luces delanteras															
		Estado de luces traseras															
		Estado de luces interiores de la cabina															
2	CABINA	Pilo - Alarma de retroceso															
		Alarma de retroceso															
		Espesores retrovisores															
		Cinturon de seguridad															
		Vidrio frontal, lateral, traseros															
		Indicadores: horometro, revoluciones, temperatura, combustible, hidraulico, aceite															
		Estado de la cabina (aseo, asientos, manijas de puertas)															
		Bateria (nivel, bornes, cables, capuchones)															
		Sistema electrico: switches e interruptores															
		Indicadores (hidraulicos-refrigerantes-horometro-corriente-aceite motor)															
Escaleras y apoyos de acceso																	
Radio AM/ FM / CD																	
3	MECANICA	Palancas de mando															
		Niveles de aceites: motor, hidraulico, valvulina															
		Nivel de agua refrigerante,															
		Estado ventilador motor, aire acondicionado															
		Estado panel radiador, aire acondicionado															
		Estado de mangueras aire, agua, combustibles, hidraulico															
		Estado de filtros de aire, combustibles															
		Estado de correas y poleas															
		Estado pasadores (Batidor-Desgarrador)															
		Orugas tensionadas															
		Mecanismo de giro (Tornameza)															
		Corona de tornameza en buen estado															
		Mandos de avance															
		Mando de estacionamiento															
		Estado general desgarrador (baide)															
		Mandos de levanto del brazo															
		Cilindros en buen estado															
Zapatas																	
Rodillos Inferiores-Superiores																	
Estado bomba para el suministro de combustible																	
Dranoje trampa de combustible																	
4	OTROS	Botiquin															
		Extintores															
		palin															
		grifetes															
5	HOROMETRO INICIAL																
	PROXIMO CAMBIO DE ACEITE																
	FIRMA DEL CONDUCTOR																
CONVENCIONES	B (BUENO)		Marque B cuando considere que las condiciones de seguridad de los elementos son adecuadas y permiten un adecuado funcionamiento del vehiculo														
	M (MALO)		Marque M cuando considere que las condiciones de seguridad de los elementos no son adecuadas y no permiten un adecuado funcionamiento del vehiculo y ponen en riesgo la vida de las personas														
OBSERVACIONES:																	
INSPECCIÓN REALIZADA POR:								INSPECCIÓN APROBADA POR:									
Nombre: _____								Nombre: _____									
Cargo: _____								Cargo: _____									
Cédula: _____								Cédula: _____									
Telefono: _____								Telefono: _____									
Firma: _____								Firma: _____									

ANEXO K. FORMATO DE PREOPERACIONAL DE LA CAMABAJA

		PREOPERACIONAL DE CAMABAJA										CMK-86-AP-HSE-101-F29 REVISIÓN 2 CONSECUTIVO: PAGINA 1 DE 2			
PLACA:		SEMANA DEL		AL		MES		AÑO							
MARCA:		COLOR:				O.T. #:									
ITEM	DESCRIPCION	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
1	LUCES	Frontales (Altas y bajas)													
		Exploradores antinieblas													
		Direccionales delanteras / parqueo													
		Direccionales traseras / parqueo													
		Stop - señal de reverse													
2	CABINA	Pito													
		Alarma de retroceso													
		Cinturon de seguridad - conductor y pasajeros													
		Vidrio frontal, lateral, traseros													
		Indicadores - velocidad, revoluciones, temperatura, combustible													
		Estado frenos de parqueo													
		Estado frenos de servicio													
		Puertas													
		Estado cabina (aseo, asientos, luces interiores, manijas de puertas)													
		Batería (nivel, bornes, cables, capuchones)													
		Sistema eléctrico: suiches e interruptores													
		Radio AM/ FM / CD													
3	CAMABAJA	Motor de cuello													
4	MECANICA	Niveles de aceite : motor, transmision, direccion, caja													
		Nivel de agua refrigerante, limpia vidrios,													
		Estado ventilador motor, aire acondicionado													
		Estado panel radiador, aire acondicionado													
		Estado de mangueras aire, agua, combustibles													
		Estado de filtros de aire, combustibles													
		Estado de correas y poleas													
5	LLANTAS	Drenaje trampa de combustible													
		Delanteras (labrado)													
		Traseras (labrado)													
		Llante de repuesto (labrado)													
		Ajuste de esparragos													
		Calibracion de llantas													
5	OTROS	Botiquín													
		Extintores													
		Equipo de carretera													
		Pinzas de inicion													
		Manilla, plastico,													
Señalización: pare siga, carga larga															
KILOMETRAJE INICIAL															
PROXIMO CAMBIO DE ACEITE															
FIRMA DEL CONDUCTOR															
CONVENCIONES	B (BUENO)	Marque B cuando considere que las condiciones de seguridad de los elementos son adecuadas y permiten un adecuado funcionamiento del vehiculo													
	M (MALO)	Marque M cuando considere que las condiciones de seguridad de los elementos no son adecuadas y no permiten un adecuado funcionamiento del vehiculo y ponen en riesgo la vida de las personas													
OBSERVACIONES:															
INSPECCIÓN REALIZADA POR:								INSPECCIÓN APROBADA POR:							
Nombre: _____								Nombre: _____							
Cargo: _____								Cargo: _____							
Cédula: _____								Cédula: _____							
Telefono: _____								Telefono: _____							
Firma: _____								Firma: _____							

ANEXO L. FORMATO DE PREOPERACIONAL DE CAMION WINCHE

		FORMATO INSPECCION DEL EQUIPO CAMION WINCHE										CMK-06 -AP-HSE-101-F24 REVISION No. 2 CONSECUTIVO: PAGINA DE					
O.T. #:		MARCA:															
UBICACIÓN:		AL MES AÑO															
ITEM	DESCRIPCION	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO			
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M		
1	LUCES	Frontales (Altas y bajas)															
		Direccionales delanteras / parqueo															
		direccionales traseras / parqueo															
		Stop - señal trasera															
2	CABINA	Escalera															
		Pito - Alarma de retroceso															
		Espejos retrovisores															
		Cinturon de seguridad - conductor y pasajero															
		Vidrio frontal															
		Indicador (hidraulico, velocidad, temperatura)															
		Nivel de fluidos, refrigerante, dirección, frenos y agua batería															
		Palancas y pedales															
		Sistema de frenos de parqueo															
		sistema de frenos de servicio															
		Puertas en buen estado															
		Estado cabina (asiento, aseo, luz interior)															
3	GENERAL	Batería (nivel, bornes, cables, conexiones)															
		Control de fugas de aceite (motor, transmisión)															
		Gancho y cables															
		Eslingas y Estrobo															
		Estado de la manguera															
		Motor (nivel de agua, aceite, tension correas)															
		Fugas de aire															
4	LLANTAS	Terminales direccion															
		Delanteras (labrado)															
		Traseras (labrado)															
		Presión de inflado															
5	OTROS	Llanta de repuesto															
		Abrazadera tanque de combustible															
		Fugas refrigerantes															
		Barra de dirección															
		Botiquín															
6	DOCUMENTACION	Conos de señalizacion															
		Equipo de carreteras															
		Tarjeta de propiedad															
		Licencia de conduccion															
		SOAT															
		Revisión tecnomecanica															
FIRMA DEL OPERADOR																	
KILOMETRAJE DIARIO INICIAL																	
GALONES TANQUEO																	
OBSERVACIONES:																	
INSPECCIÓN REALIZADA POR								INSPECCIÓN APROBADA POR									
Nombre: _____								Nombre: _____									
Cargo: _____								Cargo: _____									
Telefono: _____								Telefono: _____									
Cédula: _____								Cédula: _____									
Firma: _____								Firma: _____									
																	

ANEXO M. ARCHIVO FOTOGRAFICO

