



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE  
TRASLADO DE CARGA TERRESTRE, EN LA EMPRESA TRANSPORTE LA MOJA**

**Leonel Enrique León Díaz**

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, julio de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE  
TRASLADO DE CARGA TERRESTRE, EN LA EMPRESA TRANSPORTE LA MOJA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LEONEL ENRIQUE LEÓN DÍAZ**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortíz
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE TRASLADO DE CARGA TERRESTRE, EN LA EMPRESA TRANSPORTE LA MOJA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 17 de febrero de 2015.

**Leonel Enrique León Díaz**



Guatemala, 12 de enero de 2016  
Ref.EPS.DOC.02.01.16.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Leonel Enrique León Díaz** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 8912382, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE TRASLADO DE CARGA TERRESTRE, EN LA EMPRESA TRANSPORTE LA MOJA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo  
CACC/ra





Guatemala, 12 de enero de 2016  
REF.EPS.D.12.01.16

Ing. Roberto Guzmán  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Guzmán:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE TRASLADO DE CARGA TERRESTRE, EN LA EMPRESA TRANSPORTE LA MOJA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Leonel Enrique León Díaz** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicójay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra

Ref.E.I.M.181.2018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE TRASLADO DE CARGA TERRESTRE, EN LA EMPRESA TRANSPORTE LA MOJA** del estudiante **Leonel Enrique León Díaz**, CUI No. **1942599942101**, **Reg. Académico No. 8912382** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Ing. Julio César Campos Paiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica

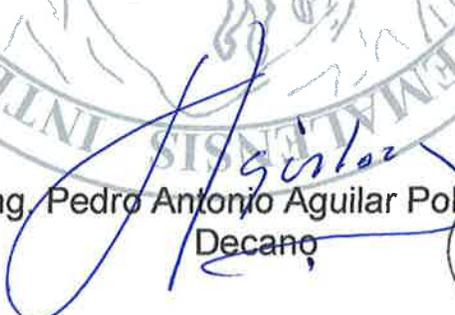


Guatemala, julio de 2018  
/aej



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE TRASLADO DE CARGA TERRESTRE, EN LA EMPRESA TRANSPORTE LA MOJA**, presentado por el estudiante universitario: **Leonel Enrique León Díaz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, julio de 2018

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por bendecir e iluminar mi vida y por permitirme cumplir este sueño y vivir este momento.
<b>Mis padres</b>	Andrés León (q. e. p. d.) y Herlinda Díaz. Por todo su amor, esfuerzo y buen ejemplo que me ha llevado a ser la persona que soy.
<b>Mi esposa</b>	Magaly, por todo su apoyo, comprensión y paciencia, pero sobre todo por su amor y felicidad, te amo.
<b>Mis hijos</b>	Diego y Sayuri. Por ser las luces de mi vida y los regalos más grandes que Dios me ha dado.
<b>Mis hermanos</b>	Carlos, Edgar, Rony y Rosalinda, por los buenos momentos, su cariño y su apoyo.
<b>Mi familia</b>	Por las muestras de cariño y apoyo.
<b>Mis amigos</b>	Gracias por su amistad, cariño y los momentos inolvidables.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	<i>Alma mater</i> donde se desarrolló mi pensamiento académico.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme los conocimientos que me permiten desarrollarme como profesional y de esta forma contribuir con la sociedad.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Por su amistad, cariño y apoyo incondicional.
<b>Mis catedráticos</b>	Por sus conocimientos y por ser ejemplos para mi vida profesional.
<b>Transportes La Moja</b>	Por darme la oportunidad de hacer posible este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS Y/O HIPÓTESIS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Misión de la empresa .....	1
1.2. Visión de la empresa.....	1
1.3. Organigrama de la empresa .....	2
2. DEFINICIÓN DE TRANSPORTE Y MANTENIMIENTO .....	3
2.1. Tipos de mantenimiento.....	4
2.1.1. Mantenimiento preventivo .....	4
2.1.2. Mantenimiento correctivo .....	4
2.1.3. Mantenimiento predictivo .....	5
2.1.4. Mantenimiento proactivo .....	5
2.2. Características de los vehículos de transporte de carga.....	7
2.3. Vehículos de transporte de carga terrestre.....	8
2.4. Principales funciones de los sistemas de los vehículos de carga terrestre.....	8
2.4.1. Motor.....	9

2.4.2.	Sistema de transmisión.....	19
2.4.3.	Sistema eléctrico .....	20
2.4.4.	Sistema de frenos .....	23
2.4.5.	Sistema de suspensión.....	25
2.4.6.	Sistema de dirección .....	26
2.4.7.	Llantas .....	28
3.	DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES DE OPERACIÓN Y CONTROL EN LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE CARGA .....	31
3.1.	Combustible.....	32
3.2.	Llantas .....	32
3.3.	Disponibilidad de vehículos .....	33
3.4.	Mano de obra.....	34
3.5.	Otras variables de mantenimiento .....	34
4.	DOCUMENTACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y FORMATOS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE FLOTAS DE TRANSPORTE DE CARGA .....	37
4.1.	Elaboración de fichas técnicas de vehículos .....	37
4.1.1.	Información general .....	38
4.1.2.	Información técnica.....	40
4.1.3.	Información legal .....	40
4.2.	Diseño de orden de trabajo .....	41
4.2.1.	Procedimiento de orden de trabajo.....	42
4.2.2.	Reportes obtenidos a partir de la orden de trabajo.....	43
4.3.	Estructura de diseño de mantenimiento .....	44
4.3.1.	Códigos de operación.....	44
4.3.2.	Descripción de operación .....	45

4.3.3.	Duración de la operación .....	45
4.4.	Registro de fallas, fuera de un servicio de mantenimiento.....	45
4.4.1.	Reportes generados por fallas fuera de un servicio de vehículos.....	46
4.5.	Registro de consumibles e insumos de los vehículos de una flota de transporte de carga .....	46
4.5.1.	Registro de consumo de combustible .....	46
4.5.2.	Registro de consumo y desgaste de llantas.....	47
4.5.3.	Registros de almacén o bodega.....	48
4.6.	Diagrama de proceso sistema de mantenimiento preventivo.....	51
5.	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) .....	55
5.1.	Técnica de análisis de aceite .....	55
5.2.	Diagrama de proceso muestreo de aceite .....	57
5.3.	Pasos para extracción de una muestra de aceite lubricante .....	62
5.4.	Interpretación de los análisis de aceite lubricante.....	64
6.	MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD.....	71
6.1.	Fallas, modos de falla y valoración, asociados a los sistemas y subsistemas .....	72
6.1.1.	Falla .....	72
6.1.2.	Modos de falla.....	72
6.1.3.	Consecuencias de las fallas.....	72
6.1.4.	Valoración de las causas .....	73
6.2.	Análisis de falla .....	75
6.3.	Toma de decisiones a partir de los análisis arrojados.....	79
7.	ELABORACIÓN DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO .....	81

7.1. Inspección diaria.....	84
7.2. Tablero de control auxiliar para las órdenes de trabajo .....	85
7.2.1. Pendientes.....	85
7.2.2. Proceso.....	85
7.2.3. Terminado.....	85
8. PROCESO DE EVALUACIÓN PARA LA REPOSICIÓN O ADQUISICIÓN DE VEHÍCULOS DE NUEVO INGRESO EN UNA FLOTA DE TRANSPORTE DE CARGA .....	87
8.1. Causas de la reposición .....	88
8.2. Función del vehículo.....	89
8.3. Análisis técnico .....	89
8.4. Método de renovación contable.....	91
9. GUÍA O MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN PARA OPERADORES DE UNA FLOTA DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE CARGA .....	95
9.1. Pre inspección antes de la marcha.....	96
9.2. Técnicas de conducción .....	97
9.3. Economía de combustible .....	98
9.4. Reparaciones revisiones y mantenimiento .....	99
CONCLUSIONES.....	103
RECOMENDACIONES .....	105
BIBLIOGRAFÍA.....	107
APÉNDICE .....	109
ANEXOS.....	119

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1.	Organigrama de la empresa.....	2
2.	Tipo de camión transporte de carga seca en la república de Guatemala y América Latina.....	8
3.	Motor detroit diesel serie 60.....	10
4.	Sistema de inyección diesel.....	12
5.	Tren alternativo o partes en movimiento del motor.....	14
6.	Sistema de distribución.....	16
7.	Sistema de lubricación.....	17
8.	Sistema de refrigeración.....	19
9.	Despiece de un alternador.....	22
10.	Despiece de un motor de arranque.....	23
11.	Sistema de frenos.....	25
12.	Composición de llanta radial.....	29
13.	Composición de llanta convencional.....	30
14.	Diagrama de proceso de sistema de mantenimiento preventivo Transporte La Moja .....	51
15.	Continuación de proceso de mantenimiento preventivo, Transporte La Moja .....	52
16.	Diagrama de proceso de control de muestras de aceite usado de Transportes la Moja .....	57
17.	Continuación de diagrama de proceso de control de muestras de aceite usado, Transporte La Moja.....	58
18.	Ejemplificación de los pasos de extracción de una muestra de aceite usado .....	64

19.	Ejemplo de kit para extracción de muestras de aceite para vehículos.....	65
20.	Ejemplo de resultado de una muestra de aceite lubricante de Transporte La Moja.....	66
21.	Continuación de ejemplo de muestra de aceite lubricante, Transporte La Moja.....	67
22.	Esquema de un tablero de control, de ordenes de trabajo, Transporte La Moja.....	86
23.	Capacitación de proceso de reposición o adquisición de vehículos.....	87
24.	Capacitación para operadores de una flota de vehículos transporte de carga .....	95
25.	Lista de inspección de Transporte La Moja.....	100
26.	Capacitación en Transportes La Moja.....	101

## TABLAS

I.	Funciones por componentes del sistema de inyección.....	11
II.	Funciones por componentes del sistema tren alternativo.....	13
III.	Funciones por componente del sistema de distribución.....	15
IV.	Funciones por componente del sistema de lubricación.....	17
V.	Funciones por componente del sistema de refrigeración.....	18
VI.	Funciones por componente del sistema de transmisión.....	20
VII.	Funciones por componente del sistema eléctrico.....	21
VIII.	Funciones por componente del sistema de frenos.....	24
IX.	Funciones por componente del sistema de suspensión.....	26
X.	Funciones por componente del sistema de dirección.....	27
XI.	Resumen de rendimientos de combustible de vehículos, Transporte La Moja en el año 2014.....	35
XII.	Resumen de Disponibilidad de vehículos del año 2014, Transporte La Moja.....	36
XIII.	Componentes asociados a desgastes de piezas internas en aceite de un motor.....	60
XIV.	Limites Condensatorios de desgastes de motores diesel.....	61
XV.	Limites Condensatorios ideales para un programa de mantenimiento.....	62
XVI.	Tabla de kilometrajes de drenes de aceite por vehículo de Transporte La Moja, así como incrementos.....	69
XVII.	Control de severidad de falla.....	73
XVIII.	Probabilidad de ocurrencia de fallas.....	74
XIX.	Forma de llevar control de análisis de la causa de las fallas.....	75

XX.	Fallas funcionales más comunes año 2014, Transporte La Moja.....	76
XXI.	Valoración de la probabilidad de falla en función de la tabla XVIII sugeridas por AMEF (análisis de modos y efectos de fallas funcionales) para la aplicación en los reportes de Transporte La Moja.....	77
XXII.	Análisis de la Falla "Vehículo se apagó y no enciende".....	78
XXIII.	Frecuencia de mantenimiento para vehículos tipo cabezales, Transporte La Moja .....	82
XXIV.	Continuación de frecuencias de mantenimiento para vehículos tipo cabezal, Transporte La Moja .....	83
XXV.	Control de costos de operación de un vehículo, Transporte La Moja.....	90
XXVI.	Tabla de costos y reparto porcentual de la operación de un transporte de carga.....	91
XXVII.	Determinación de costo promedio anual.....	93

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>KM</b>	Kilómetro
<b>Mtto</b>	Mantenimiento
<b>OT</b>	Orden de trabajo
<b>%</b>	Porcentaje
<b>T3 S2</b>	Vehículo de 3 ejes con equipo de 2 ejes
<b>T3 S3</b>	Vehículo de 3 ejes con equipo de 3 ejes



## GLOSARIO

<b>AMEF</b>	Análisis de modos y efectos de falla.
<b>CSV</b>	Archivo de datos en forma de tabla.
<b>TPM</b>	Mantenimiento productivo total.
<b>MCC</b>	Mantenimiento centrado en la confiabilidad.
<b>Contaminación</b>	Introducción de sustancias en un medio que provoca que este sea inseguro o no apto para su uso; puede ser sustancia química, energía (calor, sonido, luz o radiactividad).
<b>Costo por kilómetro</b>	Suma de las cantidades desembolsadas por el usuario de un vehículo, para el uso del vehículo durante un tiempo prudente, divididas entre el número de kilómetros recorridos durante el mismo tiempo.
<b>Disponibilidad</b>	Posibilidad de una cosa o persona de estar presente cuando se la necesita. La disponibilidad remite a esta presencia funcional que hace posible dar respuestas.
<b>Eficiencia</b>	Habilidad de contar con algo o alguien para obtener un resultado. El concepto también suele ser equiparado con el de fortaleza o el de acción.
<b>Estrategia</b>	Conjunto de reglas que aseguran una decisión.

<b>Inspección</b>	Exploración física que se realiza principalmente a través de la vista.
<b>Lubricación</b>	Acción de reducir el rozamiento y sus efectos en superficies adyacentes con movimientos que pueden ocasionar un tipo de maquinado, al interponer entre las superficies una película de lubricante.
<b>Mantenimiento</b>	Conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual el mismo pueda desplegar la función requerida.
<b>Monitoreo de condición</b>	Acción que ayuda a controlar o supervisar una acción.
<b>Orden de trabajo</b>	Documento escrito que la empresa le entrega a la persona que corresponda y que contiene una descripción pormenorizada del trabajo.
<b>Parte</b>	Designa a un elemento que conforma un grupo más grande de elementos y que cumple una función específica.
<b>Reparación</b>	Acción o efecto de restituir a su condición normal y de buen funcionamiento, a cosas materiales mal hechas deterioradas o rotas.
<b>Sistema</b>	Módulo ordenado de elementos que se encuentran interrelacionados y que interactúan entre si.
<b>Tendencia</b>	Corriente o preferencia hacia determinados fines.

**Variable**

Palabra que representa aquello que varía o que está sujeto a un cambio. Se trata de algo inestable, inconstante y mudable.



## RESUMEN

Los sistemas de mantenimiento para vehículos de carga, se han elaborado a lo largo de los años, para explicar diferentes estilos que han facilitado la aplicación y administración de procesos básicos: reparación, inspección, lubricación, monitoreo de equipos y componentes. Todo esto enfocado a incrementar la durabilidad y confiabilidad de los anteriores.

En Transportes La Moja y otros transportes es común encontrar que el mantenimiento se reduce a la corrección de fallas y paradas no programadas ya que se reparan en el instante en que aparecen. Por tal razón, el siguiente trabajo de investigación recopilará conceptos, datos técnicos, estadísticas, formatos de registros y reportes de información relacionados con el transporte de carga, con el fin primordial de optimizar la disponibilidad, confiabilidad, reducción de costos de operación, con el apoyo en los diferentes tipos de mantenimiento: preventivo, correctivo, productivo total, para acomodar el mismo a un mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Para la optimización del mantenimiento es necesaria, aparte de evaluar los actuales procesos de inspección, reparación y registros estadísticos de fallas, consecuencias, valoración, consumos de insumos y repuestos, identificar las variables operativas que más afectan al tipo de negocio, por ejemplo: combustible, mano de obra, llantas y disponibilidad de vehículos; esencial relacionarlas con el término de kilómetros recorridos; este análisis permitirá cuantificar el rendimiento y durabilidad de los componentes del vehículo, al igual que el costo o dinero que se utiliza para su mantenimiento.

Es necesario que los administradores de la flota tengan pleno conocimiento de sus vehículos para ello es primordial tener una ficha técnica que contenga información que apoye las mejores decisiones; también que dentro de sus talleres tengan la documentación sobre los mantenimientos. El proceso se logra con la orden de trabajo, la fusión o relación de la ficha técnica, la orden de trabajo, así como los registros de ingresos y salidas de almacén, pero sobre todo la gestión de los diferentes reportes sugeridos en el trabajo; apoyará a todo administrador de flota de vehículos para que controle de mejor forma el funcionamiento y eficiencia de su empresa.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad propone disminuir el mantenimiento preventivo por medio del análisis de falla, apoyándose también en el hecho de que los componentes del equipo pueden presentar distintas tendencias de probabilidad de falla con respecto al tiempo; el mantenimiento productivo total o el análisis de aceite ayuda a los encargados de mantenimiento a poder anteponerse a las fallas más delicadas de los sistemas principales del vehículo. Estas técnicas de mantenimiento así como las estadísticas recopiladas de árbol de fallas, causas y soluciones contribuirán a crear las rutinas de inspección o mantenimiento para los diferentes vehículos. Para este trabajo la interpretación que se dé a los resultados obtenidos de las muestras de aceite así como las tablas de límites condenatorios, contra los cuales se analizará los resultados de laboratorio, serán las que nos indiquen las acciones correctivas en cada modelo o rutina de mantenimiento.

Uno de los problemas que toda flota de transporte tiene es determinar el momento de sustituir vehículos o en su defecto incrementar; por lo tanto, se apoyará a los administradores del transporte con un proceso de evaluación para la reposición o adquisición de vehículos nuevos. Antes de efectuar cualquier movimiento es necesario tener claro algunos aspectos: funciones del vehículo,

análisis técnico, costos de operación, condiciones del vehículo, para con esta información obtener la causa de la reposición.

También se anexa una guía de mantenimiento autónomo y de operación para que los operadores de los vehículos puedan apoyar a las empresas en la optimización del sistema de mantenimiento; la guía está compuesta por revisiones básicas antes de la marcha del vehículo, revisiones en la marcha del vehículo, reparaciones básicas, técnicas de conducción, revoluciones adecuadas para hacer los cambios de velocidades, tiempos y momentos de frenado del vehículo y velocidad óptima de operación.



# OBJETIVOS

## General

Diseñar una propuesta de mantenimiento preventivo, con aportes de mantenimiento predictivo y mantenimiento productivo total, aplicable en general a empresas de transporte de carga terrestre según la información estadística obtenida, integrar un mantenimiento centrado en la confiabilidad.

## Específicos

1. Hacer el reconocimiento de una dinámica de operación de un vehículo de carga, identificando sistemas, subsistemas y componentes principales.
2. Identificar las variables de desempeño o índices de los vehículos de carga.
3. Recopilar y estructurar información sobre los requerimientos de mantenimiento de cada uno de los sistemas para establecer rutinas de mantenimiento preventivo en las frecuencias debidas.
4. Determinar las fallas funcionales así como sus efectos y consecuencias en los sistemas y subsistemas de los vehículos de carga.
5. Diseñar formatos de registros históricos codificados de consumo de llantas, muestras de aceite, paradas, cambio de piezas, mano de obra.
6. Diseñar procesos administrativos para la planeación, ejecución y control de actividades de mantenimiento.

7. Diseñar una guía de operación y mantenimiento para operadores basados en las necesidades de la empresa, para la obtención de mejores resultados en los rendimientos de los equipos.
  
8. Determinar proceso de evaluación que permita realizar reposición y adquisición de equipos de forma práctica y acertada.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de la filosofía de los sistemas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, juegan un rol principal en la mayoría de las empresas e industrias que planean y ejecutan su mantenimiento. Así también se han hecho investigaciones a lo largo de los años, para explicar diferentes estilos que han facilitado la aplicación y administración de procesos básicos: reparación, inspección, lubricación, monitoreo de equipos y componentes.

En el campo de vehículos de transporte, ya sea de transporte de personas, de maquinaria pesada o de carga, es común encontrar que el mantenimiento se reduce a la corrección de fallas y paradas no programadas, ya que, se reparan en el instante en que aparecen. Por tal razón, la literatura correspondiente a la aplicación de mantenimiento es escasa y no agrupa los conceptos teóricos y prácticos que deben ser tomados en cuenta.

Los vehículos de transporte, cualquiera que sea su clase, no pueden ser ajenos a la atención por parte de un departamento de mantenimiento, y requieren de atención como cualquier otra máquina de una industria; por tal razón, el siguiente trabajo de investigación recopila conceptos, datos técnicos, estadísticas, formatos de registros y reportes de información relacionados con el transporte de carga; con el fin primordial de optimizar la disponibilidad, confiabilidad, reducción de costos; aplicado a los vehículos de transporte de carga de la empresa de Transportes La Moja, con el fin de realizar un mantenimiento centrado en la confiabilidad para buscar la optimización.

Luego se procedió a evaluar los actuales procesos de inspección, reparación y registro estadístico de fallas, consumos de insumos y repuestos. Se prestó atención a la disponibilidad de los vehículos, lo cual se efectúa con

los encargados de mantenimiento y administración. Con esta información se procederá a analizar las variables de operación que ayudarán a optimizar los procesos de mantenimiento con la finalidad de llegar a obtener confiabilidad en el mismo y que la disponibilidad de los vehículos de la flota sea la más alta posible.

# **1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Transportes La Moja es una empresa guatemalteca con más de 20 años de desarrollarse en el mercado nacional, ubicada en la 8 av. 5-88 zona 2 colonia Villas del Prado, San José Villanueva, tiene como actividad principal fletes de carga comercial de Guatemala a Centro América y México, con aliados comerciales como Tumsa, Tica Mex, Consolidados 807, Border Unites. Cuenta con 20 cabezales con furgón sin refrigeración con los cuales se efectúan un promedio de 45 viajes al mes, esto les representa un promedio de 90,000 kilómetros recorridos. En ocasiones ha tenido que recurrir a proveedores de servicio para poder cumplir con los requerimientos de sus clientes debido a la disponibilidad de los vehículos.

## **1.1. Misión de la empresa**

Ser socios estratégicos de nuestros clientes en transporte terrestre de mercancías a través del modelo de flota dedicada que genere resultados de ganar- ganar- ganar para el cliente, el colaborador y la empresa.

Buscamos la excelencia y la rentabilidad mediante los niveles óptimos de competitividad, servicio calidad, seguridad y protección del medio ambiente.

## **1.2. Visión de la empresa**

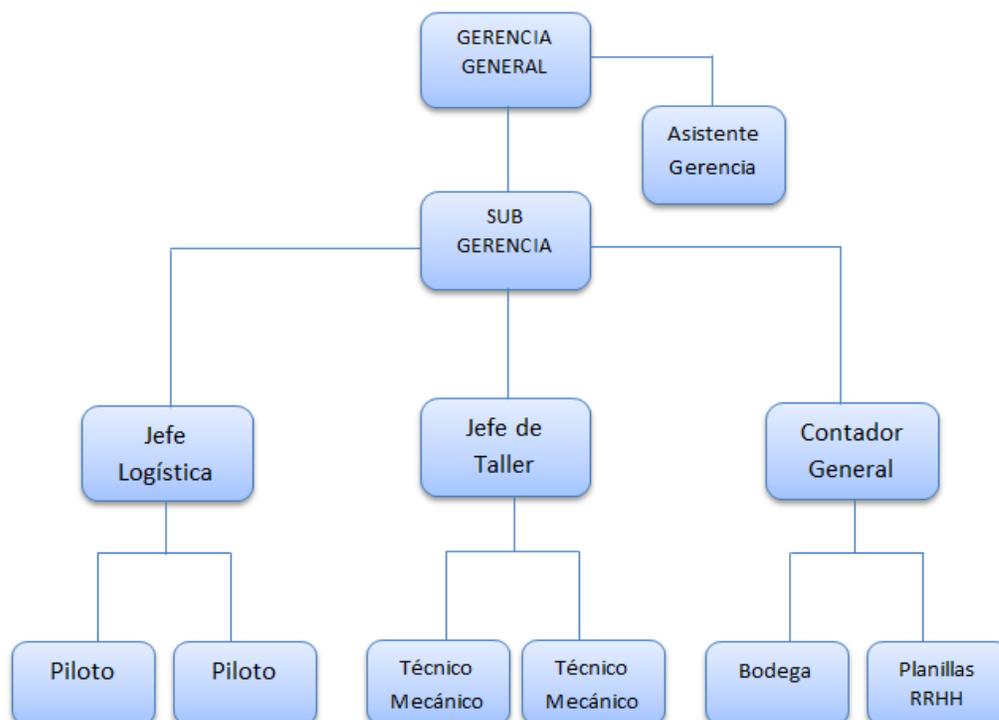
Como empresa líder en el ramo, brindando cada día un mejor servicio, de manera eficiente. Estableciendo alianzas estratégicas comprometidas con las necesidades del cliente y en la búsqueda de un servicio cada vez más integral que nos permita un reconocido prestigio nacional e internacional. Así como ir de la mano con el dinamismo del mundo actual y las nuevas tendencias del negocio.

Sus valores:

- Claridad de acción
- Seriedad y profesionalismo
- Capacidad de ejecución
- Innovación

### 1.3. Organigrama de la empresa

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

## **2. DEFINICIÓN DE TRANSPORTE Y MANTENIMIENTO**

El concepto de transporte se utiliza para describir el acto y consecuencia de trasladar algo de un lugar a otro. También permite nombrar a aquellos artilugios o vehículos que sirven para tal efecto, llevando individuos o mercaderías desde un determinado sitio hasta otro.

El transporte forma parte de la logística, el conjunto de medios y métodos que permiten organizar un servicio o una empresa. En el mundo del comercio, la logística está vinculada a la colocación de bienes en el lugar preciso, en el momento apropiado y bajo las condiciones adecuadas, por lo tanto el transporte de mercancías se encuentra dentro de ella. El objetivo de una empresa es garantizar la correcta distribución y comercialización de los productos a menor costo posible.

En términos generales, el sector de transporte abarca tanto el transporte de personas como el de bienes de todo tipo, los cuales son movilizados por distintas vías y medios.

Según el medio se puede dividir en: marítimo, aéreo o terrestre; actualmente el transporte es un elemento fundamental para las actividades de comercio, industria, agricultura, telecomunicaciones, etc. Las funciones básicas del transporte para satisfacer las necesidades de los sectores productivos están vinculadas a la reunión de medios y factores en el lugar donde se efectúan procesos de transformación y distribución de bienes.

El transporte terrestre de carga es de vital importancia porque, además de vincular productos y consumidores, resulta necesario para la coordinación entre otros medios de transporte, como el marítimo y aéreo. Así también, el transporte de carga terrestre es considerado un factor importante para el

comercio exterior y por ende, para el desarrollo de los países, lo anterior por la forma más apropiada de mover volúmenes de carga a cortas distancias.

Definición de mantenimiento: es aquella acción por medio de la cual se busca mejorar ciertos aspectos relevantes en un determinado establecimiento: seguridad, confort, productividad, higiene, imagen, etc.

## **2.1. Tipos de mantenimiento**

Dentro de los principales tipos de mantenimiento se tiene:

### **2.1.1. Mantenimiento preventivo**

También conocido como planificado, se realiza previo a que ocurra algún tipo de falla en el sistema. Como se hace de forma planificada, no como el correctivo, se aprovechan las horas ociosas para llevarlo a cabo. Este mantenimiento es predecible con respecto a los costos que implicará así, como el tiempo que demandará.

### **2.1.2. Mantenimiento correctivo**

También conocido como reactivo, es aquel que se aplica cuando se produce algún error en el sistema porque algo se averió o rompió. Cuando se realizan estos mantenimientos, el proceso productivo se detiene, por lo que disminuyen las cantidades de horas productivas. Estos mantenimientos no se aplican si no existe ninguna falla. Es impredecible en cuanto a sus gastos y al tiempo que tomará realizarlo.

### **2.1.3. Mantenimiento predictivo**

Con este mantenimiento se busca determinar la condición técnica, tanto eléctrica como mecánica, de la máquina mientras está en funcionamiento. Para que este mantenimiento pueda desarrollarse se recurre a sustentos tecnológicos que permitan establecer las condiciones del equipo. Gracias a este tipo de mantenimientos se disminuyen las pausas que generan en la producción los mantenimientos correctivos. Así se disminuyen los costos por mantenimiento y por haber detenido la producción.

### **2.1.4. Mantenimiento proactivo**

Esta clase de mantenimiento está asociados a los principios de colaboración, sensibilización, solidaridad, trabajo en equipo; de tal forma que quienes estén directa o indirectamente involucrados, deben estar al tanto de los problemas de mantenimiento. Así, tanto los técnicos, directivos, ejecutivos y profesionales actuarán según el cargo que ocupen en las tareas de mantenimiento. Cada uno, desde su rol, debe ser consciente de que debe responder a las prioridades del mantenimiento de forma eficiente y oportuna. En el mantenimiento proactivo siempre existe una planificación de las operaciones que son agregadas al plan estratégico de las organizaciones. Además, periódicamente se envían informes a la gerencia aclarando el progreso, los aciertos, logros y errores de las actividades.

El principal principio del mantenimiento es asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas. Con el objetivo de asegurar la competitividad de la empresa por medio de:

- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada.
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa.

- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- Maximizar el beneficio global.

El mantenimiento es aplicable a todo sistema o empresa que desee aumentar la confiabilidad o la vida útil de sus activos, uno de los aspectos más importantes del mantenimiento de los equipos, maquinarias e instalaciones, es aplicar un adecuado plan de mantenimiento que aumente la vida útil de éstos reduciendo la necesidad de los repuestos y minimizando el costo anual del material usado, como se sabe muchas de las maquinarias utilizadas en el país proceden del extranjero al igual que muchos materiales y algunas piezas de repuestos.

El mantenimiento es un proceso donde se aplica un conjunto de acciones y operaciones orientadas a la conservación de un bien material y que nace desde el momento mismo que se concibe el proyecto para luego prolongar su vida útil. Para llevar a cabo ese mantenimiento tiene que ser a través de programas que corresponde al establecimiento de frecuencias y la fijación de fechas para realizarse cualquier actividad.

Objetivo básico: El mantenimiento procura contribuir por todos los medios disponibles a reducir en lo posible, el costo final de la reparación del equipo. De este se desprende un objetivo técnico por el que se trata de conservar en condiciones de funcionamiento segura y eficiente todo el equipo, maquinaria y estructura de tratamiento. El personal de mantenimiento tiene dos puntos de vista para cumplir esos objetivos, el aspecto humano y técnico. El evitar los accidentes previene pérdidas humanas y de grandes responsabilidades. Por el lado técnico, la maquinaria, las instalaciones y los equipos bien mantenidos no provocan pérdidas económicas y facilitan la producción continua y eficiente de la planta.

## **2.2. Características de los vehículos de transporte de carga**

El transporte de carretera ofrece ventajas relevantes para el movimiento de mercancías: costo bajo y rapidez, con relación al transporte marítimo y aéreo; una desventaja es que no es recomendable para viajes muy largos y de mucha carga.

En la logística del transporte es importante hacer una clasificación de los vehículos, se hace con base en sus características: primero, son las medidas del vehículo (incluida la carga): la altura, la cual no debe sobrepasar los 4 metros y medio, el ancho es decir los extremos del vehículo debe tener como máximo 2.55 metros; la longitud, esta característica se refiere a la distancia entre la parte delantera y trasera del vehículo, esto depende del tipo de vehículo y puede ir desde los 12 a 20.55 metros.

Por último, se deben observar los ejes. Los ejes son componentes del mecanismo de un vehículo que mantienen la posición relativa de las ruedas entre sí, y de estas respecto al chasis del vehículo; es decir, el eje es cada uno de los pares de ruedas de un vehículo.

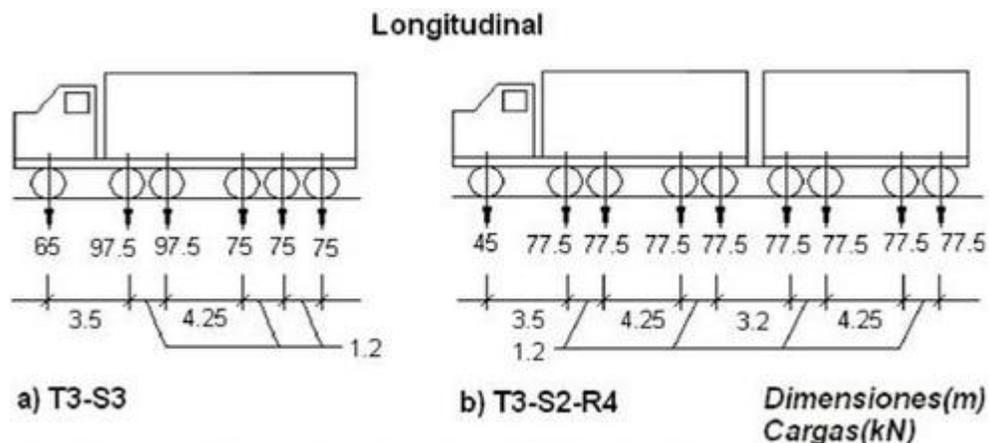
Existen tres tipos de eje: simple, tándem y triple. Ejes tándem son aquellos en los que la distancia entre ejes es de entre 0,9 y 1,8 metros. Los ejes triples son los que la distancia entre ejes es de entre 0,9 y 1,4 metros. Cuando se superan estas distancias, se consideran de forma independiente cada uno de los ejes, denominándose eje simple.

### 2.3. Vehículos de transporte de carga terrestre

Los vehículos que se impulsan por medios automotores se pueden clasificar en: camiones, cabezales, automóviles y similares.

El equipo comprende furgones, plataformas, palanganas y otros que son halados por los vehículos, entre los vehículos automotores de uso más frecuente para el transporte de carga se pueden mencionar: camiones furgones, cabezales con plataforma, cisternas, camiones con barandas y carrocería, etc.

Figura 2. Tipo de camión transporte de carga seca en la República de Guatemala y América Latina



Fuente: [http://www.alipso.com/monografias4/Diseño\\_de\\_Puentes\\_de\\_Losa/](http://www.alipso.com/monografias4/Diseño_de_Puentes_de_Losa/) Consulta: 02 de marzo de 2015.

### 2.4. Principales funciones de los sistemas de los vehículos de carga terrestre

Entre las funciones principales de los vehículos de carga se puede mencionar: la de transportar mercancía a un destino deseado en un tiempo definido. Otras funciones se detallan a continuación:

- Transportar mercancía a un destino deseado en un tiempo definido.
- Proporcionar seguridad e integridad a la mercancía transportada para que llegue sin daños a su destino.
- Garantizar gastos mínimos de operación y mantenimiento.

Debido a la amplia gama de vehículos diésel que existen actualmente en el mercado y sus múltiples configuraciones, se presenta una caracterización general de los componentes y tipos que pueden tener, para determinar la función principal.

#### **2.4.1. Motor**

Se puede definir este sistema como la parte principal del vehículo, debido a que es el encargado de transformar la energía calorífica entregada por el combustible en energía rotatoria.

La mayoría de vehículos de transporte de carga, utilizan motores diésel, las características principales son:

- El motor diésel entrega más torque y menor rendimiento de consumo, lo que lo hace más eficiente.
- La relación de compresión es más elevada.
- Inyección de combustión directa a la cámara de combustible.
- Son motores grandes y robustos.

**Figura 3. Motor Detroit Diésel Serie 60**



Fuente: [www.centralmotorsdiesel.com.mx](http://www.centralmotorsdiesel.com.mx); <http://centralmotorsdiesel.com.mx/motorS-60.html>. Consulta: 2 de marzo de 2015.

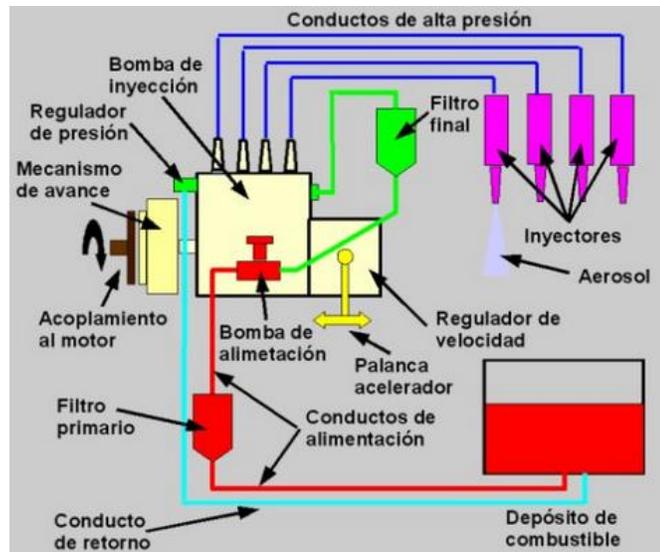
- Sistema de inyección: es el encargado de suministrar el combustible necesario para el funcionamiento del motor, esto lo efectúa por dos circuitos de alta (encargado de impulsar el combustible a una presión determinada para ser introducido en las cámaras de combustión) y baja presión (encargado de enviar el combustible desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección).

Tabla I. **Funciones por componentes del sistema de inyección**

Componentes	Función
Tanque de combustible	Almacenar el combustible del vehículo.
Bomba de cebado	Extraer el combustible del vehículo y mandarlo a la bomba de inyección.
Filtro	Retener las impurezas que pueda tener el combustible
Bomba de inyección	Entregar el caudal requerido de combustible a los inyectores.
Gobernador	Regular el caudal de combustible durante las marchas mínima y máxima. Transformar la señal enviada por el movimiento del pedal de aceleración para que la cantidad requerida de combustible llegue a la cámara de combustión.
Inyectores	Entregar el combustible a la cámara de combustión de forma sincronizada.
Cámara de combustión	Brindar el espacio adecuado para que se realice la combustión y se desplace el cilindro a través de un solo eje.

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Sistema de inyección diésel



Fuente: [www.sabelotodo.org/automovil/inyecciondiesel.html](http://www.sabelotodo.org/automovil/inyecciondiesel.html). Consulta 02 de marzo de 2015.

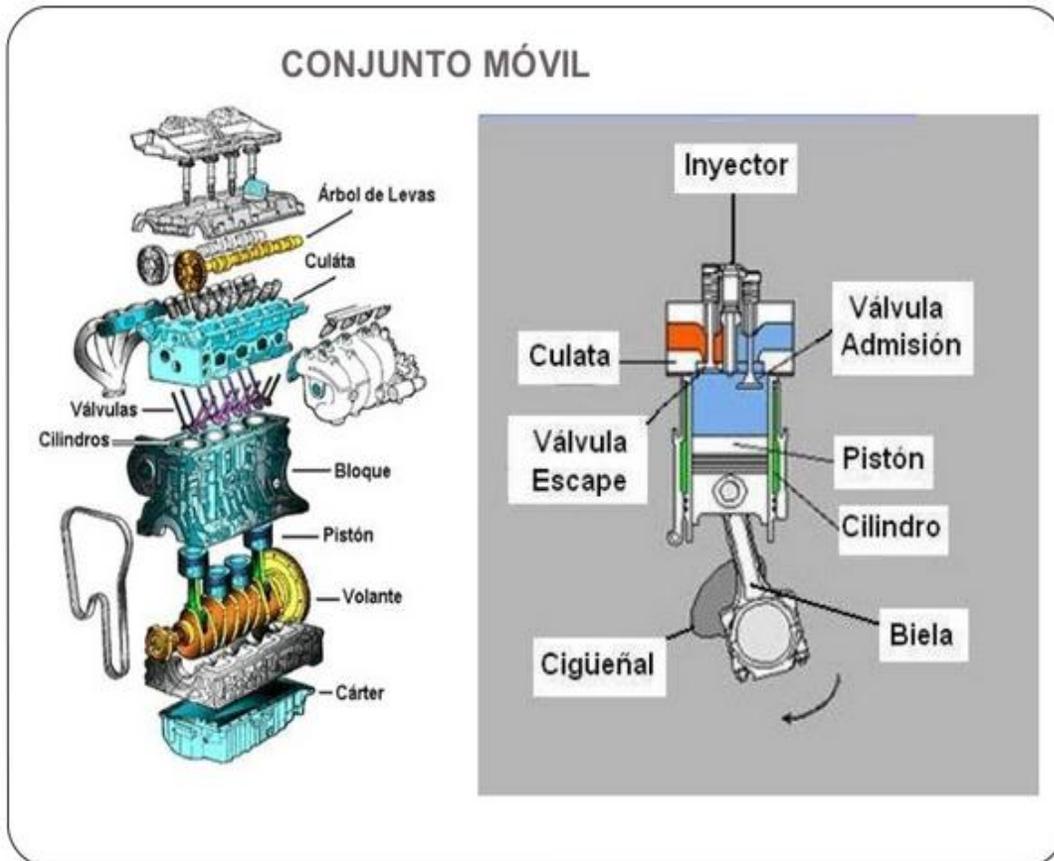
- Turbo compresor: aprovecha la presión generada por los gases de escape, para comprimir aire permitiendo así el ingreso de una mayor masa de este ocupando menos volumen, y maximizando la eficiencia de la combustión.
- Inter cooler: enfría el aire que entrega el turbocompresor, para contrarrestar la expansión generada por el aumento de temperatura en el compresor.
- Tren alternativo: convertir el movimiento axial que proviene de los pistones en un movimiento rotacional realizado por el cigüeñal.

Tabla II. **Funciones por componentes del sistema de tren alternativo**

Componente	Función
Pistón, biela, cigüeñal	<p>Este conjunto actúa como un mecanismo biela manivela corredera, que convierte el movimiento lineal provocado en la cara superior del pistón por la combustión, en un movimiento rotatorio, dado por el cigüeñal.</p> <p>A través de un juego de bandas y específicamente, entrega energía a otros componentes del vehículo: la bomba de agua y de aceite, el ventilador de refrigeración, el compresor de aire, el alternador y árbol de levas.</p>
Bulón del pistón	Funciona como junta entre pistón y la biela.
Volante	Estabiliza la curva de energía entregada por el proceso de combustión.
Cojinetes de cigüeñal	Funcionan como apoyos lisos del cigüeñal para que este pueda girar libremente y con la menor oposición de la fuerza de rozamiento.
Anillos de pistón	Aseguran un cierre hermético en la cámara de combustión.

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Tren alternativo o partes en movimiento del motor



Fuente: REVECO, Luis. *Mecánica básica para operadores de equipo pesado.*

[http://es.slideshare.net/Luis\\_Reveco/mantenimiento-motor-diesel](http://es.slideshare.net/Luis_Reveco/mantenimiento-motor-diesel) Consulta: 8 de marzo de 2015.

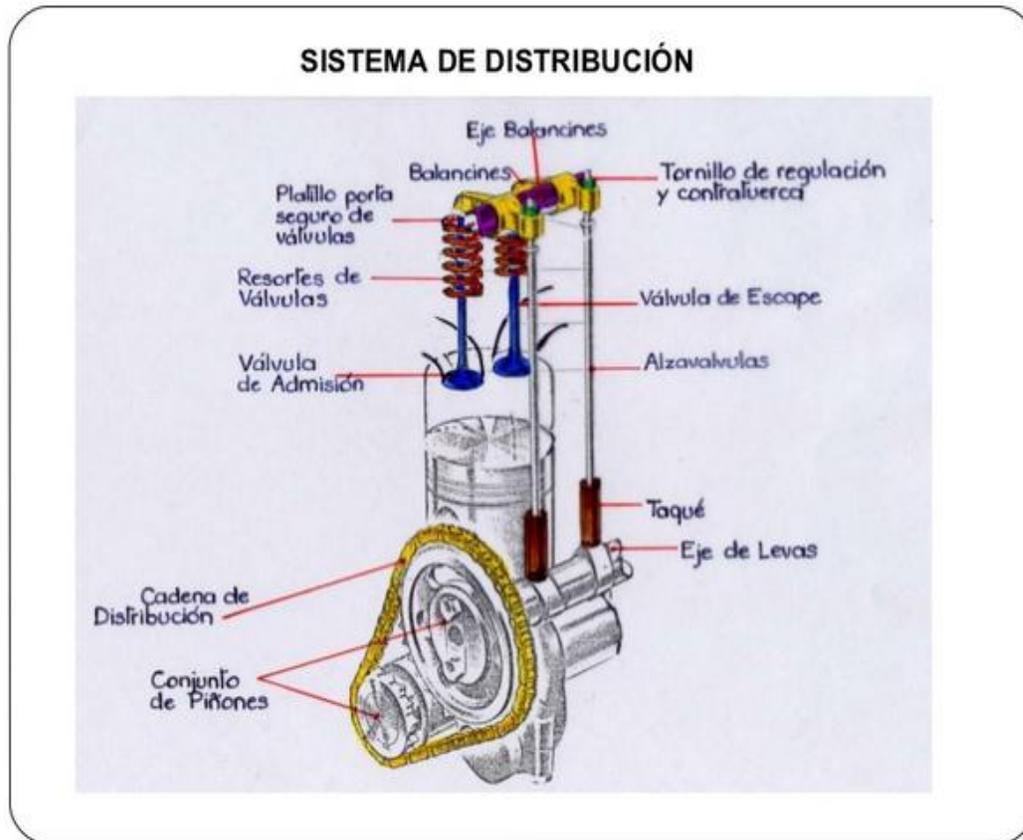
- Sistema de Distribución: regula la forma sincronizada, el paso de la mezcla aire combustible y la salida de gases residuales de la cámara de combustión.

Tabla III. **Funciones por componente del sistema de distribución**

Componente	Función
Válvulas	Permite la entrada de aire y salida de gases de escape.
Asiento de válvulas	Aseguran el cierre hermético para las válvulas y aislamiento térmico.
Balancines, varillas de balancines, resortes de las válvulas	Se encargan de la apertura y cierre de los orificios de las válvulas.
Árbol de levas	Accionan el mecanismo de apertura y cierre de las válvulas, siendo comandados por el cigüeñal.

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Sistema de distribución



Fuente: REVECO, Luis. *Mecánica básica para operadores de equipo pesado*.

[http://es.slideshare.net/Luis\\_Reveco/mantenimiento-motor-diesel](http://es.slideshare.net/Luis_Reveco/mantenimiento-motor-diesel) Consulta: 8 de marzo de 2015.

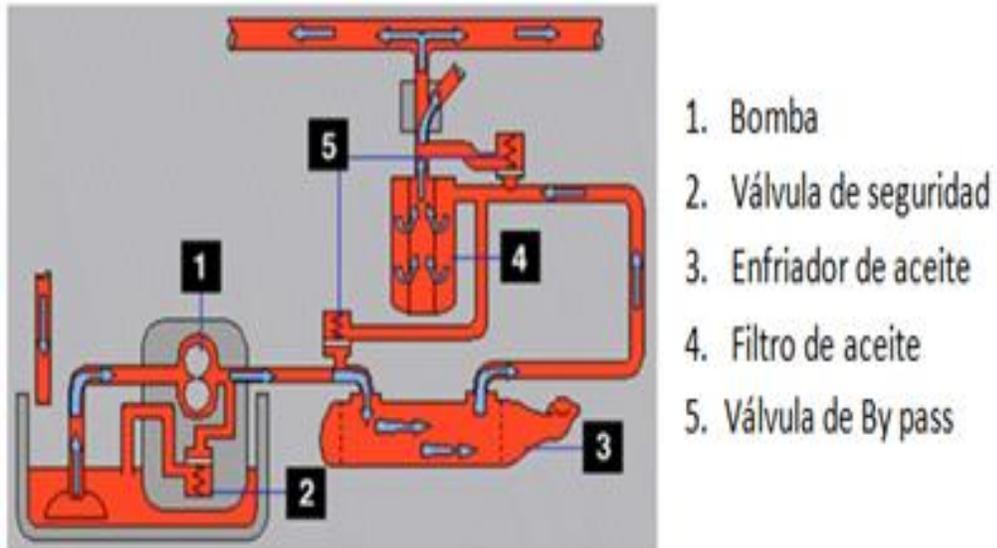
Sistema de lubricación: Dentro de un motor, hay muchas piezas que giran y rozan. Estas hacen un contacto directo de metal con metal, y el agarrotamiento de la fricción. Los sistemas de lubricación surten de aceite a esas partes con fricción y producen una capa delgada que evita el contacto directo entre las partes metálicas. El sistema de lubricación tiene la función de enviar aceite bajo presión, de enfriar, de filtrar, circular y ajustar la presión de aceite.

Tabla IV. **Funciones por componente del sistema de lubricación**

Componente	Función
Cárter	Almacena el aceite de lubricación del motor
Bomba de aceite	Impulsa el aceite proveniente del cárter, a través de los canales de lubricación
Filtros	Retener las impurezas que pueda recoger el aceite por su paso a través del motor.

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Sistema de lubricación**



Fuente: REVECO, Luis. *Mecánica básica para operadores de equipo pesado.*

[http://es.slideshare.net/Luis\\_Reveco/mantenimiento-motor-diesel](http://es.slideshare.net/Luis_Reveco/mantenimiento-motor-diesel) Consulta: 08 de marzo de 2015.

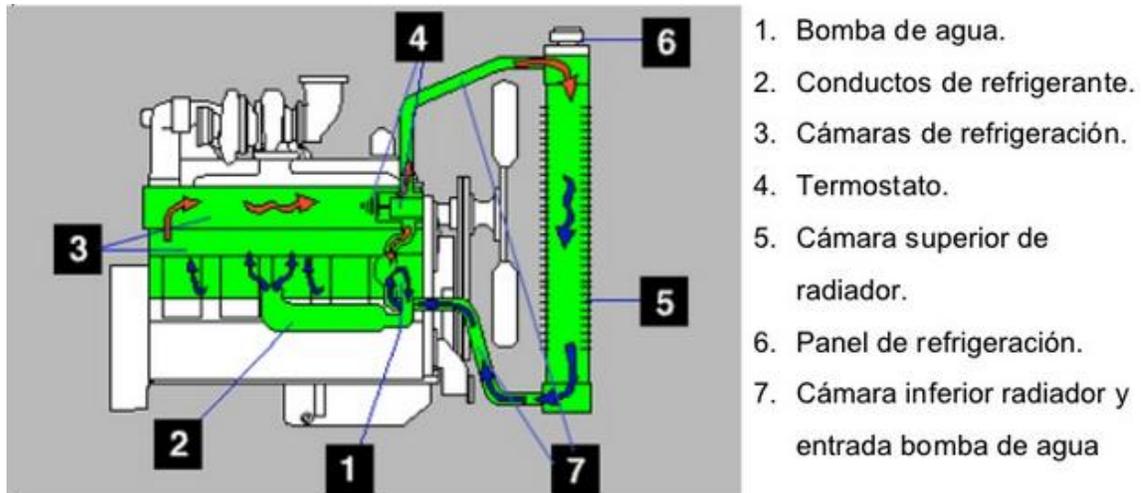
Sistema de refrigeración: mantener los componentes del motor en un rango de temperatura óptimo para el cumplimiento de sus respectivas funciones para evitar desgastes y deformación.

Tabla V. **Funciones por componente del sistema de refrigeración**

Componente	Función
Cámaras	Actúan como conductos para el paso de agua de refrigeración.
Intercambiador de calor (radiador)	Enfría el líquido de refrigeración por medio del intercambio de calor con el aire que circula a través de este.
Bomba de agua	Impulsa el líquido de refrigeración a través de las cámaras.
Ventilador	Se acciona a determinada temperatura del líquido de refrigeración para ayudar en el proceso del sistema de refrigeración.
Termostato	Activa el funcionamiento del ventilador.
Líquido de refrigeración	Compuesto de agua con otros aditivos, que por transferencia de calor por convección, disminuye la temperatura de los componentes del motor.

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Sistema de refrigeración



Fuente: REVECO, Luis. *Mecánica básica para operadores de equipo pesado*.

[http://es.slideshare.net/Luis\\_Reveco/mantenimiento-motor-diesel](http://es.slideshare.net/Luis_Reveco/mantenimiento-motor-diesel) Consulta: 8 de marzo de 2015.

- Elementos fijos del motor: estos tiene como función principal:
- Dar apoyo a los elementos mecánicos del sistema de motor.
- Asegurar un cierre hermético entre estos componentes para evitar derrames de agua y aceite.

#### 2.4.2. Sistema de transmisión

Transmitir el torque entregado por el motor hasta los mandos finales o ruedas del vehículo, lo que permite su desplazamiento.

Una transmisión mecánica es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, ya que para ejercer su función emplea el movimiento de cuerpos sólidos, como son los engranajes y las correas de transmisión.

Tabla VI. **Funciones por componente del sistema de transmisión**

Componente	Función
Caja de cambios	Convertir las revoluciones entregadas por el motor, en valores que serán los requeridos por el operador.
Bajo o clutch	Multiplicar el número de cambios disponibles en el vehículo.
Cardan	Transmitir el torque entregado por la caja de velocidades al diferencial.
Diferencial	Entregar el torque que proviene del cardan a los ejes de las llantas. Proporcionar un sistema flexible de velocidad a cada rueda en el caso que el vehículo entre en una curva.

Fuente: elaboración propia.

### 2.4.3. Sistema eléctrico

“Su función básica es suministrar la energía necesaria para arrancar el motor, utilizar luces, accesorios eléctricos, instrumentos, indicadores, etc. Los componentes electrónicos que forman parte del sistema eléctrico sirven en su mayoría para efectuar un control más fino de los distintos componentes de la inyección del motor, control de servo transmisión, control de funciones hidráulicas, etc. Y todo de forma que permite el ajuste o modificación de los

parámetros de funcionamiento, de manera que la máquina se adapte en cada momento a las condiciones en que trabaja, de una forma automática.”<sup>1</sup>

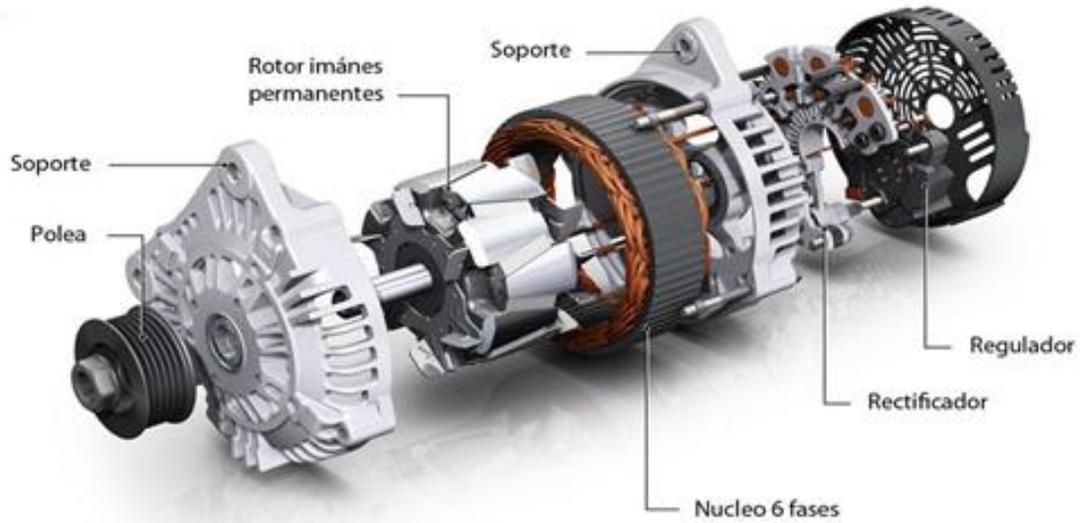
Tabla VII. **Funciones por componente del sistema eléctrico**

Componente	Función
Batería	Generar energía eléctrica para poder iniciar la marcha del vehículo
Motor de arranque	Entregar un torque inicial al motor, que ayudará a iniciar la combustión.
Alternador	Convertir el torque entregado por el motor en corriente eléctrica que será almacenada en la batería.
Instalación eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensores: recoger datos sobre la operación de los componentes del motor.</li> <li>• Cableado: transmitir la corriente eléctrica.</li> <li>• Tablero de fisibles: actúan como seguros contra sobrecargas</li> </ul>
Manómetros o indicadores	Presentar información del estado de los componentes del equipo que requieren monitoreo durante la operación.

Fuente: elaboración propia.

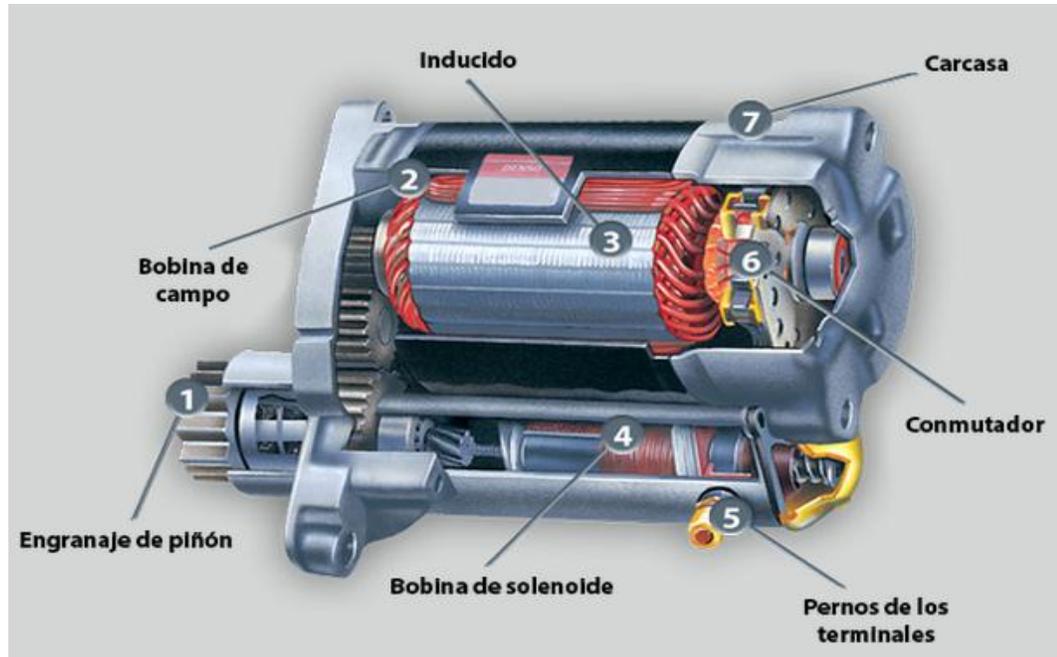
<sup>1</sup>Sistema eléctrico <https://www.clubensayos.com/Tecnolog%C3%ADa/Sistema-Elctrico-Motores-Diesel/70242.html>. Consulta: 15 de marzo 2015.

Figura 9. **Despiece de un alternador**



Fuente: <http://www.densoautoparts.com><http://densoautoparts.com/es/alternadores>. Consulta: 12 de abril de 2015.

Figura 10. **Despiece de un motor de arranque**



Fuente: <http://www.densoautoparts.com><http://densoautoparts.com/es/arrancadore>. Consulta: 12 de abril de 2015.

#### 2.4.4. Sistema de frenos

(Monografías, Monografías Frenos automotrices).

- Generar una desaceleración del vehículo a voluntad del operador o conductor.
- Controlar el proceso de frenado, reduciendo distancia.
- Proporcionar seguridad al operador o conductor y demás vehículos presentes en la vía.

Tabla VIII. **Funciones por componente del sistema de frenos**

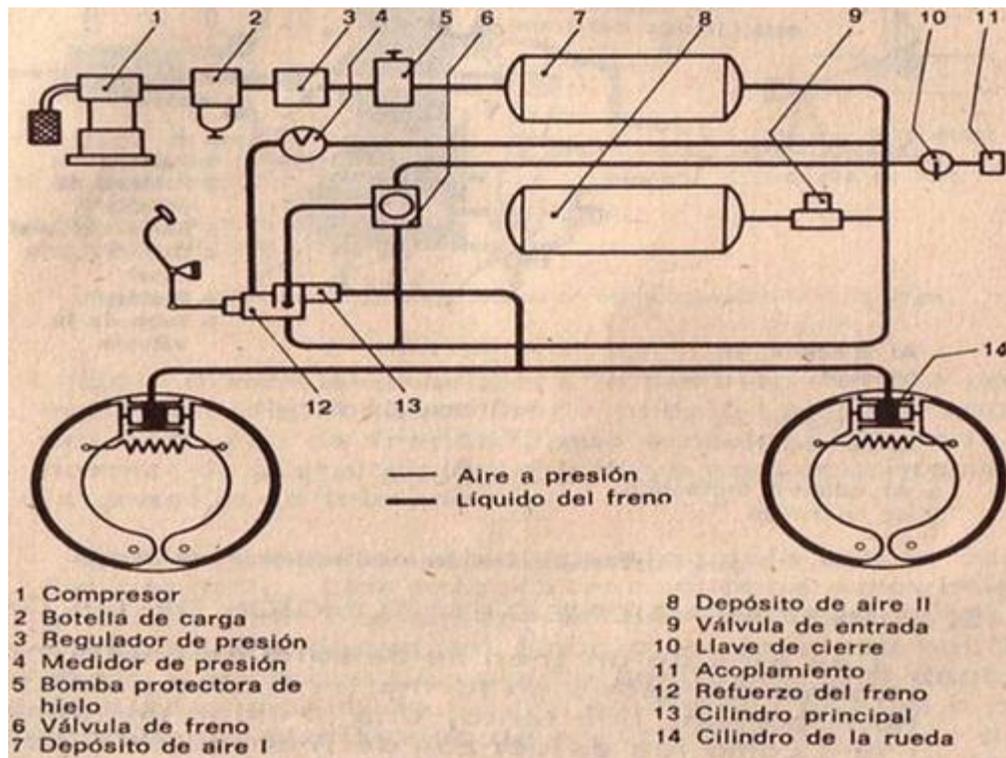
Componente	Función
Campanas o tambor	Permiten en su interior generar la fuerza para la desaceleración del vehículo.
Zapatas	Portan el material de fricción.
Material de fricción	Generan una fuerza de fricción en el interior de las campanas o tambores, que llevan a detener las ruedas.
Compresor de aire	Acumular aire en un depósito entre 8 y 12 kg/cm <sup>2</sup> .
Secador de aire / sistema anticongelante	Disminuir la humedad del aire.
Válvula <i>relay</i> (relé)	Asegurar un suministro eficiente de aire a las cámaras de freno.
Tanque de almacenamiento	Almacenar aire a la presión entregada por el compresor.
Válvula de frenado	Enviar la orden de frenado al sistema.
Válvula de descarga rápida de aire y de distribución	Descargar aire del circuito después de la acción de frenado. Suministrar aire a la cámara de freno de parqueo.
Freno de parqueo	Bloquear por lo general, las ruedas traseras del vehículo para asegurar su inmovilidad cuando se encuentra fuera de servicio.
Freno de remolque	Accionar desde la cabina de vehículo, los cilindros de aire de las llantas del remolque
A.B.S.	Sensores que miden la velocidad del vehículo y en función de esta variable, liberan y frenan las ruedas, para aminorar las distancias de frenado.
Freno de motor	Abrir válvulas del motor de forma no sincronizada,

Continuación de la tabla VIII

	para disminuir la potencia y así frenar el vehículo.
--	--

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Sistema de frenos**



Fuente: [www.monografias.comhttp://www.monografias.com/trabajos72/sistema-frenos-neumatico/sistema-frenos-neumatico2.shtml](http://www.monografias.com/trabajos72/sistema-frenos-neumatico/sistema-frenos-neumatico2.shtml). Consulta: 11 de abril de 2015.

#### 2.4.5. Sistema de suspensión

Reducir el efecto de las vibraciones causadas por el terreno en la carrocería del vehículo.

Es un conjunto de elementos encargados de absorber las reacciones producidas por el suelo sobre las llantas, para aminorar su efecto sobre los elementos rígidos del vehículo: el chasis y los bastidores donde van montados los otros sistemas.

Tabla IX. **Funciones por componente del sistema de suspensión**

Componente	Función
Resortajes	Brindar elasticidad a los ejes de las llantas para evitar que se rompan al contacto con las irregularidades del terreno.
Amortiguador	Absorber las vibraciones mecánicas generadas por el terreno.
Barra estabilizadora	Evitar que el vehículo se vuelque o pierda el control en las curvas, por causa de la torsión generada en la carrocería.
Circuito de aire	Accionar las zapatas.
Bolsas de aire	Actúan como elementos elástico y amortiguador a la vez. Regulan la altura de los ejes del vehículo.

Fuente: elaboración propia.

#### **2.4.6. Sistema de dirección**

Es el sistema encargado de dar la orientación deseada por el operador al vehículo; sus características principales son:

- Seguridad activa y pasiva
- Precisión
- Facilidad de manipulación
- Comodidad
- Estabilidad

Tabla X. **Funciones por componente del sistema de dirección**

Componente	Función
Volante o timón	Medio que utiliza el operador para transmitir la dirección que le quiere dar al vehículo.
Columna o caña de timón	Lleva el movimiento del volante a la caja de dirección.
Caja de dirección	Transforma el movimiento giratorio del volante en movimiento basculante de la biela de mando de dirección. Impedir efectos perturbadores provenientes de las ruedas al volante. Reducir la aplicación de la fuerza necesaria para lograr mover las llantas.
Cilindro hidráulico	Genera una fuerza auxiliar que actúa sobre la biela mando de dirección.
Bomba	Genera la presión y caudal necesario para el aceite del sistema hidráulico.
Depósito hidráulico	Almacenar el aceite del circuito.
Válvula de regulación	Regula el paso del aceite al cilindro hidráulico.
Biela de mando	Transmite el movimiento generado dentro de la caja de dirección a las terminales de dirección.
Terminales de dirección	Transmiten el movimiento de la biela a las llantas.

Fuente: elaboración propia.

### 2.4.7. Llantas

Son un contenedor de aire que funcionan como enlace entre la superficie del terreno y el vehículo; sirven de apoyo para guiar el vehículo con precisión, independientemente del estado del suelo y el clima; además, amortiguan y dan flexibilidad.

Tipos de llantas:

- Radiales: la carcasa de la llanta está compuesta por una única carcasa radial de cables de acero. Este método de construcción reduce las deformaciones de la superficie de contacto con el suelo y las fricciones debidas al roce y, por consiguiente, el calentamiento de la llanta.
- Convencionales: opuesta a esta tecnología, la llanta convencional tiene la carcasa compuesta por varias lonas cruzadas entre sí formando una construcción en mono bloque. Las consecuencias son mayor fricción con el suelo, que provoca más calentamiento y reduce la vida útil de la carcasa, y la necesidad de trabajo intenso de los materiales de todas las partes de la llanta.

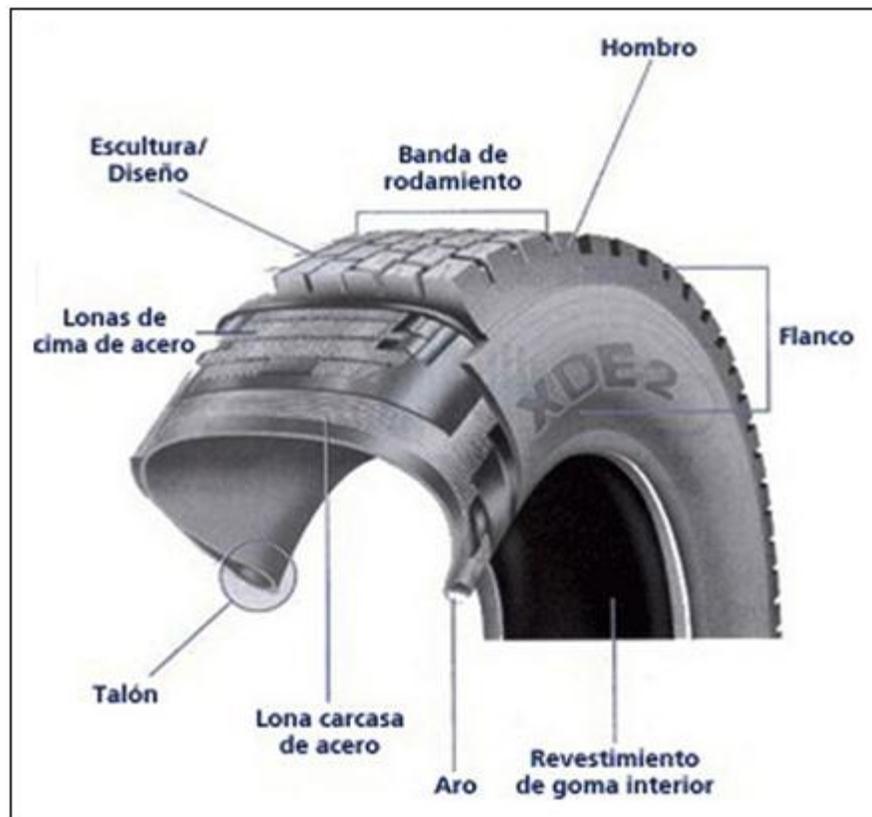
Ventajas de la llanta radial con relación a la convencional:

- Carcasa con larga vida útil debido al menor calentamiento.
- Economía de combustible.
- Mayor durabilidad (el doble de las llantas convencionales).
- Mejor adherencia en suelos mojados.
- Mejores respuesta a las exigencias del torque el motor.
- Aumento de las velocidades permitidas.

- Mayor capacidad de carga (su estructura permite llevar más carga).
- Comodidad de los operadores.
- Protección mecánica.
- Reducción en el costo por kilómetro transportado.
- Reducción en el costo de la tonelada transportada.

Los beneficios citados anteriormente ofrecen mayor rendimiento, seguridad y rentabilidad a su vehículo.

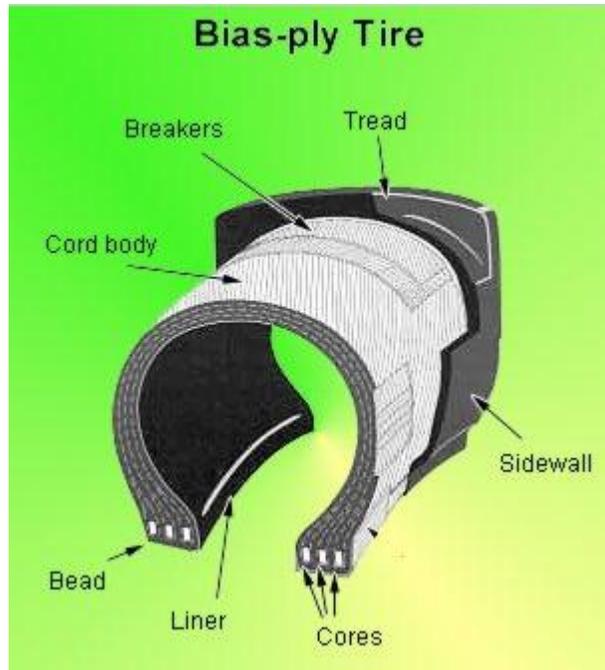
Figura 12. **Composición de llanta radial**



Fuente: [www.superfrenos.com.mx](http://www.superfrenos.com.mx) <http://www.superfrenos.com.mx/llantas-radiales-1/>.

Consulta: 11 de abril de 2015.

Figura 13. **Composición de llanta convencional**



Fuente: [www.vivetumoto.com](http://www.vivetumoto.com) <http://www.vivetumoto.com/foros/llantas-neumaticos-motos-462/que-llanta-radial-no-radial-8563.html>. Consulta: 11 de abril de 2015.

### **3. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES DE OPERACIÓN Y CONTROL EN LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE CARGA**

Para la optimización de un sistema de mantenimiento es necesario determinar o ubicar las variables de operación las cuales permitirán cuantificar el rendimiento y la durabilidad de los componentes del vehículo, al igual que el costo o dinero que se utiliza para su mantenimiento; con esta acción se puede suplir sus consumos y asegurar su óptimo funcionamiento.

La primera variable a precisar en los vehículos de transporte de carga terrestre, es el kilometraje recorrido. Para el análisis que se realizará, y debido a que la carga transportada es un factor fundamental en la variable de consumo, se asume que cada vehículo trabajará a su capacidad máxima de carga, pues de no ser así se tendría que realizar comparativos sobre el kilometraje recorrido, el rendimiento de consumo recorrido y la carga transportada.

En un transporte, la eficiencia de un vehículo de carga es importante; por lo tanto es necesario medir el consumo de combustible, el consumo de llantas o desgaste, la disponibilidad del vehículo y los costos totales por kilómetro. Para tenerlos en orden y para su fácil comprensión se debe calcular en periodos de tiempo valores como:

- Galones / kilómetros o rendimiento en kilómetros / galón de combustible
- Costo de llantas / kilómetro
- Costo de mano de obra / kilómetro
- Costo de repuestos / kilómetro

Con estos valores se puede afirmar que las variables de operación a controlar son: combustible, consumo de llantas, disponibilidad de los vehículos y mano de obra aplicada a los mantenimientos.

### **3.1. Combustible**

Para poder cuantificar la cantidad de kilómetros que un vehículo de transporte de carga, recorre por galón de combustible y que este valor sea lo más eficiente posible es necesario tomar en consideración algunos aspectos como:

- Tipo de motor, convencional o electrónico
- Sistema de inyección de combustible y calidad de combustible
- Hábitos de manejo del operador, Cambios progresivos
- Velocidad de desplazamiento
- Estado de los filtros del motor

De los anteriores, la operación y conducción de los vehículos es el elemento determinante en el consumo de combustible; por esa razón la mayoría de las estrategias destinadas a economizarlo, están enfocadas a este aspecto.

### **3.2. Llantas**

El desgaste de las llantas se determina midiendo la profundidad del grabado de hule superficial que trae de fábrica; cuando se asocia este desgaste al kilometraje del vehículo, se analiza el rendimiento por distancia recorrida de la llanta. Para poder obtener un mejor rendimiento en las llantas es necesario tomar en cuenta algunos aspectos:

- Presión correcta de inflado
- Rotación de las llantas en el vehículo
- Sobrecarga que puede sufrir la llanta
- Velocidad de desplazamiento del vehículo
- Terreno donde transita el vehículo
- Apareamiento en los duales
- Alineación y balanceo

El consumo de llantas y rendimiento de kilómetros no depende solo de los aspectos antes mencionados sino que también del tipo y aplicación de la llanta, estado y funcionamiento de otros sistemas:

- Frenos
- Suspensión
- Dirección
- Manejo del vehículo (acciones del operador)

### **3.3. Disponibilidad de vehículos**

Esta variable de operación, indica el tiempo que en realidad se tuvo operando el vehículo contra el que se esperaba. Una de las finalidades de todo plan de mantenimiento es la de llevar este indicador a un valor lo más cercano posible a 100 %; sin embargo, para propósitos prácticos su valor se toma como aceptable si supera los 80 %, tomando como base actividades programadas de mantenimiento.

### **3.4. Mano de obra**

Esta variable de operación es el recurso utilizado en tiempo por los técnicos que ejecutan el mantenimiento, una finalidad de todo plan de mantenimiento es llegar a predeterminar tiempos por las acciones de mantenimiento; las mismas son generalmente ligadas a diversos aspectos: modelo de los vehículos, instalaciones de taller, herramientas, capacidad y experiencia de los técnicos. Este valor o índice se puede medir en costo por mano de obra por kilómetro u hora.

### **3.5. Otras variables de mantenimiento**

El consumo de algunas líneas de repuesto se pueden analizar por separado como lo son; aceites, filtros, fajas, cojinetes, fricciones. Cada uno tendrá sus aspectos particulares a considerar, pero todas se analizarán por la misma vía de costo por kilómetro recorrido, es decir cuántos kilómetros duraron antes de cambiarlos.

Finalmente con la suma de los costos por kilómetro de combustible, llantas, mano de obra y repuestos e insumos se tiene los costos totales de mantenimiento.

Tabla XI. **Resumen de rendimientos de combustible de vehículos, Transportes La Moja en el año 2014**

Resumen Año 2014	Kilometraje	Combustible Gal	Rendimiento Kms/Gal
Enero	98339	11552.79	8.51
Febrero	100920	11616.10	8.69
Marzo	105935	12011.14	8.82
Abril	108307	12428.57	8.71
Mayo	117388	12978.24	9.04
Junio	121801	13806.54	8.82
Julio	110474	11946.70	9.25
Agosto	98655	11567.47	8.53
Septiembre	99943	10371.65	9.64
Octubre	99294	11156.66	8.90
Noviembre	86615	9325.40	9.29
Diciembre	94086	10566.04	8.90
<b>Total</b>	<b>1241758</b>	<b>139327.31</b>	<b>8.91</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Resumen de disponibilidad de vehículos del año 2014, Transportes La Moja**

Resumen Año 2014	% Disponibilidad	En Mantenimiento
Enero	79.77%	20.23%
Febrero	79.20%	20.80%
Marzo	81.04%	18.96%
Abril	81.44%	18.56%
Mayo	77.03%	22.97%
Junio	79.84%	20.16%
Julio	78.61%	21.39%
Agosto	80.60%	19.40%
Septiembre	77.73%	22.27%
Octubre	79.44%	20.56%
Noviembre	81.55%	18.45%
Diciembre	81.42%	18.58%
<b>Total</b>	<b>79.81%</b>	<b>20.19%</b>

Fuente: elaboración propia.

En los apéndice 6 y 7 se detalla la disponibilidad y rendimiento de combustible logrado en los primeros 6 meses del año 2015, a consecuencia de la utilización de los conceptos de optimización del sistema de mantenimiento así como a la identificación de variables de control, manejo de combustible, técnicas de conducción o manejo de vehículos; también, la utilización de los formatos y técnicas de manejo de información administrativa.

Se puede observar que en la disponibilidad de vehículos se tiene una mejora de 6.85 % y en el variable de combustible el rendimiento subió de 8.91 kilómetros por galón a 10.17 kilómetros por galón que equivale a un ahorro del 12.33 %.

## **4. DOCUMENTACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y FORMATOS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE FLOTAS DE TRANSPORTE DE CARGA**

“Todo plan de mantenimiento debe contar con la documentación y los formatos necesarios, que permitan la identificación de los equipos, definir los procesos de trabajo, recopilar información y presentar resultados en cuando a fallas y costos principalmente.”<sup>2</sup>

Esta documentación es con base en de la sistematización del mantenimiento, puesto que especifica entrada y salida de variables, así como las frecuencias a las que se necesitan.

Toda esta información debe de llevar una explicación, el proceso administrativo asociado y los reportes de gestión para poder evaluar las políticas de mantenimiento que podrán ser generadas a partir del análisis de su información.

### **4.1. Elaboración de fichas técnicas de vehículos**

Es un documento en el cual se almacenan o detallan los datos claves de los vehículos, en el caso de los vehículos de carga, se utilizan en primera instancia las fichas técnicas entregadas por los fabricantes. Actualmente existe mucha información en *software* de Internet donde se pueden encontrar ejemplos o crear una ficha propia, adecuándola a la especificación de cada

---

<sup>2</sup> Planes de mantenimiento

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/819/1/6200046S586ds.pdf>. Consulta: 11 de abril de 2015

proceso de mantenimiento o empresa individual. Pero debe de contar con algunos aspectos esenciales:

#### **4.1.1. Información general**

Contiene o consigna las características que a simple vista permiten identificar al vehículo y poderlo diferenciar de los demás equipos de la flota.

Estas pueden ser:

- Código
- Marca
- Modelo
- Año de fabricación
- Dimensiones
- Color
- Número de chasis
- Número de placa

En flotas con varios tipos de vehículos, se hace necesario precisar cuál es la variable de control. Si se adquieren vehículos usados, también se debe de añadir a la ficha técnica el kilometraje y la fecha de adquisición.

En cuanto a sistemas principales se debe de dar énfasis a las características del motor y la transmisión ya que estos son comunes en los vehículos de transporte de carga. Los otros sistemas como suspensión, frenos o sistemas hidráulicos se deben de especificar según tipo y marca ya que estos pueden variar según las aplicaciones y modelos. También es posible añadir componentes genéricos como filtros, fajas, aceites, llantas, si se requiere estudios de rendimientos y con ello ajustar mejor el funcionamiento del equipo. Para tal efecto es necesario el apoyo de un *software* que facilite el reemplazo o documentarlos en las órdenes de trabajo.

### **4.1.2. Información técnica**

Son los datos que especifican el modelo del vehículo; en el caso de los de una flota de transporte de carga pueden ser:

- Capacidad de carga
- Peso bruto vehicular

La información técnica también debe de recopilar las especificaciones de los sistemas principales del vehículo con sus valores de funcionamiento y en especial aquellos que pueden variar de marca y modelo o según lo requiera el administrador de la flota.

### **4.1.3. Información legal**

Cuando se tiene un vehículo en funcionamiento se deben de cumplir con requerimientos legales para poderlos usar en las carreteras por lo general pueden ser:

- Seguro obligatorio, contra accidentes, robo, terceros, etc.
- Fianza
- Tarjeta de circulación vigente
- Certificado de emisión de gases
- Licencia vigente del operador

## 4.2. Diseño de orden de trabajo

La orden de trabajo es el proceso o solicitud por medio del cual se describe una actividad que se debe realizar en el vehículo. Esta orden debe ser autorizada por el jefe de planta o de mantenimiento y revisada después que se haya realizado el trabajo. Deben ser archivadas y procesadas en un *software* de mantenimiento para que, en conjunto con la variable de control, procese y genere alertas sobre trabajos que se deben realizar.

El contenido de la orden de trabajo puede variar según los requerimientos de información de la empresa, pero debe llevar unos parámetros generales:

- Identificación de la orden de trabajo y fecha.
- Una referencia por medio de una codificación o parámetro relevante del vehículo.
- Identificación de quien solicita la orden de trabajo.
- Amplia descripción de la orden de trabajo por medio del operador o codificación si se tiene un árbol de fallas.
- Descripción de repuestos o insumos a utilizar.
- Fecha de ejecución y fecha de terminación.
- Espacio que permita aclarar si existen otras órdenes pendientes o si aparecen novedades durante la ejecución.

En empresas donde se lleva un control sistematizado del mantenimiento y se revisan indicadores de gestión es necesario incluir en la orden aspectos como:

- Tipo de orden
- Tipo de trabajo

El primero precisa el motivo de la apertura de orden, estos pueden ser:

- Eventos programados (mantenimiento preventivo)
- Emergencias o fallas (mantenimiento correctivo)
- Inspección

El segundo sirve para especificar, desde el punto de vista funcional del vehículo las razones por las cuales se abre la orden, por ejemplo:

- Trabajo mecánico
- Trabajo eléctrico
- Accidente

#### **4.2.1. Procedimiento de orden de trabajo**

Los eventos que conllevan a la apertura de una orden de trabajo pueden ser: rutinas preventivas, entradas de emergencias de vehículos, los responsables pueden ser:

- Operador o conductor
- Encargado de mantenimiento de turno

Si la orden se abre por mantenimiento preventivo, los trabajos se efectuarán basándose en la programación establecida según las frecuencias requeridas de los sistemas, subsistemas y componentes de los vehículos. Lo primero que debe de ingresar a la orden es:

- Número de la orden de trabajo
- Fecha de elaboración
- Número o código del vehículo
- Nombre o código del solicitante
- Kilometraje del vehículo
- Tipo de orden
- Causa de la orden

- Descripción de la reparación
- Fecha de solicitud y hora

Cuando se ha concretado el trabajo en el vehículo, el operador de mantenimiento debe de consignar la siguiente información en la orden de trabajo:

- Fecha de cierre y hora.
- Código de la reparación (si no se tiene, hacer una descripción clara del trabajo).
- Nombre o código del técnico que efectuó el trabajo.
- Reportes u observaciones pendientes.
- Firma de la persona que efectuó el trabajo.

El jefe de mantenimiento o ingeniero a cargo debe supervisar y revisar la ejecución de la orden de trabajo, la instalación de los repuestos pedidos y el tiempo de consecución, para cerrar la orden de trabajo, luego archivarla o darle trámite a que se procese en el *software* de mantenimiento de la empresa.

En caso de tener observaciones o más fallas en la ejecución de la orden de trabajo se debe de anotar la información en la casilla de reportes pendientes u observaciones para su posterior ejecución.

#### **4.2.2. Reportes obtenidos a partir de la orden de trabajo**

- Trabajos pendientes por ejecutar o en proceso.
- Informes de mano de obra solicitadas por fechas o técnicos.
- Número de horas por técnico, de trabajo realizadas o ejecutadas por fechas.
- Mano de obra ejecutada por tipo de orden de trabajo.
- Mano de obra ejecutada por tipo de trabajo.

- Costos de mantenimiento en mano de obra y repuestos en vehículos determinados y rango de fechas.
- Costos por reparaciones de accidentes según mano de obra y repuestos.
- Costos por reparaciones correctivas, según mano de obra y repuestos.
- Costos por mantenimiento por kilómetro.

### **4.3. Estructura de diseño de mantenimiento**

Para realizar una estructura o diseño de mantenimiento se necesita tener un listado de actividades de mantenimiento claramente definidas, codificadas y que sean aplicables al equipo, en este caso al vehículo de transporte de carga, las cuales se agrupan en un instructivo o manual.

La mayor fuente de información la constituyen los manuales de operación y mantenimiento proporcionados por los fabricantes y proveedores de vehículos. El instructivo o manual de mantenimiento debe de contener 3 componentes principales:

- Códigos de operación
- Descripción de la operación
- Duración de la operación

#### **4.3.1. Códigos de operación**

La codificación de la operación es fundamental para una empresa que desea tener un procesamiento informativo de mantenimiento. La forma de codificación puede variar. Lo importante es definir cuáles serán las operaciones

a codificar. Para lo cual en primera instancia se deben clasificar las operaciones según su tipo:

- Reparar
- Cambiar
- Limpiar
- Inspeccionar
- Calibrar
- Ajustar

Y en segunda instancia, estas actividades se deben combinar con el componente y el sistema al que pertenece por medio de un código.

#### **4.3.2. Descripción de operación**

En este espacio si así se requiere, se debe de definir claramente cómo se debe realizar la tarea a la que corresponde la actividad de mantenimiento, las herramientas a utilizar y los repuestos con su debida codificación. La realización puede ser por medio de los manuales de los vehículos e incluso con la colaboración de técnicos más experimentados para su redacción.

#### **4.3.3. Duración de la operación**

Es el tiempo promedio requerido para ejecutar la acción que describe el instructivo. En el caso de poseer distintos tipos de vehículos en la flota, se debe de especificar la duración de la operación en cada tipo de vehículo, este tiempo permite generar una comparación o una eficiencia de la mano de obra utilizada.

#### **4.4. Registro de fallas, fuera de un servicio de mantenimiento**

Las fallas en un vehículo de transporte de carga pueden suceder en cualquier momento y es fundamental poder contar con su registro, esto debe de

plasmarse en la orden de trabajo con la identificación de mantenimientos correctivos, los criterios a considerar son cuatro:

- Tipos de falla
- Tiempo fuera de servicio
- Frecuencia de falla de componente según el kilometraje
- Mano de obra

Para optimizar este mantenimiento es fundamental codificar las fallas así como las causas y posibles soluciones, ello apoyará a la creación de un árbol de fallas.

#### **4.4.1. Reportes generados por fallas fuera de un servicio de vehículos**

- Tiempo fuera de servicio por vehículos en rango de fechas
- Tiempo fuera de servicio por causa en rango de fechas

#### **4.5. Registro de consumibles e insumos de los vehículos de una flota de transporte de carga**

Para tener un control adecuado del uso de diversos productos en un vehículo de carga es importante el hacer uso de distintos documentos que ayudarán a tener un registro ordenado de los mismos.

##### **4.5.1. Registro de consumo de combustible**

Es necesario tener un registro de consumo de combustible para poder llevar una correcta contabilidad y una apreciación de la eficiencia de la flota a través de uno de los indicadores de gestión principal. El combustible debe ser

proporcionado al vehículo una vez llega a la sede o taller de la empresa en caso de contar con autoabastecimiento.

El formato de combustible de abastecimiento debe de contar con casillas o espacios que permitan consignar la información siguiente:

- Fecha de registro o recarga de combustible.
- Código del vehículo.
- Placas del vehículo.
- Nombre o código del operario.
- Nombre o código del despachador (persona autorizada a despachar combustible).
- Kilometraje del vehículo en el momento de la recarga de combustible.
- Número de galones despachados.

El despachador debe consignar esta información en el formato de registros de consumo, con ello, posteriormente medir los costos del combustible en función de kilometraje recorrido o rendimiento kilométrico por galón.

Con esta información se pueden generar Reportes como:

- Rendimiento de combustible por cada vehículo.
- Consumo de combustible total en rangos de fechas
- Consumo de combustible por vehículo en rango de fechas

#### **4.5.2. Registro de consumo y desgaste de llantas**

El rendimiento y vida útil de una llanta se mide por el espesor de grabado en las bandas de rodamiento y la cantidad de kilómetros recorridos. Llevar un control de registro de consumo de llantas es importante para optimizar los

costos de operación y el buen mantenimiento del vehículo; por eso es necesario tener esta información de las llantas:

- Marca de la llanta
- Código de la llanta
- Diseño de banda de la llanta
- Posición en el vehículo (con base en los ejes del vehículo)
- Fecha de instalación
- Profundidad de hule o huella de la banda en 32 avos de pulgada
- Código de vehículo
- Número de regrabes o reencauches
- Causa del cambio (si es necesario)
- Profundidad y kilometraje al momento de cambiar
- Fallas y causa de retiro de llantas si el cambio es definitivo

Con esta información los encargados de mantenimiento de la flota pueden generar varios reportes para estudios posteriores, como ejemplo:

- Inventario de llantas activas por equipo y flota.
- Inventario de llantas por marca y diseño.
- Inventario de llantas pregrabadas ordenado por marcas.
- Inventario de llantas reencauchadas operando.
- Reporte de llantas retiradas y sus causas.
- Causas de daño de llantas.
- Reporte de proyecciones de cambio de llantas según profundidad de huella.
- Rendimiento kilométrico de llantas según marca, diseño, desgaste de huella.
- Valor por kilómetro recorrido.

### 4.5.3. Registros de almacén o bodega

Estos registros pueden ser de salida como de entrada, básicamente es la alimentación de un *kardex* de inventario.

Salidas de almacén: son importantes para poder tener control sobre los insumos o repuestos que estén siendo utilizados en el mantenimiento de los vehículos, así como los costos de reparación. Las salidas de almacén deben de llevar esta información:

- Número de orden de trabajo a la cual se solicita el repuesto.
- Fecha de solicitud: es la fecha en que se entregó el material.
- Numero de salida de almacén: es el que identifica la salida.
- Código y placa del vehículo.
- Nombre o código de técnico al que se le entrega el material.
- Código de material, es el código maestro que identifica el material o elemento.
- Cantidad de material, es la cantidad de material entregada de acuerdo a las unidades.
- Tipo de mantenimiento o reparación que se realiza al vehículo

Entradas de almacén: es la alimentación al *kardex*, al igual que las salidas con su información se pueden optimizar el mantenimiento de los vehículos de la flota. Debe llevar la siguiente información:

- Numero de requerimiento, es el documento mediante el cual se realizó la compra del material o insumo.
- Fecha de ingreso o llegada de material.
- Número de factura de compra venta, es la factura del proveedor que vende el material.

- NIT del proveedor y nombre del proveedor, es la razón social del proveedor del material que ingresa al almacén.
- Código de material (código del maestro de materiales del elemento que ingresa al almacén).
- Valor de compra (valor del material o elemento que ingresa al almacén y que lleva la factura).
- Cantidad (la cantidad de compra según unidad de medida que ingresa al almacén y que lleva la factura).

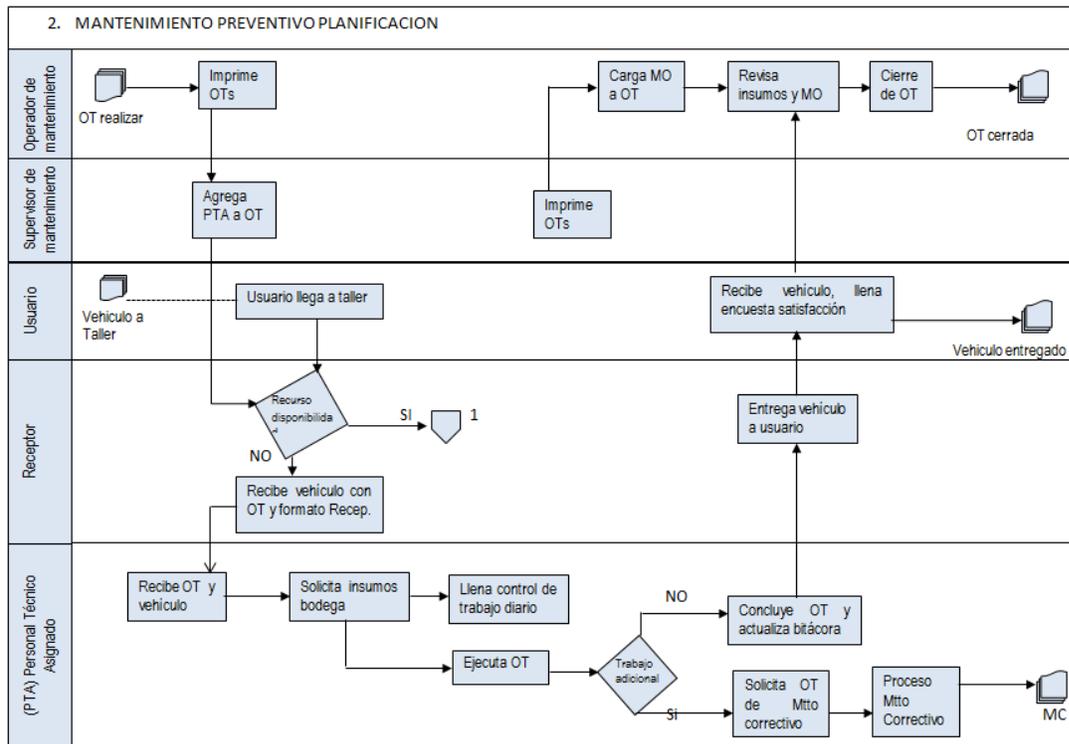
Con esta información de entradas y salidas de almacén se pueden generar reporte:

- Informe de existencias ordenadas por grupos.
- Informe de consumo de materiales, ordenado por equipo o centro de costos.
- Informe de salidas de almacén por material.
- Informe de entradas de almacén por material y proveedor.
- Informe de entradas de almacén por vehículo.
- Informe de devoluciones de almacén.
- Informe de costos de materiales que ingresan y salen en un rango de fechas.
- Informe de rotaciones de materiales según rangos de fechas
- Costo total de inventario.



- Generación de reportes de OT de mantenimiento Preventivo y OT individual por activo.
- Analizar información de reporte y validar programa con planeador.
- ¿Ajustar programa?
- Sí. Reprogramar o anular OT.
- No. Confirmar OT y su lista de materiales.
- El sistema mediante la OT compromete inventario de materiales.
- Notifica a usuario el mantenimiento preventivo a realizar.
- Revisar existencia según lista de materiales.
- ¿Hay existencia para programar?
- No. Proceso de requisición de compra.
- Sí. Materiales listos para ejecutar programa de mantenimiento.

Figura 15. **Continuación del proceso de mantenimiento preventivo, Transportes La Moja**



Fuente: elaboración propia.

Ejecución:

- Imprime OT.
- Asigna personal para ejecutar la OT.
- Registra asignación de personal.
- Confirma servicio con usuario.
- ¿Problemas con recursos o disponibilidad?
- Recibe vehículo con OT y formato LM1 recepción de vehículos.
- Recibe vehículo/equipo y la OT impresa.
- Solicita materiales de OT. Proceso salida de materiales de bodega.

- Llena diariamente control de trabajo diario.
- Ejecuta trabajo según OT.
- ¿Trabajos adicionales?
- Sí. Solicita a operador de mantenimiento generar OT de mantenimiento correctivo.
- No. Concluye trabajo de OT y actualiza bitácora de vehículo.
- Realiza prueba de vehículo/equipo.
- Entrega vehículo a usuario.
- Usuario recibe vehículo, llena encuesta de satisfacción formato LM2 recepción y entrega de vehículos, firma de aceptación.
- Revisar y firmar control de trabajo diario.
- Cargar mano de obra en la OT.
- Revisar materiales y mano de obra.
- Cierre de OT.



## 5. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

“El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total con la cual es factible alcanzar la competitividad total.”<sup>3</sup>

El resultado final que se persigue con la implementación del mantenimiento productivo total (TPM), es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

El objetivo del mantenimiento de maquinaria y vehículos consiste en conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo costo y con el máximo de seguridad para el personal. Se entiende como disponibilidad, la proporción de tiempo o maquinaria que está dispuesta para la producción total y depende de dos factores críticos:

- Frecuencia de las averías
- Tiempo necesario para repararlas

### 5.1. Técnica de análisis de aceite

El análisis de aceite como técnica predictiva ofrece valiosa información a los analistas que ha de determinar cuándo se debe intervenir una máquina y han de diagnosticar el fallo detectado.

La técnica de análisis de aceite lubricante es fundamental para determinar:

---

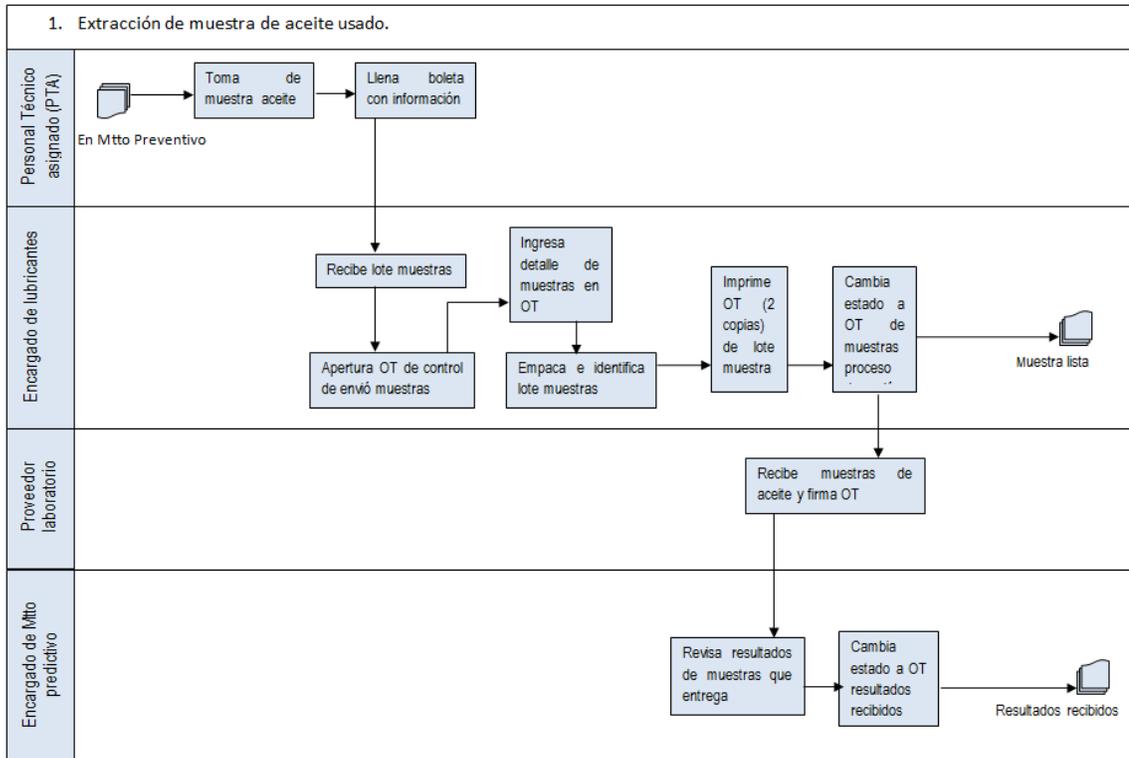
<sup>3</sup>*Mantenimiento productivo total* <http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml> Consulta: 18 de abril del 2015.

- Degradación del lubricante: mediante este estudio se puede programar las sustituciones de los lubricantes y así aplazar la sustitución de aceites en buen estado o adelantar la sustitución de aceites que no cuentan con una viscosidad suficiente para una lubricación eficaz.
- Desgaste de componentes de la máquina: el estudio de los componentes férricos y no férricos permite localizar con la mayor antelación desgastes prematuros.
- Entrada de componentes sólidos y líquidos: la supervisión del nivel de contaminación no férrico permite la identificación inmediata de la entrada de contaminantes sólidos. Por otra parte, la supervisión del grado de humedad alerta tanto de entrada de agua contaminante, como ejemplo, la comunicación de circuitos de lubricación y refrigeración.

Por medio de la determinación existente de las partículas por millón de las muestras de aceite usado se puede determinar elementos como hierro, cobre, plomo entre otros; con esta información es posible diagnosticar fallas en componentes específicos y su desgaste para corregirlas antes que dañen otros elementos o el motor en sí; también, permite la implementación de rutinas de mantenimiento preventivo para optimizar el funcionamiento y eficiencia del vehículo.

## 5.2. Diagrama de proceso muestreo de aceite

Figura 16. Diagrama del proceso de control de muestras de aceite usado en transportes La Moja



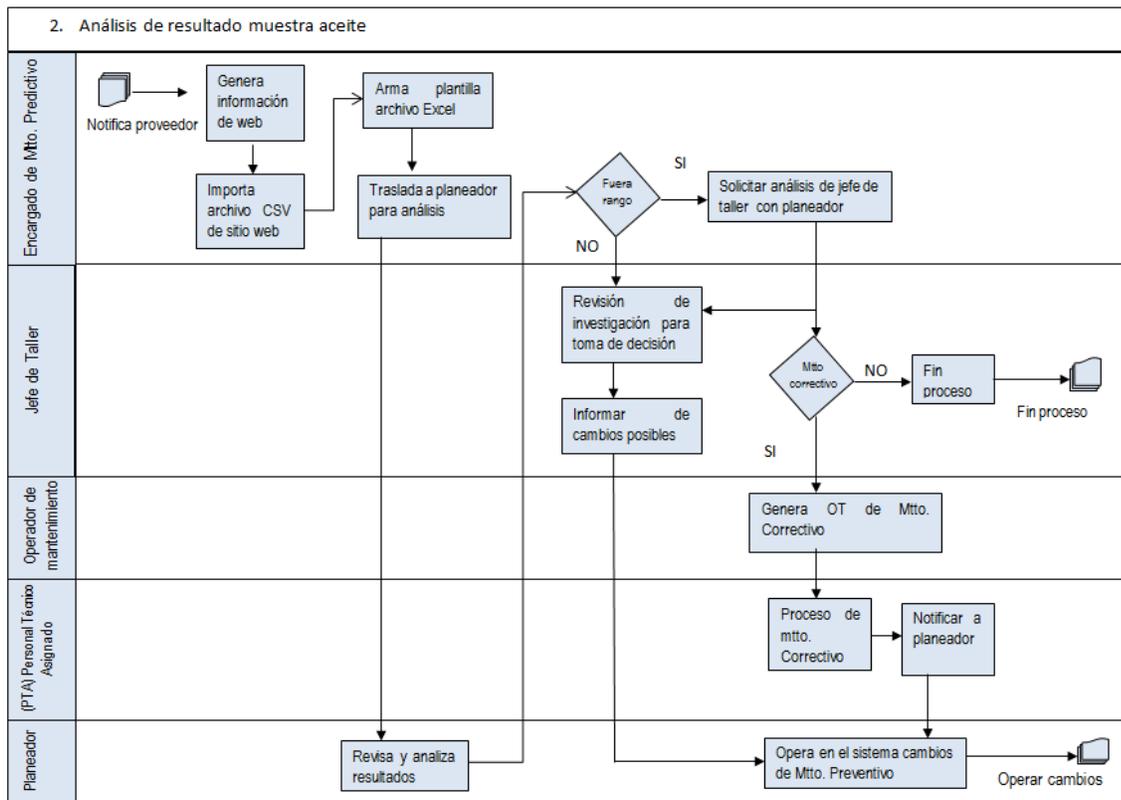
Fuente: elaboración propia.

Toma de muestras de aceite:

- Durante el mantenimiento preventivo tomar muestra de aceite.
- Llenar boleta con datos necesarios para identificar vehículo y componente.
- Recibir muestras de aceite.
- Apertura de OT para control de envió de lote de muestras.
- Ingresar detalle de muestras en el anexo de la OT.
- Empacar caja con lote de muestras e identifica correctamente.
- Imprimir OT (dos copias) y retiene una copia.

- Firmar de recibido OT segunda copia.
1. Revisar resultados de muestras de aceite por medio del proveedor.
  2. Cambiar estado de la OT a recibidos por proveedor.

Figura 17. **Continuación de diagrama de proceso de control de muestras de aceite usado en transportes La Moja**



Fuente: elaboración propia.

#### Análisis de resultados:

- Con resultados, generar información de sitio web de proveedor.
- Importar archivo CSV, de sitio web laboratorio.
- Armar plantilla en base a archivo *Excel*.
- Trasladar plantilla a planeador para análisis y revisión de estados.
- Revisar y analiza estado de resultados.

- ¿Fuera de rango?
- Sí. Solicita realizar investigación a supervisor de mantenimiento junto con planificador.
- No. Revisión de análisis e investigación para toma de decisión.
- Informar al planeador cambios de posibles incrementos o decrementos de intervalos de tiempos/Km.
- Mantenimiento correctivo.
- No. Fin de proceso.
- Sí. Genera OT de mantenimiento correctivo.
- Proceso de mantenimiento correctivo.
- Notifica a planificador para modificar ruta de mantenimiento preventivo.
- Opera en sistema cambios en ruta de mantenimiento preventivo.

Tabla XIII. **Componentes asociados a desgastes de piezas internas en aceite de un motor**

ELEMENTO	MOTOR
HIERRO (FE)	CILINDROS ENGRANAJES CIGUEÑAL EJE DE LEVAS
CROMO (CR)	ANILLOS VÁLVULAS ESCAPE
PLOMO (PB)	SUPERFICIE DE COJINETES
COBRE (CU)	BUSHINGS CIGUEÑAL COJINETES BOMBA DE ACEITE
ESTAÑO (SN)	ALEACION DE COJINETES ALEACION DE BUSHINGS
ALUMINIO (AL)	PISTONES TURBO
NIQUEL (NI)	ASENTAMIENTO DE VÁLVULAS
PLATA (AG)	BUSHINGS DEL MUÑO

Fuente: WidmaninternationalSRL. *Análisis de tablas*. <http://www.widman.biz/Analisis/tablas.html>

Consulta: 11 de mayo de 2015.

En la tabla siguiente se pueden ver límites normalmente aceptados en la industria para motores diesel independientemente de la marca. Esta tabla no considera los kilómetros recorridos por los vehículos de transporte de carga.

Tabla XIV. **Límites condenatorios de desgastes de motores diésel**

<b>Tabla 2</b>	<b>Normal</b>	<b>Anormal</b>	<b>Critico</b>
Fe Hierro (Iron)	<100 ppm	100 a 200 ppm	>200 ppm
Pb Plomo (Lead)	<30 ppm	30 a 75 ppm	>75 ppm
Cu Cobre (Copper)	<30 ppm	30 a 75 ppm	>75 ppm
CR Cromo (Chromium)	<10 ppm	10 a 25 ppm	>25 ppm
Al Aluminio (Aluminum)	<20 ppm	20 a 30 ppm	>30 ppm
Ni Níquel (Nickel)	<10 ppm	10 a 20 ppm	>20 ppm
Ag Plata (Silver)	<3 ppm	3 a 15 ppm	>15 ppm
Sn Estaño (Tin)	<20 ppm	20 a 30 ppm	>30 ppm
Na Sodio (Sodium)	<50 ppm	50 a 200 ppm	>200 ppm
Si Silicio (Silicon)	<20 ppm	20 a 50 ppm	>50 ppm
Dilución por combustible (Fuel)	<2%	2 a 6%	>6%
Hollín (Soot)	<2%	2 a 6%	>6%

Fuente: Widman international SRL. *Boletín de desgastes*

<http://www.widman.biz/boletines/46.html>. Consulta: 11 de mayo de 2015.

Tabla XV. **Limites condenatorios ideales para un programa de mantenimiento**

Tabla 3	Normal	Comentarios
Fe Hierro (Iron)	5 a 50 ppm	Niveles encima de 15 ppm indican mayor desgaste que lo posible
Pb Plomo (Lead)	2 a 10 ppm	Más de 10 ppm indica un motor paraco mucho tiempo, contaminación, aceite muy delgado o aceite muy viscoso.
Cu Cobre (Copper)	2 a 5 ppm	Motores con enfriadores de aceite pueden tener más sin preocuparse.
CR Cromo (Chromium)	1 a 8 ppm	Alto desgaste de Cromo frecuentemente viene de alto hollín o tierra lijando los anillos y el árbol de levas.
Al Aluminio (Aluminum)	2 a 15 ppm	Normalmente será 30% del valor de silicio. El valor sobre eso es preocupante.
Ni Níquel (Nickel)	1 a 2 ppm	Alto desgaste de níquel normalmente indica alta contaminación por hollín y tierra.
Ag Plata (Silver)	0	Son pocos los motores con cojinetes de plata
Sn Estaño (Tin)	1 a 2 ppm	Operación del motor a bajas revoluciones con alta carga causa la degradación de los cojinetes.
Na Sodio (Sodium)	0 a 10 ppm	Alto sodio indica una entrada de agua del radiador, a no ser que se opere cerca del mar o un salar. Sodio es muy corrosivo.
Si Silicio (Silicon)	5 a 10 ppm	Motores nuevos o rectificados pueden tener un cambio o dos con niveles mayores. Después de ello, todo es tierra entrando para lijar las piezas. El Silicio es el enemigo N° 1 para el motor.
Dilución por combustible	0 a 2%	Cuando se toma la muestra caliente como debería ser, todo el combustible debería evaporarse. El Combustible diluye el aceite y "come" los cojinetes.
Hollín (Soot)	0 a 2%	Niveles sobre esto son anti-económicos por el alto consumo de combustible y poco aprovechamiento para la conversión del mismo a potencia. El Hollín es el enemigo N° 2 para el motor.

Fuente: Widman international SRL. *Límites ideales*. <http://www.widman.biz/boletines/46.html>

Consulta: 11 de mayo de 2015.

### 5.3. Pasos para extracción de una muestra de aceite lubricante

Para obtener resultados precisos del análisis, en primer lugar, se debe de tomar una muestra representativa, tener un calendario o programa de toma de muestras donde se tenga claro el periodo de tiempo que el aceite está en este

caso en el motor del vehículo, se debe tomar la muestra lo más cercano a la temperatura de trabajo, con estas consideraciones cabe enumerar:

- Extraer la muestra de aceite representativa en el punto de toma de muestra, asegúrese que la zona esté limpia; utilice el equipo adecuado para la toma de muestras.
- Cerrar bien el tapón del frasco, inspeccione a simple vista la muestra para comprobar si tiene partículas, agua u otros productos contaminantes, si tiene contaminación, tomar acciones correctivas, y tomar otra vez la muestra.
- Llenar los datos necesarios de identificación del vehículo en el formato correspondiente.
- Identificar el frasco que contiene la muestra con la etiqueta que tiene el formato de identificación.
- Colocar el frasco de muestras en el recipiente de transporte negro y cerrar el tapón.
- Fijar al recipiente la etiqueta postal y enviar la muestra por correo inmediatamente al laboratorio.

Figura 18. **Ejemplificación de los pasos de extracción de una muestra de aceite usado**



Fuente: elaboración propia.

#### **5.4. Interpretación de los análisis de aceite lubricante**

Los laboratorios operan con equipos sofisticados para determinar la condición del equipo o vehículo, la condición del aceite, incluyendo su contaminación, la reserva de aditivos, su degradación, etc. Esto lo efectúan con mucho detalle, luego comparan los resultados con su base de datos y reportan desviaciones críticas con la idea de que el cliente pueda interpretarlo, se sugiere tomar en cuenta los límites condinatorios de los fabricantes, expuestos en las tablas anteriores.

También es importante revisar dos o más resultados de muestras de aceite con la idea de poder contar con una tendencia de comportamiento de los elementos y materiales analizados, lo más común es efectuar gráficas de comportamiento.

Siempre se debe revisar el informe completo para tener una evaluación correcta del estado; los cambios en el estado de la maquinaria habitualmente coinciden con la presencia de contaminación o cambios en las propiedades de los lubricantes.

Existen *kits* de extracción de muestras de aceite, que contienen entre otras cosas, depósitos para el aceite, manguera de extracción, bomba de vacío, etiquetas y formularios de identificación.

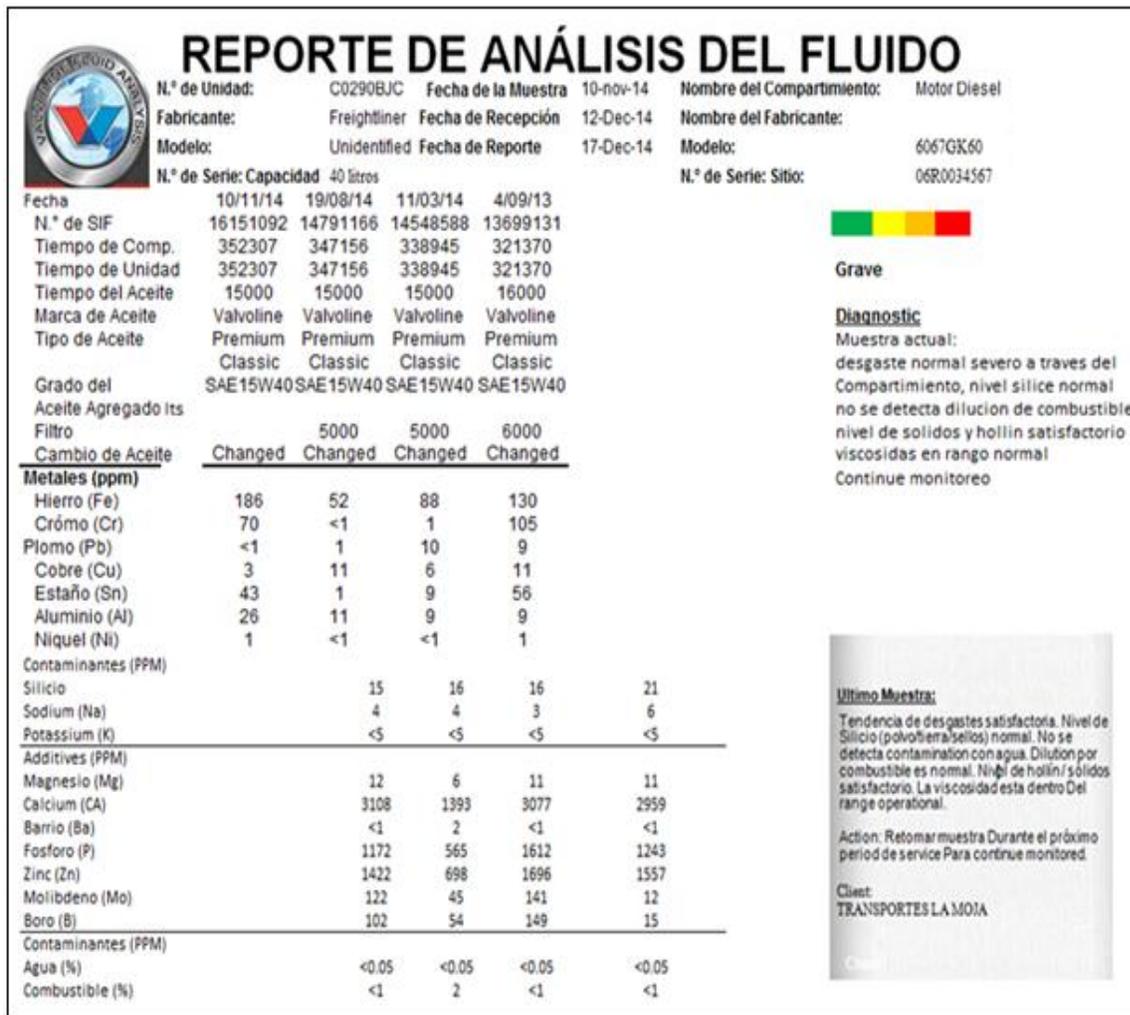
Figura 19. **Ejemplo de kit para extracción de muestras de aceite para vehículos**



Fuente: *Kit de extracción de muestras de aceite.*

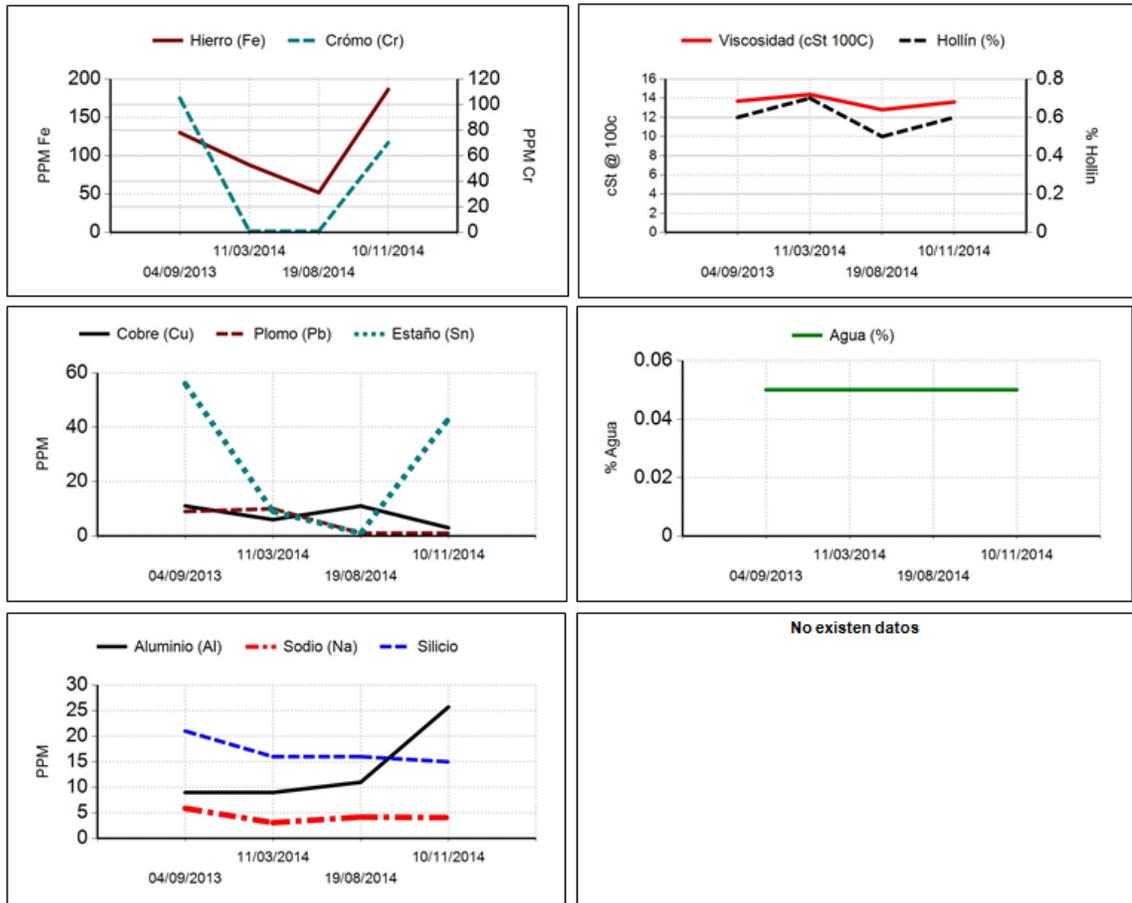
[www.cosmaca.com](http://www.cosmaca.com)  
<http://www.cosmaca.com/index.php?panel=1&prod=106>. Consulta 18 de mayo de 2015.

Figura 20. Ejemplo de resultado de una muestra de aceite lubricante de Transportes La Moja



Fuente: Transportes La Moja.

Figura 21. **Continuación de ejemplo de muestra de aceite lubricante, Transportes La Moja**



Fuente: Transportes La Moja.

En este resultado se puede apreciar desgastes de elementos que están por arriba o fuera de los límites condenatorios: hierro y el cromo por lo que se deben tomar en consideración los comentarios del laboratorio, así como la gráfica que se va formando por los otros resultados hasta el punto donde el plan de mantenimiento preventivo sea más elevado en costo con respecto a parar el vehículo para efectuar el cambio de las piezas necesarias. Se recomienda que la persona encargada de este tipo de mantenimiento tenga pleno conocimiento

de cambios o adaptaciones que se le hacen a los vehículos, por ejemplo sistemas de filtros depuradores, también es importante conocer el tipo de operación y la forma como lo están operando, si tiene refrigerante o agua destilada, si el motor tiene fugas de aceite o si la está quemando, toda esta información es necesaria para poder dar un mejor diagnóstico de comportamiento del motor y por ende optimizar el control de mantenimiento.

Como punto esencial el análisis de aceite usado aporta un beneficio máximo en la supervisión de los vehículos y de las condiciones del lubricante con el paso del tiempo. Un análisis de una secuencia de datos en función del tiempo pone de manifiesto cómo se puede elevar al máximo la vida útil de los vehículos y su fiabilidad, también disminuye los costos de mantenimiento, el éxito empieza cuando se asignan los recursos necesarios para poner en práctica el programa de análisis de aceite.

Con los datos obtenidos de las muestras de aceite de los motores de los vehículos del Transporte La Moja, se elaboraron los calendarios de drenes de aceite según el kilometraje de los vehículos, quedando así:

Tabla XVI. **Tabla de kilometrajes de drenes de aceite por vehículo de Transporte La Moja y sus incrementos**

No.	PLACAS	TIPO	MARCA	LINEA	MODELO	KMS DRENE MOTOR	NUEVO KMS DRENE	INCREMENTO
1	C0506BKQ	CABEZAL	KENWORTH	T2000	1999	14000	18000	4000
2	C0454BJQ	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST	1995	14000	16000	2000
3	C0685BKJ	CABEZAL	INTERNACIONAL	9400	1999	14000	18000	4000
4	C0442BKH	CABEZAL	WHITE GMC	WIA64TES	1993	14000	16000	2000
5	C0805BKR	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST	1999	14000	22000	8000
6	C0606BJZ	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST FLD 120	1996	14000	22000	8000
7	C0290BJC	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST	1996	14000	22000	8000
8	C0362BGN	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST	1993	14000	16000	2000
9	C0101BDX	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST FLD 120	1996	14000	18000	4000
10	C0507BKQ	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST FLD 120	1999	14000	18000	4000
11	C0241BMP	CABEZAL	FREIGHTLINER	D132064T	1997	14000	18000	4000
12	C0228BMD	CABEZAL	FREIGHTLINER	A096064T	1993	14000	18000	4000
13	C0137BDY	CABEZAL	PETERBILT	377	1999	14000	18000	4000
14	C0160BDX	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST	1995	14000	18000	4000
15	C0163BDX	CABEZAL	INTERNACIONAL	9400	1999	14000	18000	4000
16	C0455BJQ	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST	1993	14000	18000	4000
17	C0594BBP	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST	1999	14000	22000	8000
18	C0701BFB	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST	1996	14000	18000	4000
19	C0676BMH	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST	1996	14000	16000	2000
20	C0127BJT	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST	1993	14000	16000	2000
21	C0807BKR	CABEZAL	FREIGHTLINER	D120064ST	1996	14000	22000	8000

Fuente: elaboración propia.

Con estos nuevos kilometrajes para servicios tomado de los análisis de aceites, se determina un 31,97 % de aumento en kilometraje lo cual es un ahorro significativo de costos de operación de la empresa de transporte.



## **6. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD**

El mantenimiento que se centra en el análisis de las fallas de los vehículos, se denomina mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) y básicamente se centra en la falla: las causas, realiza una valoración y toma acciones alrededor de la falla.

Lo que se pretende con este tipo de mantenimiento es disminuir la carga de mantenimiento preventivo, lo cual permitirá incrementar el número de equipos en operación haciendo uso de una menor cantidad de actividades programadas a determinadas frecuencias y la misma mano de obra utilizada, también se apoya en el hecho de que los componentes del vehículo, no siempre aumenta la probabilidad de falla con respecto al tiempo sino que puede presentar comportamientos muy distintos, los cuales solo pueden ser determinados cuando se posee un gran número de registros de fallas con su respectiva frecuencia de ocurrencia.

Los pasos que se tiene que tomar en consideración para este tipo de mantenimiento son:

- Identificación de los sistemas del vehículo
- Identificación de los subsistemas del vehículo
- Examinación de las funciones
- Definición fallas funcionales potenciales y modos de falla
- Identificación causas y consecuencias de las fallas funcionales
- Valoración de las causas
- Toma de decisiones

## **6.1. Fallas, modos de falla y valoración, asociados a los sistemas y subsistemas**

Cuando un sistema tiene muchas maneras posibles de fallar, tiene múltiples modos de falla o riesgos que compiten. Mientras más complejo es un sistema, más modos de falla tendrá.

### **6.1.1. Falla**

Es cuando un sistema cesa la función para la cual fue diseñado, el mantenimiento centrado en la confiabilidad entra a comprender la falla a nivel del sistema o subsistema, de modo que puede determinar cuándo es vital y compromete la operación del vehículo.

### **6.1.2. Modos de falla**

Se denomina Modo de falla a la categoría de la falla, en este caso, se define como falla mecánica o eléctrica.

Falla mecánica: corresponden las fallas asociadas al sistema de motor, transmisión, frenos, dirección y suspensión.

Falla eléctrica: falla asociada al sistema eléctrico y elementos que funcionan alimentados por corriente provenientes de este sistema como alarmas, sensores, etc.

### **6.1.3. Consecuencias de las fallas**

Son las posibles repercusiones que tendrá sobre el sistema o subsistema la aparición u ocurrencia de la falla.

#### 6.1.4. Valoración de las causas

Es la identificación por medio de valores numéricos o términos de severidad de las fallas que deben previamente determinarse.

Severidad: determina que tan grave puede ser la interrupción o falla de la función analizada en el sistema.

Probabilidad de ocurrencia: determina la facilidad con la que se puede presentar la falla mencionada.

Criticidad: es el producto de la severidad y la probabilidad de ocurrencia. Permite, dependiendo de su valor, resaltar dentro de un conjunto de causas asociadas a la falla funcional, las que deben ser estudiadas con mayor prioridad.

Tabla XVII. **Control de severidad de falla**

Rango	Efecto	Comentario
1	Ninguno	La falla no tendrá efecto en la función del sistema.
2	Muy leve	Perturbación menor, posible acción correctiva
3	Leve	Igual que la anterior, pero con acción correctiva que puede durar un poco más.
4	Entre leve y moderado	Probabilidad de reacomodar el sistema o demora del proceso.
5	Moderado	Demora del 100 % o reacomodación total.
6	Entre alto y moderado	Se pierde una parte importante en la función del sistema, demora en reparación
7	Alto	Alta pérdida en la función del sistema, demoras mayores.
8	Muy alto	Se pierde función, gran demora en la reparación.

Continuación de la tabla XVII

9	Muy riesgoso	Inconvenientes graves, falla ocurrirá sin advertencia.
---	--------------	--

Fuente: *Detección de efectos y análisis de fallas.*

[www.monografias.comhttp://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml](http://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml). Consulta 18 de mayo de 2015.

Tabla XVIII. **Probabilidad de ocurrencia de fallas**

Rango	Probabilidad	Comentario
1	1/10000	Probabilidad remota, no se espera falla
2	1/5000	Probabilidad baja
3	1/2000	Probabilidad baja
4	1/1000	Ocasional
5	1/500	Moderada
6	1/200	Moderada
7	1/100	Alta
8	1/50	Alta
9	1/20	Muy alta
10	1/10	Muy alta

Fuente: *Probabilidad de ocurrencia de fallas.*

[www.monografias.comhttp://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml](http://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml). Consulta 18 de mayo de 2015.

## 6.2. Análisis de falla

A partir de este análisis, se pueden observar de forma puntual los distintos escenarios de ocurrencia de falla, para poder determinar cuáles son más recurrentes y graves.

Tabla XIX. **Forma de llevar control de análisis de la causa de las fallas**

Función	Modo de falla	Causa	Probabilidad	Severidad	Criticidad

Fuente: elaboración propia.

A pesar de que el MCC se plantea como un proceso intuitivo y de análisis del modo de operación del vehículo, el registro de fallas existente es una herramienta que le agrega objetividad al análisis y reduce el tiempo de ejecución.

Para ilustrar este punto se utilizarán la caracterización de sistema y subsistemas del capítulo 1 con enfoque en vehículos tipo T3-S2 y con información estadística de la empresa Transportes la Moja, estos vehículos, están sometidos a cargas y distancias largas por lo que en promedio recorren 8000 kilómetros mensuales; por lo tanto sus inspecciones de mantenimiento preventivo son prolongadas.

De las fallas estadísticas encontradas en el empresa se escogieron las novedades o fallas que se presentaron más de dos veces en el año 2014, cada una con sus debidas causas y las cantidades en las que ocurrieron, según marca de motor; sin embargo, vale la pena precisar que no siempre las fallas se reportan de forma correcta o con términos específicos sobre su causa y más sobre su solución, lo cual hace que algunas de las fallas reportadas, sirvan como referencia de los componentes involucrados, pero no de la causa de la falla.

Tabla XX. **Fallas funcionales más comunes año 2014, Transporte La Moja**

Fallas 2014	Marca de motor			
	Cummins	Caterpillar	Detroit Serie 60	Total
<b>Mecanicas</b>				
Vehiculo se apago y no enciende	6	3	11	20
Sobrecalentamiento	9	6	2	17
Rotura Filtro de agua	5		2	7
Fuga combustible por culata	4	3		7
Fuga de agua por radiador	3	5	2	10
Fuga de agua circuito refrigeracion	2	2		4
Fuga de aire sistema de frenos		5	4	9
Fuga de aceite por turbo alimentador	3	2	4	9
Transmision en neutro	3			3
Fuga valvula relé	5			5
Rotura de abrazadera de turbo	3		5	8
				99
<b>Electricas</b>				
Alternador no Carga	8	3	2	13
Fan Clutch no opera	2	2	2	6
Vehiculo se apago y no enciende	5	7	5	17
vehiculo no acelera	3	4	12	19
vehiculo se quedo si luces	3	4		7
				62
				161

Fuente: elaboración propia.

Como se menciona en la sección 6.1.4. se debe escalar el valor de la probabilidad en función al total de fallas, 161 en el año 2014. La siguiente tabla presenta unos valores que servirán para cuantificar la frecuencia en función del total de fallas.

**Tabla XXI. Valoración de la probabilidad de falla en función de la tabla XVIII sugeridas por AMEF (análisis de modos y efectos de fallas funcionales) para la aplicación en los reportes de Transportes La Moja**

Rango	Probabilidad	Comentario
1	1/161	Probabilidad remota, no se espera falla
2	2/161	Probabilidad baja
3	5/161	Probabilidad baja
4	10/161	Ocasional
5	20/161	Moderada
6	50/161	Moderada
7	80/161	Alta
8	100/161	Alta
9	125/161	Muy alta

Fuente: elaboración propia.

A modo de ejemplo se usará para el análisis la falla funcional “vehículo se apagó y no enciende”, por el mayor inconveniente del cumplimiento del objetivo primordial del vehículo, importante tanto por su frecuencia de

ocurrencia como por su severidad. En el apéndice 9 se presentan más análisis de falla, pertenecientes al reporte anteriormente mostrado; de igual forma se propone en la misma tabla el tipo de mantenimiento a implementar con el fin de controlar la ocurrencia y las consecuencias de la falla.

**Tabla XXII. Análisis de la falla "Vehículo se apagó y no enciende"**

Falla Funcional	Modo de Falla	Causas	Probabilidad	Severidad	Criticidad	Mantenimiento a Implementar	Contemplado en
Vehículo se	Mecánico	Sin presión de aceite	1	4	4	Aceptar la falla	Mtto. Correctivo
Apago y no		Falla total bomba de combustible	1	10	10	Aceptar la falla	Mtto. Correctivo
enciende		Manguera de combustible suelta	1	4	4	Revisión diaria, operador	Numeral 7.1 Cap. 7
		Desajuste filtro combustible	2	4	8	Preventivo	Tabla
		Fuga en tapa de filtro combustible	4	4	16	Preventivo	Tabla
		Obstrucción filtro de combustible	4	2	8	Aceptar la falla	Mtto. Correctivo
		Falla total bomba de transferencia	1	10	10	Aceptar la falla	Mtto. Correctivo
		Alarma bajo nivel de agua (fuga)	1	4	4	Revisión diaria, operador	Numeral 7.1 Cap. 7
	Eléctrico	Alternador no carga	5	7	35	Revisión diaria, cambio pieza	Numeral 7.1 Cap. 7
		Falla de ECM	4	10	40	Aceptar la falla	Mtto. Correctivo
		Fusible de ECM	2	10	20	Aceptar la falla	Mtto. Correctivo
		Rotura borne de batería	1	10	10	Aceptar la falla	Mtto. Correctivo
		Sensor posición de motor sucio	1	4	4	Eliminar con limpieza	Tabla
		Reposición válvula solenoide	1	10	10	Aceptar la falla	Mtto. Correctivo
		Baterías con baja carga	3	4	12	revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
		Suciedad borne de batería	3	2	6	revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
		Motor de arranque suelto	1	5	5	revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
		conector de inyector	1	5	5	revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
		Cable de ECM partido	1	6	6	revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
		Conector de sensor nivel agua libre	1	2	2	Aceptar la falla	Mtto. Correctivo

Fuente: elaboración propia.

Por medio de este análisis es posible pasar entonces a la toma de decisiones y definir el tipo de mantenimiento a adoptar con respecto a los sistemas, subsistemas, componentes del vehículo y situaciones que se pueden presentar.

### **6.3. Toma de decisiones a partir de los análisis arrojados:**

La teoría del MCC, propone una cadena de razonamiento lógico, en cuanto a la determinación del modo de proceder con respecto a las fallas encontradas donde se llega a 5 soluciones posibles.

- Aceptar riesgo de la falla
- Instalar unidades redundantes
- Definir actividades de mantenimiento preventivo
- Programar actividades de mantenimiento predictivo
- Proponer rediseño del sistema



## **7. ELABORACIÓN DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO**

Con el involucramiento de las nuevas teorías del mantenimiento como el MCC (mantenimiento centrado en la confiabilidad), no se hace necesario el implicar toda una serie de actividades preventivas de orden mecánico, eléctrico y de instrumentación, puesto que muchos de los componentes asociados a estas operaciones pueden ser monitoreados por medio de las pruebas de aceite, inspección diaria y el aporte del conductor. La aplicación del MCC disminuye la carga de trabajo de mantenimiento preventivo, con lo cual se logra aumentar la productividad de la mano de obra y, por consiguiente, realizar mantenimiento a un mayor número de vehículos con la misma cantidad de técnicos de mantenimiento. Sin embargo, cuando no se tiene un sistema de análisis de aceite, se debe contar con frecuencias de mantenimiento recomendadas en su mayoría por los fabricantes de los vehículos y sistemas.

A continuación, se listan frecuencias de mantenimiento preventivas que se deben de aplicar a los vehículos de carga. Dichas tareas son el fruto de haber filtrado con el MCC las actividades inicialmente recomendadas por los fabricantes, resultado de análisis de aceite usado y las sugerencias por el personal de experiencia de Transportes La Moja.

Tabla XXIII. Frecuencia de mantenimiento para vehículos tipo cabezales,  
Transportes La Moja

RUTAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR KILÓMETROS RECORRIDOS					
		CAMIONES			
CÓDIGO MÁQUINA:	_____	NOMBRE:	_____		
HOROMETRO:	_____				
CÓDIGO DE EMPELADO:	_____	NOMBRE:	_____		
LUGAR:	_____	FECHA:	_____		
HORA INICIAL:	_____	HORA FINAL:	_____		
NO.	ACTIVIDAD	M1	M2	M3	M4
		14000km	28000km	42000km	56000km
<b>MOTOR DE COMBUSTIÓN</b>					
1	Tomar muestra de aceite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Cambio de aceite de motor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Cambiar filtro de aceite de motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Cambiar filtro de diesel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Sopletear filtro de aire cambiar si es necesario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Revisa nivel y estado de refrigerante (con refractómetro)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Cambiar filtro de refrigerante.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Revisar estado y ajuste de tensión de fajas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Revisión de tornillos que sujetan ventilador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Limpieza externa de radiador (Sopletear).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Revisar respiradero de motor, limpiarlo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Ajustar abrazaderas y revisar mangueras en general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Revisar fugas de cualquier fluido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Revisar cargadores parte frontal y trasera del motor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Calibración de válvulas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Revisión de turbo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Drenar sedimento de tanque de combustible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Inspección del compresor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Revisar aprete de tuercas, de los flejes de los tanques de combustible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Revisar funcionamiento de bomba de inyección e inyectores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	Inspeccionar sistema de escape.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Continuación de frecuencias de mantenimiento para vehículos tipo cabezal, Transportes La Moja

NO.	ACTIVIDAD	M1	M2	M3	M4
		14000km	28000km	42000km	56000km
<b>CAJA DE VELOCIDADES</b>					
22	Tomar muestra de aceite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Revisar nivel de aceite de la caja de velocidades y respiradero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Cambiar aceite de cajas de velocidades				<input type="checkbox"/>
25	Revisar válvula de ranch.		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<b>DIRECCIÓN</b>					
26	Cambio de aceite hidráulico y filtro		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
27	Revisar y engrasar kin pines en ambos lados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	Engrase cabezales de varilla de dirección.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	Inspección de brazo pitman y caja de timón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>FRENOS Y CLUTCH.</b>					
30	Graduar frenos y clutch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	Verificar freno de parqueo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	Revisar y engrasar varillaje y collarín.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	Revisar fugas de aire en mangueras.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	Revisar estado de fricciones, cambiar de ser necesario.		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<b>EJES Y RESORTAJES.</b>					
35	Engrase y revisar crucetas de junta universal, ranch, apretar tornillo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	Revisar bushing y balancin de resortaje, amortiguadores		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
36	Apretar esparragos de soporte de tanden, lañas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	Revisar hules de barras de tanden.		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
37	Revisar Bushines de tensor de diferencial, barra central	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>					
38	Limpiar borne y terminales de baterías (cambiar si es necesario)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	Ajustar niveles de batería (medir dencidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	Revisión de alternador. Y motor de arranque			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	Revisar luces en general.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	Revisar funcionamiento de indicadores en tablero.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43	Captura kilómetros u horas de rendimiento de batería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>LLANTAS</b>					
44	Revisión de las tuercas y pernos de los aros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45	Calibración de aire de llantas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46	Realizar estudio de profundidad de todas las llantas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>OBSERVACIONES:REPORTAR CUALQUIER OTRA</b>					
<b>FALLA QUE SE DETECTE</b>					
Firma del Técnico: _____					

Fuente: elaboración propia.

Se debe precisar que esta frecuencia es típica de cada flota de transporte, puesto que dependen de la forma de conducción, régimen de trabajo, topografía de terreno recorrido, etc.

## 7.1. Inspección diaria

Es la revisión que se tiene que efectuar a los vehículos antes de su salida o sede de la empresa. Esto tiene como propósito principal asegurar el correcto funcionamiento en el trayecto, de los sistemas y componentes vitales y auxiliares del vehículo, los componentes vitales se definen como los que dependen directamente de la marcha del vehículo:

- Motor y subsistemas
- Sistema de transmisión
- Sistema de dirección
- Sistema de frenos

Los elementos auxiliares se pueden definir como aquellos que facilitan la marcha y operación del vehículo:

- Luces
- Limpiaparabrisas
- Elementos de suspensión

Una inspección diaria debe contar con las siguientes revisiones:

- Ácido de batería
- Fajas de alternador, ventilador, bomba de agua
- Funcionamiento de alternador y motor de arranque
- Alarmas de tablero
- Funcionamiento de luces
- Funcionamiento de indicadores de tablero
- Fugas de cualquier líquido del motor
- Fugas de aire del sistema de frenos
- Monitoreo de ECM, por sistema de flasheo o lector de DDR

Los análisis de falla, se presentan como la guía principal para la creación de estas rutinas.

## **7.2. Tablero de control auxiliar para las órdenes de trabajo**

El componente físico de tablero de control a partir de los procesos sugeridos es de gran apoyo para la ejecución de la orden de trabajo, solo es de clasificar las ordenes en 3 grupos: pendientes, proceso y terminados.

### **7.2.1. Pendientes**

Éstas órdenes de trabajo (correctiva) se dan cuando un conductor, técnico de mantenimiento o ingeniero, abren una orden de trabajo, después de haber llenado los datos solicitados para su apertura, se coloca en la casilla correspondiente hasta que se preceda con la ejecución.

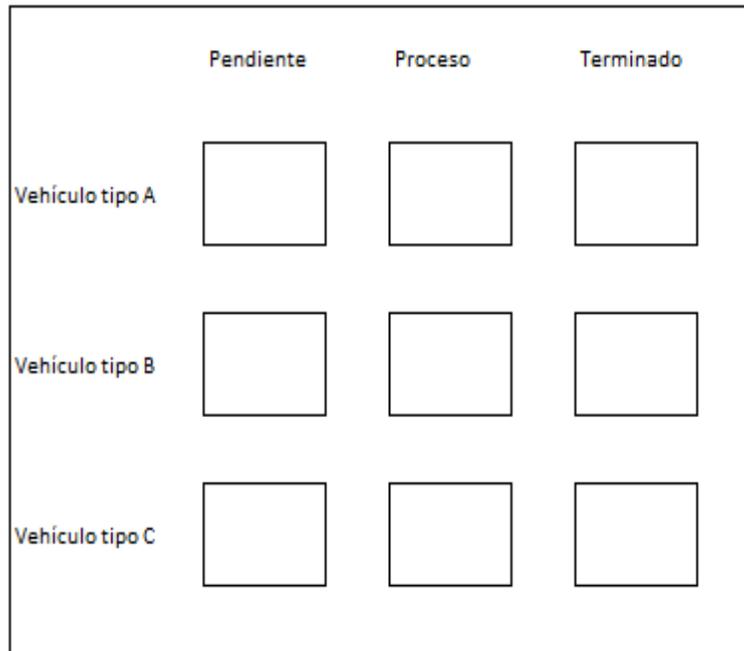
### **7.2.2. Proceso**

Una vez el técnico de mantenimiento verifica el trabajo requerido por la orden de trabajo, este traslada el documento a la casilla pendiente o en proceso simbolizando que el trabajo se encuentra en ejecución.

### **7.2.3. Terminado**

El técnico que ejecutó el trabajo de la orden traslada el documento de la casilla de proceso a la de terminado, para que pueda ser revisada por el encargado de mantenimiento y procesarla en el sistema de datos.

Figura 22. **Esquema de un tablero de control de órdenes de trabajo, Transportes La Moja**



Fuente: elaboración propia.

El tablero puede ser subdividido también según el tipo de trabajo: mecánico, eléctrico, instrumentación, accidente, entre otros.

## 8. PROCESO DE EVALUACIÓN PARA LA REPOSICIÓN O ADQUISICIÓN DE VEHÍCULOS DE NUEVO INGRESO EN UNA FLOTA DE TRANSPORTE DE CARGA

En este capítulo se expondrán algunos lineamientos importantes para el proceso de evaluación de reposición o adquisición de vehículos, estrategia para reducir los costos de mantenimiento. Para lo cual es necesario la capacitación al personal correspondiente, como se especifica en la siguiente guía:

Figura 23. **Capacitación de proceso de reposición o adquisición de vehículos**

<p><b>Descripción de capacitación:</b> La presente capacitación está dirigida a personal de Gerencia administrativa o personal encargado de evaluación de rendimiento de vehículos con el propósito de familiarizarlos en los temas necesarios para la toma de decisión más acertada, tomando en cuenta las causas de la reposición, función del vehículo, análisis técnico, etc.</p> <p><b>Objetivo:</b> Utilizar la información de esta guía, para el análisis de toma de decisión en la reposición o adquisición de vehículos de nuevo ingreso de la flota de transportes de carga.</p> <p><b>Metodología:</b> Exposiciones magistrales, ejemplificaciones, tiempo para preguntas y respuestas</p> <p><b>Evaluación:</b> Prueba escrita u observación</p> <p><b>Contenido:</b></p> <p>Causas de la reposición</p> <p>Funciones del vehículo</p> <p>Análisis técnico</p> <p>Método de renovación contable</p> <p><b>Tiempo de la capacitación:</b> 2 sesiones de 5 horas cada una.</p>
--

Fuente: elaboración propia.

## 8.1. Causas de la reposición

Las principales razones para iniciar una propuesta de reposición de vehículos son:

- Kilometraje recorrido.
- Edad de los vehículos.
- Daños graves que conlleven a reparaciones mayores y cambios de componentes claves del vehículo (motor, transmisión).
- Elevados costos de mantenimiento e insumos del vehículo.
- Elevados costos de operación del vehículo versus los ingresos facturables.
- El vehículo ha estado funcionando por más tiempo del recomendado.

Cuando los costos de posesión y operación del vehículo nuevo son menores que del vehículo antiguo, es tiempo de un reemplazo; si los costos de posesión y operación de un vehículo antiguo son menores que los del vehículo nuevo, la opción es mantener el vehículo antiguo en servicio.

Los costos de operación se deben revisar anualmente, y el programa de reemplazo de la empresa se debe ajustar para reflejar los cambios que se han realizado.

Un vehículo nuevo por lo general recorre entre 10,000 y 35,000 km anuales, más que las unidades con mayor edad, además el consumo de combustible varía entre 8 % y 12 % del gasto anual de combustible por vehículo (aprox. 1,300 galones de diesel al año), el ahorro de mantenimiento varía entre 32 y 40 % del monto anual. Esto representa el mayor beneficio observado, la disminución de los días de inmovilización por vehículos, sin embargo estos beneficios se reducen con la edad y el uso de vehículo ya que una unidad

antigua no resiste ningún costo de depreciación y amortización de deuda en comparación con una nueva.<sup>4</sup>

## **8.2. Función del vehículo**

Una vez identificado el vehículo por medio de cualquiera de las causas anteriores, se debe proceder a definir su función asignada. Esto permitirá escoger entre las opciones disponibles en el mercado para su reemplazo por ejemplo si el vehículo objeto de estudio es un cabezal, el cual es usado para entrega de mercancía fuera de la ciudad, se debe entonces entrar a comparar las distintas marcas que ofrezcan este tipo de vehículos.

## **8.3. Análisis técnico**

por medio de este estudio se comparan los distintos costos asociados a la operación del vehículo saliente y de los posibles reemplazos para poder justificar la adquisición. Los costos asociados a los vehículos que serán comparados son: los costos por kilómetro o rendimientos de insumos (combustible, llantas, mano de obra y mantenimiento preventivo), también se debe de analizar el estado físico de los vehículos y efectuar presupuestos de reparaciones generales o mayores que sean necesaria efectuar.

---

<sup>4</sup>MORALES, Rafael. *Método de renovación de vehículos de autotransporte de servicio pesado*. Publicación Técnica No. 260, Sanfandila, Qro. 2004. Consulta: 2 julio de 2015.

Tabla XXV. **Control de costos de operación de un vehículo, Transportes**  
**La Moja**

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo Total	kms proyectados	C/Kms.
Filtro aceite	1	Un	140	140	25000	0.006
Filtro diesel	2	Un	150	300	25000	0.012
Filtro agua	1	Un	45	45	50000	0.001
Filtro depurador	2	Un	245	490	80000	0.006
Aceite Motor	44	litro	23	1012	25000	0.04
llantas delanteras	2	Un	1800	3600	65000	0.055
llantas traseras	8	Un	1400	11200	55000	0.204
Sistema inyección	1	Un	3000	3000	85000	0.035
Baterías	4	Un	700	2800	65000	0.043
Combustible	1	Gal	21	21	9	2.333
Aceite Transmisión	12	Gal	145	1740	80000	0.022
Frenos Fricciones	4	Juego	150	600	45000	0.013
Salario Piloto	1	Un	4000	4000	7500	0.533
Viáticos	1	Un	1500	1500	7500	0.2
Reparaciones	1	Un	3100	3100	7500	0.413
Engrase y Lavado	1	Un	85	85	3000	0.028
Gastos administrativos	1	Un	25000	25000	7500	3.333
Depreciaciones	1	Un	1	1	7500	0
EEGSA, GPS, agua	1	Un	12000	12000	8000	1.5
Gastos Taller	1	Un	4500	4500	7500	0.6
Total						9.379
Utilidad	0.3					2.814
Total con utilidad						12.19

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Tabla de costos y reparto porcentual de la operación de un transporte de carga**

**Costes de operación de un vehículo:**  
 En un vehículo de 420 CV con una MMA (masa máxima autorizada) de 40t y una carga útil de 25t, que recorre anualmente 120.000 km con un ratio de ocupación del 85 %, su reparto porcentual medio aproximado de los costes de operación sería el siguiente:

Concepto	% del Total
Amortización	14,2%
Financiación	1,7%
Personal del conducción	24,9%
Seguros	6,5%
Costes Fiscales	0,8%
Dietas	12,3%
Combustible	29,4%
Neumáticos	5,5%
Mantenimiento	1,7%
Reparaciones	3,0%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fuente: *Manual de conducción eficiente para conductores de vehículos industriales*, p. 20  
[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_10297\\_TREATISE\\_ConduccionEficienteVehIndustriales\\_A2005\\_2ad0233c.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10297_TREATISE_ConduccionEficienteVehIndustriales_A2005_2ad0233c.pdf). Consulta 28 de julio de 2015.

#### 8.4. Método de renovación contable

Existen varios métodos para la renovación de los vehículos, cada uno tiene su grado de complejidad y su aplicación depende básicamente de la información de que disponga la empresa. En el presente informe se explica el método contable.

En este método el vehículo, es un activo contable que se deprecia con el tiempo, a medida que se repara el vehículo con repuestos no originales que aumentan el valor de rescate del activo. Cada vez que el costo de mantenimiento supera el costo comercial de la unidad, se encuentra el periodo oportuno para renovarla.

El criterio teórico para determinar el momento ideal para reemplazar un vehículo, se puede considerar de acuerdo con la fórmula que proporciona el menor costo promedio anual, es decir:

$$CPA = (DA + MA) / t \quad (1)$$

Donde:

CPA = costo promedio anual

DA = depreciación acumulada

MA = mantenimiento acumulado

t = período en años

Sin embargo, el momento exacto será cuando el costo total anual supere al costo promedio anual. A manera de ejemplo se presentan en la tabla siguiente los valores del costo promedio.

Tabla XXVII. **Determinación de costo promedio anual**

Año N	Valor de reventa  USD\$	Depreciación (\$USD)		Mantenimiento (\$USD)		Costo total (\$USD)		Costo promedio anual  (7/1)  8
		Anual	Acumu- lada	Anual	Acumu- lada	Anual (2+4)	Acumul ada (3+5)	
1		2	3	4	5	6	7	
0	34000	-	-	-	-	-	-	-
1	27200	6800	6800	2400	2400	9200	9200	9200
2	22032	5168	11968	3210	5610	8378	17578	8789
3	18066	3966	15934	3840	9450	7806	25384	8461
4	15176	2891	18824	4600	14050	7491	32874	8219
5	12899	2276	21101	5200	19250	7476	40351	8070
6	11222	1677	22778	6200	25450	7877	48228	8038
7	9988	1234	24012	7000	32450	8234	56462	8066
8	8989	999	25011	9000	41450	9999	66461	8308
9	8789	200	25211	10000	51450	10200	76661	8518
10	8589	200	25411	10000	61450	10200	86861	8686

Fuente: *Método para la renovación de vehículos de autotransporte de servicio pesado*;  
<http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt260.pdf>. Consulta 25 de julio de 2015.

El período de reemplazo del vehículo aparece en el año 6 y 7.



## 9. GUÍA O MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN PARA OPERADORES DE UNA FLOTA DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE CARGA

La aplicación del concepto de TPM (mantenimiento productivo total) apoya en gran parte la creación de un manual o instructivo autónomo de mantenimiento y operación para que los operadores apoyen en el cuidado de los vehículos.

Un instructivo de mantenimiento para vehículos tipos T3S2 y T3S3 busca sobre todo apoyar al departamento de mantenimiento de Transporte La Moja a que sus operadores contribuyan en el mantenimiento preventivo de su equipo y en su correcta operación, para tal efecto es necesario efectuar la siguiente capacitación:

Figura 24. **Capacitación para operadores de una flota de vehículos transporte de carga**

<p><b>Descripción de capacitación:</b> La presente capacitación está dirigida a personal u operadores de vehículos de transporte de carga, con el propósito de orientarlos en el concepto de un conductor eficiente, que representa bajos costos y gran eficacia para la mejora de la eficiencia para las empresas de transporte, además conlleva a la reducción de consumo de combustible, optimizando de esta forma su sistema de mantenimiento.</p> <p><b>Objetivo:</b> Utilizar la información de esta capacitación, para el mejor aprovechamiento del consumo de combustible y aumentar la disponibilidad de vehículos al efectuar revisiones periódicas y conocimiento de técnicas de conducción o manejo.</p> <p><b>Metodología:</b> Exposiciones magistrales, ejemplificaciones, practica, tiempo para preguntas y respuestas.</p> <p><b>Evaluación:</b> Prueba escrita u observación</p> <p><b>Contenido:</b> Pre inspección antes de la marcha Técnicas de operación y seguridad Economía de combustible Reparaciones, revisiones y mantenimiento</p> <p><b>Tiempo de capacitación:</b> 2 sesiones de 5 horas cada una</p>
--

Fuente: elaboración propia.

## 9.1. Pre inspección antes de la marcha

El conductor debe realizar algunas revisiones básicas que permitan una mayor certeza de que el vehículo funcionará sin inconvenientes. Por lo general, no deben ser tan a fondo como las que hace el técnico de mantenimiento sino más superficiales o generalizadas.

Antes de disponerse a dar la marcha al vehículo, el conductor debe de realizar una serie de inspecciones al exterior e interior de mismo. Posteriormente, realizar pruebas con el vehículo encendido, antes de partir, al exterior el conductor se debe percatar de las siguientes recomendaciones básicas:

- Revisión de fuga en general (agua, combustible, aceite, líquido de frenos).
- Estado de las llantas (golpes, presión de inflado, etc.).
- Estado de los rines.
- Componentes mecánicos sueltos.
- Estado de vidrios, espejos retrovisores.
- Estado de antena de radio (si posee).
- Estado de silbines, pida vías.

Al interior:

- Elementos de seguridad como extinguidores o funcionalidad del cinturón de seguridad.
- Elementos de señalización usado en varadas
- Caja de fusibles.
- Fecha de vencimiento documentos de vehículo.

Con el vehículo encendido:

- Verificar funcionamiento de alarmas y medidores
- Verificar correcto funcionamiento de sistema de encendido y carga

- Verificar funcionamiento de luces y pivevías
- Verificar funcionamiento de frenos
- Verificar funcionamiento de limpiabrisas
- Efectuar un diagnostico electrónico (si el vehículo tiene ECM)

## **9.2. Técnicas de conducción**

Aquí se debe de tocar el punto de la seguridad al conducir, el cual debe ser apoyado por filosofías de operación del vehículo como el manejo defensivo, el cual asocia al conductor con los peligros presentes en la carretera y lo prepara para actuar siempre evitando las situaciones de riesgo con las que se puede encontrar.

Al inicio de la marcha:

- Ajustar el asiento de modo que se alcance el volante en su totalidad.
- Ajustar la distancia horizontal del volante.
- Acomodar los retrovisores de la forma que más visibilidad genere para el conductor.

Durante la marcha:

- No se debe de realizar aceleraciones con el motor en vacío. Para el inicio del movimiento del vehículo se debe de dar tiempo para que se lubrique adecuadamente el turbo alimentador y tenga suficiente presión.
- Se debe de tener presente que el motor trabajando en ralentí genera un inútil consumo de combustible.
- El motor en frío, se comporta peor, sufre más desgaste y consume más combustible, por lo que debe evitarse siempre que sea posible hacerlo funcionar a regímenes de giro demasiado altos o con el acelerador a plena

carga, mientras no se haya llegado a la temperatura óptima de funcionamiento, lo más correcto posible es iniciar la marcha de manera suave hasta que el motor estabilice su temperatura normal, de esta forma se consigue un calentamiento del motor más rápido y uniforme además se ahorra combustible.

- Los cambios en marcha llevaran a cabo en función de las condiciones de carga del vehículo de la circulación de la pendiente de la vía, y del propio motor del vehículo.
- Conviene acelerar ligeramente el motor en el momento de efectuar un cambio a la transmisión, para igualar las revoluciones en el embrague y evitar, por tanto, la retención producida por el motor, lo que restaría velocidad.
- Se recomienda mantener una velocidad media estable, eliminando en la medida de lo posible los picos y valles de velocidad que aumenten el consumo, pero que van a suponer el llegar antes al destino final.
- En las desaceleraciones se recomienda mantener el motor girando sin pisar el acelerador y con la relación de marcha en la que se circula engranada, de esta forma y por encima de un número mínimo de rpm cercano al ralentí, el consumo de combustible es nulo.
- Disminuir la velocidad en los giros, precaución a las señales viales y extrema en las zonas escolares.
- Correcta forma de responder ante las alertas y alarmas del tablero de control.

### **9.3. Economía de combustible**

Debido a la creciente alza de los combustibles merece especial atención y tratamiento a la hora de capacitar a los conductores de los vehículos, la economía de combustible, no solo genera ahorro en consumos de combustible

sino que también ayuda a preservar el equipo por más tiempo. Las investigaciones sobre ahorro de combustible, están focalizadas de forma minuciosa en:

- Las revoluciones: por lo general, los vehículos con motor diesel con desplazamientos entre 10 y 12 litros requieren que los cambios de velocidades sea realizadas arriba de 1500 a 1800 revoluciones por minuto del cigüeñal
- Los tiempos de frenados: se debe de capacitar al operador del vehículos para que identifique el momento preciso para activar el freno de motor con el fin de no abusar de este, ya que representa un consumo de combustible, de igual forma debe de ser el uso del freno de pedal, debe ser combinado con la reducción de la velocidad de la marcha por medio de la disminución de las revoluciones del cigüeñal, haciendo uso de la caja de cambios.
- La velocidad optima de operación del vehículo: la velocidad está regulada por las normas de tránsito dependiendo si se encuentra en carretera o ciudad. De igual forma, el consumo de combustible está relacionado directamente con la velocidad de conducción. En tal virtud es importante relacionar al conductor con estos valores para evitar que sobrepasen estos, poniendo en riesgo el vehículo y aumentado el consumo de combustible.

#### **9.4. Reparaciones revisiones y mantenimiento**

Se debe instruir a los operadores en reparaciones básicas como por ejemplo:

- Identificación de sistemas y componentes del vehículo.

- Identificar sus funciones y regímenes de operación para cada caso específico.
- Identificar que reparaciones se pueden realizar en caso de una falla en plena marcha (cambio de llantas, alarmas disparadas, sensores sucios, etc.).
- Realizar diagnósticos electrónicos.

Figura 25. Lista de inspección de Transporte La Moja

Transporte La Moja											
Lista de Inspección de camiones de carga terrestre											
Marca _____		Modelo _____				Placa _____					
B: Bueno M: Malo N/A: no aplica											
Item	Descripción	B	M	N/A	Estado	Item	Descripción	B	M	N/A	Estado
Documentos	Permiso Circulación					Niveles	Aceite motor				
	Seguro al día						Agua radiador				
Luces	Altas						Aceite transmisión				
	Bajas						Aceite hidráulico				
	Retroceso						Combustible				
	Viraje						Fugas				
	Emergencia					Accesorios	Extintidor				
	Freno						Triangulos				
	Señales tablero						Alarma retroceso				
	Códigos Motor					Bocina					
Llantas	Delanteras Izq.						Cinturon seguridad				
	Delanteras derecha						Limpiabrisas				
	Trasero izq. Interior						Fusibles				
	Trasero izq. Exterior						poleas y fajas				
	Trasero der. Interior						Ruidos				
	Trasero der. Exterior					Marcha	Alarmas medidores				
	Medio izq. Interior						Sistema carga				
	Medio izq. Exterior						Sistema arranque				
	Medio der. Interior						Sistema de frenos				
		Medio der. Exterior					Sistema luces				
	Pernos y tuercas					Espejos	Lateral izquierdo				
	Presión de aire						Lateral Derecho				
	Rines					Ojos de buey					
Observaciones _____											
Realizado por _____ Revisado por _____ Fecha _____											

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Capacitación en Transportes La Moja**



Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de la optimización del sistema de mantenimiento predictivo y productivo total a través de formatos de disponibilidad de vehículos, se incrementó el índice de disponibilidad en un 6.8 %; por otra parte, con la utilización de procesos de registros de información, mano de obra de técnicos mecánicos y mejoramiento de hábitos de manejo de los operadores, se incrementó el rendimiento de combustible en un 12.33 % en los primeros 6 meses del año 2015, permitiendo el mejor aprovechamiento de los recursos y confiabilidad en el transporte de carga.
2. El conocimiento y la identificación de sistemas y componentes principales de los vehículos de transporte de carga apoyará a los operadores y técnicos mecánicos a diagnosticar de mejor forma, las fallas y así tomar las acciones correctivas y preventivas.
3. Para lograr la optimización del sistema de mantenimiento es necesario identificar las variables de operación más representativas del transporte de vehículos, y relacionarlas con la variable de kilómetros recorridos, esto permite cuantificar el rendimiento y la durabilidad.
4. Con el apoyo de los fabricantes de los vehículos, y la información de los requerimientos de mantenimiento así como la experiencia del personal técnico, lineamientos de logística del transporte, resultados de análisis de aceite, se establecieron las rutinas de mantenimiento preventivo.
5. Con el apoyo de información de órdenes de trabajo históricas, del transporte de vehículos, se determinaron las fallas funcionales, efectos y consecuencias de los sistemas del vehículo, con ellos efectuar el inicio de

un árbol de fallas o mantenimiento centrado en la confiabilidad que apoyara a las rutinas de mantenimiento preventivo.

6. Con el conocimiento de la operación de la empresa de transporte de vehículos, necesidades de base de datos, se diseñaron formatos de disponibilidad, fichas técnicas, orden de trabajo, control de registros de consumo de insumos, y reportería; con la idea de mejorar el análisis y facilitar la toma de decisiones de los administradores de la flota.
7. Para el control de la planificación y ejecución de las actividades de mantenimiento se crearon procesos de mantenimiento preventivo y de extracción de muestras de aceite usado de sistema de motor de esta forma controlas las órdenes de trabajo y reparaciones futuras.
8. Con el apoyo de los conceptos de Mantenimiento Productivo Total, las inspecciones de los vehículos de marcha y pre viaje, así como técnicas de conducción; se creó una guía o lista de chequeo de revisión para los operadores de los vehículos.
9. Según las funciones de los vehículos en el transporte de carga, costos de operación y análisis técnico del estado físico del mismo y sus componentes, se diseñó un sistema que permita evaluar el rendimiento de los vehículos y determinar su continuidad en la empresa.

## RECOMENDACIONES

1. El estudio de los procesos realizados para la ejecución de los mantenimientos, a los vehículos de transporte de carga, permite recomendar las siguientes acciones:
2. Aplicar el estudio de optimización propuesto en este trabajo para lograr los objetivos planteados y alcanzar los resultados obtenidos en su ejecución.
3. Realizar un registro individual de cada vehículo para tener un historial preciso de las reparaciones o intervenciones realizadas, ya sea rutinarias, preventivas o correctivas.
4. Capacitar a los técnicos de mantenimiento, supervisores y operadores en los procesos óptimos de mantenimiento de los vehículos de transportes de carga, de tal forma que ellos puedan determinar las ventajas.
5. Contar con lote óptimo de repuestos de rotación para prevenir fallas o paros imprevistos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ARIAS. *Asociacion costarricense de ingeniería de mantenimiento*. [en línea] <<http://www.acimacr.com/images/0407c.pdf>>[Consulta 12 de mayo de 2015].
2. Google,S. *Aprendiendo Mecánica Diésel*. [en línea] <<https://sites.google.com/a/misena.edu.co/aprendiendo-mecanica-diesel/sistema-de-combustible>>[Consulta: 22 de marzo de 2015].
3. Legiscomex. *Revista de logística*. [en línea] <<http://www.revistadelogistica.com/vehiculos-para-el-transporte-de-carga-por-carretera.asp>>[Consulta: 28 de marzo de 2015].
4. Michelin. *Llantas Michelin*. [en línea] <<http://www.michelin.com.ec/transportes-profesionales/todo-sobre-otr/mas-info/Llanta-radial-11-ventajas-que-marcen-la-diferencia.html>> [Consulta: 11 de abril de 2015].
5. Mobil. *Análisis Sigmun de Aceite*. [en línea] <<http://www.signumoilanalysis.com/signum-english/Files/signum-oil-analysis-condition-monitoring-fundamentals-spain.pdf>> [Consulta: 14 de mayo de 2015].
6. Monografias. *Monografias*. [en línea] <<http://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml>> [Consulta: 11 de junio de 2015].

7. Monografias. *Frenos automotrices.* [en línea]  
<<http://www.monografias.com/trabajos72/sistema-frenos-neumatico/sistema-frenos-neumatico2.shtml>> [Consulta 11 de mayo de 2015].
8. PREDICTIVO. *Preditecnico.* de Preditecnico. [en línea]  
<<http://www.preditecnico.com/2013/03/el-analisis-de-aceites-como-tecnica.html>> [Consulta: 05 de mayo de 2015].
9. Scribd [en línea] <<http://es.scribd.com/doc/72477209/Conceptos-Basicos-de-antenimiento#scribd>> [Consulta: 12 de mayo de 2015].
10. SILVA MARTINEZ. *repositorio.utp.edu.co.* [en línea]  
<<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/819/1/6200046S586ds.pdf>> [Consulta: 15 de marzo de 2015].
11. Tiposde.org *Tiposde.org.* [en línea] <<http://www.tiposde.org/general/127-tipos-de-mantenimiento/>> [Consulta: 22 de agosto de 2015][en línea].
12. WIDMAN. *Widman Boletines.* [en línea].  
<<http://www.widman.biz/boletines/46.html>> [Consulta: 22 de junio de 2015]

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Formatos de control de disponibilidad de vehículos, por mes Transportes La Moja

Formato de Disponibilidad		<i>TRANSPORTES 'LA MOJA'</i>																																					
Transporte La Moja																																							
DIAS MES																																							
Unidades																																							
		<b>Control de disponibilidad enero 2015</b>																																					
Código	Descripción equipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Dispo 1	Mtto 2	% DISP				
C0506BKQ	KENWORTH	1	1		1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	6	80.00%		
C0454BJQ	FREIGHTLINER	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	3	90.00%	
C0685BKJ	INTERNACIONAL		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	5	83.33%
C0442BKH	WHITE GMC	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	6	80.00%	
C0805BKR	FREIGHTLINER	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	3	90.00%
C0606BJZ	FREIGHTLINER	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	4	86.67%
C0290BJC	FREIGHTLINER	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	3	90.00%
C0362BGN	FREIGHTLINER	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	4	86.67%
C0101BDX	FREIGHTLINER	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28	2	93.33%
C0507BKQ	FREIGHTLINER		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	3	90.00%
C0241BMP	FREIGHTLINER			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	4	86.67%
C0228BMD	FREIGHTLINER	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	4	86.67%
C0137BDY	PETERBILT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	4	86.67%
C0160BDX	FREIGHTLINER	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	3	90.00%
C0163BDX	INTERNACIONAL	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	4	86.67%
C0455BJQ	FREIGHTLINER	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28	2	93.33%
C05948BP	FREIGHTLINER		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	3	90.00%
C07018FB	FREIGHTLINER			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	4	86.67%
C0676BMH	FREIGHTLINER	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	4	86.67%
C0127BJT	FREIGHTLINER	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	3	90.00%
C0807BKR	FREIGHTLINER	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	4	86.67%
<b>Total general</b>		<b>16</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>26.29</b>	<b>3.71</b>	<b>87.62%</b>			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Formato control de disponibilidad kilómetros**  
**Transportes La Moja**

Formato de Disponibilidad Transporte La Moja kms ideales 8000		Control de disponibilidad enero 2015																																		
Código	Descripción equipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TKms	T Viajes		
C0506BKQ	KENWORTH	1758											1782										1615											5155	3	
C0454BJQ	FREIGHTLINER				580	956																	1453											2989	3	
C0689BKJ	INTERNACIONAL															1088							388.6						1593					3070	3	
C0442BKH	WHITE GMC					595			496.9																									1092	2	
C0805BKR	FREIGHTLINER					1605							2261														1453							5519	3	
C0606BJZ	FREIGHTLINER				564.9	956							565									1476.8											3563	4		
C0290BJC	FREIGHTLINER	1393			911	956													1606														4866	4		
C0362BGN	FREIGHTLINER	1998																				444		1655						1441			5538	4		
C0101BDX	FREIGHTLINER				968.5	652								726								544						466					3356	5		
C0507BKQ	FREIGHTLINER				2246								2261												1989									6496	3	
C0241BMP	FREIGHTLINER				2261											1989												2261						6511	3	
C0226BMD	FREIGHTLINER				956							1739													2261									4956	3	
C0137BDY	PETERBILT	1758											1782												1615									5155	3	
C0160BDX	FREIGHTLINER				580	956																			1453									2989	3	
C0163BDX	INTERNACIONAL				564.9	956								565									1476.8											3563	4	
C0455BJQ	FREIGHTLINER	1393			911	956														1606													4866	4		
C0534BBP	FREIGHTLINER	1998																				444		1655						1441			5538	4		
C0701BFB	FREIGHTLINER				2246								2261												1989									6496	3	
C0676BMH	FREIGHTLINER				2261											1989												2261							6511	3
C0127BJT	FREIGHTLINER				956							1739													2261									4956	3	
C0807BKR	FREIGHTLINER	1758											1782												1615									5155	3	
<b>Total Kms.</b>		12056	0	0	0	16006	4312	4476	0	497	0	0	6824	6783	1856	3978	1088	3212	0	0	4386	0	12662	7288	0	0	5975	466	1593	2882	0	0	98339	70		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Formato de ficha técnica de vehículos y equipos de Transportes La Moja**

Ficha Técnica Transportes La Moja		<i>TRANSPORTES "LA MOJA"</i>			
Cabezal Placas	P 885888	Color	Blanco	Código Interno	
Marca	Freightliner	Linea	Columbia	Chasis	Modelo 2000
Motor Marca	Detroit Diesel Serie 60	Potencia	400 HP	Torque	1450 lbs pies
Transmisión	Eaton	Relación	14609	Especificación	nueve velocidades, enfriado por aceite
Embrague	Eaton Fuller	Diámetro	15.5	Especificación	Disco cerámico, remaches
Diferencial	Eaton	Relación	10.41	Ratio	4.1
Cruces medida	8 pulgadas				
Eje Delantero Marca	Meritor	Capacidad	14700 lbs		
Eje Tracero Marca	Meritor	Capacidad	46000 lbs		
				Modelo	6067GK60
				Serial	06R123456
Suspensión delante	Resortajes de X hojas con amortiguadores				
Suspensión tracera	Bolsas de aire con resortajes, hendricson. Etc.				
Dirección	Hidraulica				
Sistema de frenos	De Aire				
	ABS antibloqueo				
	Freno de motor				
Resortajes medidas		Tornillo centro		Balancin	
5 Rueda	Fontaine				
Sistema combustible	2 tanques de 110 gls. c/u				
Llantas medida	11R24.5	Tipo	Radiales		
Rin medida	8.25X22.5	Tipo de Rin	11R22.5	No Agujeros	10 agujeros
Sistema Electrico	12 Voltios	Alternador	Delco Remy 22Si	Starter	Mitsubishi 40 mt
Kilometraje	745678	Fecha			
Observaciones:					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Orden de trabajo de Transporte La Moja, anverso

CONTROL DE TRABAJOS  
TALLER MECÁNICO

*TRANSPORTES "LA MOJA"* 

No. Orden trabajo \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Código equipo \_\_\_\_\_ Descripción \_\_\_\_\_ Placas \_\_\_\_\_

Solicitado por \_\_\_\_\_ Kilometraje \_\_\_\_\_

Tipo de mantenimiento  
 eléctrico  Mecánico  Inspección  Llantas

Causa del mantenimiento  
 No programado  Programado  M1  M2  M3  M4

Descripción trabajos \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Detalle trabajos elaborados \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 6. **Tabla de resumen de rendimiento de combustible versus kilómetros de Transportes La Moja, de enero a junio del año 2015**

Resumen año 2015	Kilometraje	combustible (gal)	rendimiento Kms/gal
Enero	98339	9942.85	9.89
Febrero	105935	10865.16	9.75
Marzo	98339	9921.67	9.91
Abril	108307	11108.44	9.75
Mayo	117388	10783.27	10.89
Junio	121801	11330.33	10.75
<b>Total</b>	<b>650109</b>	<b>63951.72</b>	<b>10.17</b>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Resumen de disponibilidad de vehículos de Transportes La Moja, de enero a junio del 2015**

Resumen Año 2015	% Disponibilidad	En Mantenimiento
Enero	87.61%	12.39%
Febrero	80.00%	20.00%
Marzo	90.15%	9.85%
Abril	85.39%	14.61%
Mayo	88.88%	11.12%
Junio	87.93%	12.07%
<b>Total</b>	<b>86.66%</b>	<b>13.34%</b>

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 8. Árbol de fallas Transporte La Moja

	FALLA	ANÁLISIS	SOLUCIÓN		
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN		
DIFERENCIAL	FALLA EN HUBODÓMETRO	HUBODÓMETRO EN MAL ESTADO	CAMBIO DE HUBODÓMETRO		
	PROBLEMA EN DIFERENCIAL	BLOQUEO DE FLECHAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE SISTEMA DE BLOQUEO		
		FUNDA DE CATARINA DAÑADA	REPARACIÓN DE FUNDA DE CATARINA		
		RETENEDOR DE YUGO DE CATARINA MALO	CAMBIO DE RETENEDOR DE YUGO DE CATARINA		
		FILTRO DE CATARINA EN MAL ESTADO	CAMBIO DE FILTRO DE CATARINA		
		FUGA DE ACEITE EN SELLO DE DIFERENCIAL	CAMBIO DE SELLO DE DIFERENCIAL		
		BAJO NIVEL DE ACEITE EN DIFERENCIAL	NIVELACIÓN DE ACEITE DE DIFERENCIAL		
		DIFERENCIAL EN MAL ESTADO	CAMBIO DE DIFERENCIAL		
		TORNILLOS DE DIFERENCIAL DESAJUSTADOS	AJUSTE DE TORNILLOS DE DIFERENCIAL		
		DIFERENCIAL DAÑADO	REPARACIÓN DE DIFERENCIAL		
		NIVELAR ACEITE DE DIFERENCIAL	NIVELAR ACEITE DE DIFERENCIAL		
		NIVELAR ACEITE DE DIFERENCIAL	NIVELAR ACEITE DE DIFERENCIAL		
		DIRECCIÓN	PROBLEMA CON MUÑÓN	MUÑÓN DESGASTADO	CALZAR MUÑÓN
			PROBLEMA CON COJINETE	COJINETE EN MAL ESTADO	CAMBIO DE COJINETE
COJINETE DESAJUSTADO	AJUSTE DE COJINETE				
COJINETES RESECOS	ENGRASE DE COJINETES				
PROBLEMA CON DIRECCIÓN	TERMINALES EN MAL ESTADO		REPARACIÓN DE TERMINALES DE DIRECCIÓN		
			CAMBIO DE TERMINALES DE DIRECCIÓN		
	BRAZO DE VARILLA DE DIRECCIÓN DESGASTADO		CAMBIO DE BRAZO DE DIRECCIÓN		
	ACEITE HIDRÁULICO DE TIMÓN EN MAL ESTADO		CAMBIO DE ACEITE HIDRÁULICO DE TIMÓN		
	GUIAS DE TIMÓN DAÑADAS		REPARACIÓN DE GUIAS DE TIMÓN		
	BAJO NIVEL DE ACEITE DE TIMÓN		NIVELACIÓN DE ACEITE DE TIMÓN		
	MAL FUNCIONAMIENTO DE VARILLA DE DIR.	REVISIÓN DE VARILLA DE DIRECCIÓN			
	MANG. HIDRÁULICA DE CAJA DE TIMÓN MALA	CAMBIO DE MANG. HIDR. DE CAJA DE TIMÓN			
EJES TRASEROS	FALLA EN LAÑAS	CAJA DE DIRECCIÓN DAÑADA	REPARACIÓN DE CAJA DE DIRECCIÓN		
		CAJA DE TIMÓN EN MAL ESTADO	CAMBIO DE CAJA DE TIMÓN		
		BASES EN MAL ESTADO	CALZAR BASES DE LAÑAS		
		LAÑAS DE RESORTAJE EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LAÑAS DE RESORTAJE		
		DESAJUSTE EN LAÑAS DE RESORTAJE	AJUSTE DE LAÑAS DE RESORTAJE		
	FALLA EN CARDÁN	HULE CARDÁN EN MAL ESTADO	CAMBIO DE HULE CARDAN		
PROBLEMA EN TANDEN	HULES DE TANDEN EN MAL ESTADO	CAMBIO DE HULES DE TANDEN			
	BARRAS TENSORAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE BARRAS TENSORAS			
	HULES DE BARRA TENSORA EN MAL ESTADO	CAMBIO DE HULES DE BARRA TENSORA			
	BASES DE TANDEN DAÑADAS	REPARACION DE BASES DE TANDEN			
	PROBLEMA EN RESORTAJE	TORNILLO DE CARGADORES DAÑADOS	SOLDAR TORNILLOS DE CARGADORES		

Continuación apéndice 8.

	FALLA	ANÁLISIS	SOLUCIÓN	
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	
EMBRAGUE	FALLA EN EMBRAGUE	DESAJUSTE EN GRADUACIÓN DE EMBRAGUE	GRADUACIÓN DE EMBRAGUE	
		DESAJUSTE DE CANASTA DE CLUTCH	GRADUAR CANASTA DE CLUTCH	
		KIT DE CLUTCH EN MAL ESTADO	CAMBIO DE KIT DE CLUTCH	
		DISCO DE CLUTCH EN MAL ESTADO	CAMBIO DE DISCO DE CLUTCH	
		VARILLA DE CLUTCH DAÑADA	REPARACIÓN DE VARILLA DE CLUTCH	
FRENOS	PROBLEMA DE FRENOS	FRICCIONES DAÑADAS	REPARACIÓN DE FRICCIONES	
		TAMBOR DE FRENO DAÑADO	REPARACIÓN DE TAMBOR DE FRENO	
		RATCH DE GAVILÁN DAÑADO	REPARACIÓN DE RATCH DE GAVILÁN	
		GAVILÁN EN MAL ESTADO	CAMBIO DE GAVILÁN	
		RATCH EN MAL ESTADO	CAMBIO DE RATCH	
		ANCLAJE EN MAL ESTADO	CAMBIO DE ANCLAJE	
		RESORTE DE FRICCIÓN EN MAL ESTADO	CAMBIO DE RESORTE DE FRICCIÓN	
		FALLA EN FRENADO	FALTA DE AIRE EN FRENOS	CALIBRACIÓN DE AIRE EN SISTEMA DE FRENOS
			FUGA DE AIRE EN BULBO DE FRENO	REPARACIÓN DE FUGA DE AIRE
		PROBLEMA CON MACHIN BREACK	FUGA DE AIRE EN MACHIN BREACK	CAMBIO DE CHEQUES
			MACHIN BREACK EN MAL ESTADO	CAMBIO DE MACHIN BREACK
HIDRÁULICO	ENGRASE GENERAL	ENGRASE GENERAL	ENGRASE GENERAL	
		FALLA EN MANGUERA HIDRÁULICA	ACOPLES DAÑADOS	REEMPLAZO SE ACOPLÉS
			MANGUERA HIDRÁULICA EN MAL ESTADO	CAMBIO DE MANGUERA HIDRÁULICA
			MANGUERA HIDRÁULICA DAÑADA	REPARACION DE MANGUERA HIDRÁULICA
		PROBLEMA EN HIDRÁULICO	BAJO NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO	NIVELACION DE ACEITE HIDRÁULICO
			BOMBA HIDRÁULICA EN MAL ESTADO	CAMBIO DE BOMBA HIDRÁULICA
DEPOSITO DE ACEITE DAÑADO	REPARACIÓN DE DEPOSITO DE ACEITE			
MOTOR	FALLA EN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	MANGUERA EN MAL ESTADO	CAMBIO DE MANGUERA	
		REFRIGERANTE EN MAL ESTADO	CAMBIO DE REFRIGERANTE	
		DESAJUSTE DE TOLVA DE RADIADOR	AJUSTE DE TOLVA DE RADIADOR	
		RADIADOR DAÑADO	REPARACIÓN DE RADIADOR	
		BAJO NIVEL DE REFRIGERANTE	NIVELAR REFRIGERANTE	
		CARGADORES DE RADIADOR DAÑADOS	REP. DE CARGADORES DE RADIADOR	
		TAPON DE RADIADOR EN MAL ESTADO	CAMBIO DE TAPON DE RADIADOR	
		DEPOSITO DE AGUA CON FUGA	REPARACIÓN DE DEPOSITO DE AGUA	
			CAMBIO DE DEPOSITO DE AGUA	
	BOMBA DE AGUA DAÑADA	REPARACIÓN DE BOMBA DE AGUA		

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 9. Fallas funcionales, Transportes La Moja

Falla Funcional	Modo de falla	Causas	Probabilidad	Severidad	Criticidad	Mantenimiento a implementar	Contemplado en
Rotura Filtro de agua	Mecánico	Se reparo	1	2	2	Conductor, aceptar falla	Mtto. Correctivo
		Cambio filtro	3	2	6	Preventivo	
Caja Neutralizada	Mecánico	Se aseguro horquilla, embrague	1	5	5	Aceptar falla	Mtto. Correctivo
		Rotura tornillo horquilla	1	6	6	Aceptar falla	Mtto. Correctivo
Ruido Motor	Mecánico	Tornillos embrague sueltos	1	4	4	Revisión diaria, conductor	Numeral 7.1 Cap. 7
		Abrazadera turbo	1	6	6	Revisión diaria, conductor	Numeral 7.1 Cap. 7
Ruido transmisión	Mecánico	Crucetas cardan	1	5	5	Revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
		Desajustes estrias cardan	1	5	5	Revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
Rotura Turbo alimentador	Mecánico	Fisura por admisión	1	6	6	Revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
Baterías baja carga	Eléctrico	Batería defectuosa	1	5	5	Revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
Vehículo se quedó sin luces	Eléctrico	Falla alternador	1	6	6	Aceptar falla	Mtto. Correctivo
		Corto circuito en tablero	1	6	6	Revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
Sobrecalentamiento	Mecánico	Fuga bomba de agua	1	4	4	Revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
		Radiador roto	1	7	7	Aceptar falla	Mtto. Correctivo
		bajo nivel de refrigerante	1	2	2	Revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
		Manguera rota	1	2	2	Revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7
Rotura radiador	Mecánico	Parte inferior (empaquete)	3	4	12	Revisión diaria	Numeral 7.1 Cap. 7

Fuente: elaboración propia.



## ANEXOS

### Anexo 1. Ejemplo de disponibilidad diaria de vehículos

DISPONIBILIDAD DE LOS VEHICULOS ASUCURSAL MATORINI																																	
PLACAS	COOPERATIVA DUEÑA	DIAS DEL MES																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
A71A08K	PEIROCAT																																
A72A01K	PEIROCAT																																
A72A04K	PEIROCAT																																
A72A07K	PEIROCAT																																
A73A00K	PEIROCAT																																
A71A05K	PEIROCAT																																
A72A06K	PEIROCAT																																
A72A02K	PEIROCAT																																
A72A06K	PEIROCAT																																
A73A06K	PEIROCAT																																
A72A06K	PEIROCAT																																
A72A06K	PEIROCAT																																
A71A07K	PEIROCAT																																
A72A09K	PEIROCAT																																
A72A06K	PEIROCAT																																
A71A07K	PEIROCAT																																
A72A09K	PEIROCAT																																
30Z-FAK	VALENCAT																																
31J-ABP	VALENCAT																																
39K-ABP	VALENCAT																																

Fuente: *Disponibilidad de vehículos*. [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

<http://www.monografias.com/trabajos102/manual-organizacion-control-flota-vehiculos/manual-organizacion-control-flota-vehiculos2.shtml>. Consulta 19 de junio de 2015.

## Anexo 2. Rutina de mantenimiento preventivo

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO	EMPRESA SOCIEDAD DE CONSTRUCCIONES SOMOR C.A				
EQUIPO:	SERVICIO				
MARCA:					
MODELO:					
SERIE:	AMBIENTE				
Nº INV TÉCNICO					
I.D					
TRIMESTRAL	ESTADO				
	1	2	3	4	
1-VERIFICAR EL SISTEMA DE ESCAPE Y SILENCIADORES					
2- VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS INYECTORES DE					
3-VERIFICAR EL SISTEMA DE ILUMINACION (FAROS)					
4- VERIFICAR EL SISTEMA DE ENCENDIDO					
5- VERIFICAR CONDICIONES DE CAUCHO					
6- VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE RELOJES, MANOMETROS					
7- VERIFICAR CONDICIONES DE LAS HORQUILLAS Y CADENAS					
8- VERIFICAR CONDICIONES DE PEDALES DE : (ACELERACION,					
9- VERIFICAR CONDICIONES DE FRENO DE MANO					
10- VERIFICAR SISTEMA DE DIRECCION (TERMINALES,					
11- VERIFICAR CONDICIONES DE ARRANQUE Y RUIDOS					
12- VERIFICAR Y CORREGIR FUGAS DE GASOIL					
13-VERIFICAR Y CORREGIR FUGAS DEL RADIADOR, BOMBAS Y					
14- VERIFICAR FUGAS Y NIVEL DE ACEITE Y RUIDOS					
15- VERIFICAR FUGAS Y NIVEL DE ACEITE DEL DIFERENCIAL					
16- VERIFICAR EL CONVERTIDORDE PAR Y TRANSMISION					
17- VERIFICAR SI FALTA TUERCA DE LOS PERNOS DE LOS					
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RUTINARIO SEMANAL	ESTADO				
	1	2	3	4	
1- LAVADO Y DESENGRASE TOTAL DEL EQUIPO. USAR					
2- LIMPIAR COLMENA DEL RADIADOR CONAIRE/AGUA A					
3- LIMPIAR Y/O REEMPLAZAR FILTROS DE AIRE Y REVISAR					
4- COMPLETAR NIVEL DE ELECTROLITO DE LA BATERIA					
5- LIMPIEZA, AJUSTE E INSPECCION DE BORNES Y CABLES DE					
6- CAMBIAR ACEITE Y FILTRO DE MOTOR					
7- COMPLETAR AGUA AL RADIADOR					
8- DRENAR SEDIMENTOS DEL TANQUE Y FITLRO DE					
9- PURGA DE AIRE DEL SISTEMADE INYECCION DE					
10- AJUSTAR PERNOS Y TUERCASDE LOS CAUCHOS					
11- ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO (GRASA MULTIPLE EP-2)					

Fuente: *Evaluación de mantenimiento.*

[www.monografias.comhttp://www.monografias.com/trabajos91/evaluacion-y-diseno-sistema-gestion-mantenimiento/evaluacion-y-diseno-sistema-gestion-mantenimiento3.shtml](http://www.monografias.com/trabajos91/evaluacion-y-diseno-sistema-gestion-mantenimiento/evaluacion-y-diseno-sistema-gestion-mantenimiento3.shtml). Consulta: 20 de junio de 2015.

Anexo 3. **Tabla de operaciones de mantenimiento para camiones  
Freightliner**

N° de operación de mant.	Descripción de la operación	Intervalo de mantenimiento				
		IM	M1	M2	M3	M4
00-04	Lubricación y revisión de los niveles de fluidos	•	•	•	•	•
01-01	<i>Revisión del ensamble de soporte trasero del motor</i>				•	•
01-02	<i>Inspección de los paneles antirruído del motor</i>				•	•
01-03	Inspección del cableado del freno de motor Jacobs			•	•	•
01-04	Inspección de las bandas de impulsión del motor				•	•
09-01	Inspección del elemento del filtro de aire				•	•
13-01	Inspección del compresor de aire Bendix	•	•	•	•	•
15-01	Revisión del alternador, de las baterías y del arrancador	•			•	•
20-01	Revisión de la tapa del radiador			•	•	•
20-02	Lavado del radiador con agua a presión y cambio del líquido refrigerante					•
20-03	<i>Revisión del propulsor y del embrague del ventilador</i>			•	•	•
25-01	Lubricación del collarín del embrague	•	•	•	•	•
25-02	Lubricación del eje transversal de liberación del embrague	•	•	•	•	•
25-03	Lubricación de los componentes del acoplamiento del embrague	•	•	•	•	•
26-01	Lubricación e inspección de los tubos telescópicos del control de cambios, FLA y FLB	•	•	•	•	•
26-02	Lubricación del seguro de control de cambios e inspección del cilindro, FLA y FLB	•	•	•	•	•
26-03	Inspección de los yugos de pivote de la palanca de cambios, FLA y FLB				•	•
26-04	Lubricación de la barra de selección y de la rótula de la barra de pivote, FLA y FLB	•	•	•	•	•
26-05	Cambio del fluido y filtro de la transmisión Allison					•
26-06	Limpieza del tapón magnético de la transmisión manual, cambio de aceite y cambio del elemento filtrante de aceite (para vehículos con lubricantes a base de petróleo)*			•	•	•
26-07	Revisión y limpieza o reemplazo del filtro y regulador de aire de la transmisión			•	•	•
26-08	Revisión del nivel de aceite de la transmisión y revisión del respiradero		•	•	•	•

Fuente: *Manual de mantenimiento de camiones servicio pesado septiembre 2000.*

www.freightliner.com. Consulta: 18 de mayo de 2015.

Anexo 4. **Tabla de operaciones de mantenimiento para camiones  
Freightliner**

N° de operación de mant.	Descripción de la operación	Intervalo de mantenimiento				
		IM	M1	M2	M3	M4
31-01	Inspección de la quinta rueda	.	.	.	.	.
31-02	Lubricación de la quinta rueda	.	.	.	.	.
31-03	Revisión de la torsión de los sujetadores del chasis	.				
31-04	Inspección del mecanismo de la quinta rueda deslizable Holland			.	.	.
32-01	Inspección de la suspensión	.	.	.	.	.
32-02	Lubricación de la suspensión	.	.	.	.	.
32-03	Revisión de la torsión de los pernos U de la suspensión	.			.	.
33-01	Lubricación de los pasadores de muñón	.	.	.	.	.
33-02	Inspección y lubricación de los extremos de las barras de acoplamiento	.	.	.	.	.
33-03	Inspección de convergencia	.				
35-01	Revisión del respiradero del eje y del nivel de lubricante		.	.	.	.
35-02	Cambio del lubricante del eje, reemplazo del filtro de aceite y limpieza del colador magnético	.			.	.
40-01	Revisión de las tuercas de las ruedas y de las de los aros			.	.	.
41-01	Inspección de las líneas motrices	.	.	.	.	.
41-02	Lubricación de las líneas motrices	.	.	.	.	.

N° de operación de mant.	Descripción de la operación	Intervalo de mantenimiento				
		IM	M1	M2	M3	M4
42-01	Ajuste de los frenos—frenos de leva con ajustador de tensión manual	.	.	.	.	.
42-02	Lubricación del buje del soporte del eje de levas			.	.	.
42-03	Lubricación y revisión de los ajustadores de tensión manuales o automáticos (todos los modelos)	.	.	.	.	.
42-04	Inspección de los ajustadores de tensión automáticos Meritor			.	.	.
42-05	Revisión de los frenos de cuña	.	.	.	.	.
42-06	Inspección y lubricación de los frenos de cuña				.	.
42-07	Revisión del evaporador de alcohol			.	.	.
42-08	Limpieza del evaporador de alcohol Bendix			.	.	.
42-09	Reemplazo de la junta del evaporador de alcohol Bendix				.	.
42-10	Revisión del secador de aire Bendix (AD-2, AD-4, o AD-9)				.	.
42-11	Inspección del secador de aire Bendix o del postenfriador Anchorlok (Bendix AD-2, AD-4, AD-9, o Anchorlok)	.	.	.	.	.
42-12	Reemplazo del desecante del secador de aire Bendix (AD-2)					.

Fuente: *Manual de mantenimiento de camiones servicio pesado septiembre 2000*,  
www.freightliner.com, Consulta 18 de junio de 2015.

Anexo 5. **Tabla de operaciones de mantenimiento para camiones  
Freightliner**

Nº de operación de mant.	Descripción de la operación	Intervalo de mantenimiento				
		IM	M1	M2	M3	M4
42-13	Reemplazo del desecante del secador de aire Bendix (AD-4 o AD-9)					*
42-14	Limpieza del secador de aire CR Brakemaster (Modelo 62 ó 68)	*	*	*	*	*
42-15	Desatascamiento de la válvula automática de eyección del postenfriador Anchorlok			*	*	*
42-16	Revisión del funcionamiento de las válvulas Bendix de los frenos de aire (BP-R1 y E-12)				*	*
42-17	Desensamble, limpieza e inspección de las válvulas Bendix de los frenos de aire (BP-1, válvula de retención doble, E-6, PP-7, QR-1, R-6, R-14, SR-1, ST-3, TC-7, TP-5, TR-3)				*	*
42-18	Desensamble, limpieza, inspección y lubricación de las válvulas Bendix de los frenos de aire, (DV-2, PP-3 y válvula de retención sencilla)			*	*	*
42-19	Inspección y prueba de las válvulas Bendix de los frenos de aire (BP-1, BP-R1, LQ-5, PP-7, R-14 y TC-7)				*	*
42-20	Lubricación del actuador de la válvula Bendix del freno de pie (E-6 ó E-12) y prueba contra fugas (E-12)				*	*
42-21	Prueba de funcionamiento y prueba contra fugas de la válvula de eyección de humedad Sealco (Modelo 6300)			*	*	*
42-22	Revisión de la válvula de descarga rápida Midland y del interruptor de la válvula de control	*	*	*	*	*
42-23	Reemplazo del desecante del secador de aire Meritor WABCO System Saver 1000					*

Nº de operación de mant.	Descripción de la operación	Intervalo de mantenimiento				
		IM	M1	M2	M3	M4
46-01	Lubricación de la barra de dirección	*	*	*	*	*
46-02	Revisión del lubricante del mecanismo de dirección manual Ross, modelo 503	*	*	*		
46-03	Cambio de lubricante del mecanismo de dirección manual Ross, modelo 503				*	*
46-04	Lubricación del eslabón de arrastre y del cilindro de la dirección hidráulica	*	*	*	*	*
46-05	Revisión del nivel de líquido del depósito de la dirección hidráulica	*	*			
46-06	Cambio del líquido y del filtro del depósito de la dirección hidráulica			*	*	*
46-07	Lubricación del rodamiento del piso de la barra de dirección, FLA y FLB			*	*	*
46-08	Lubricación del mecanismo de dirección hidráulica Ross, serie TAS	*	*	*	*	*
46-09	Lubricación de la tapa de rodamiento del mecanismo de dirección hidráulica Sheppard	*	*	*	*	*
47-01	Revisión de los respiraderos de los tanques de combustible			*	*	*
47-02	Apretado de las tuercas de los flejes de los tanques de combustible, FLA, FLB y FLD	*	*	*	*	*
47-03	Limpieza de la copa de inspección del separador de combustible y reemplazo del elemento del filtro			*	*	*
49-01	<i>Inspección del sistema de escape</i>			*	*	*

Fuente: *Manual de mantenimiento de camiones servicio pesado septiembre 2000*,  
www.freightliner.com, Consulta: 18 de junio de 2015.

Anexo 6. **Ejemplo de inspecciones de maquinaria (grúa)**

Revisiones básicas de mantenimiento de una GHA		Antes de comenzar el trabajo	Diariamente	Semanalmente	Según las necesidades
Máquina completa	Control visual		X		
	Limpieza	X			
Nivel de aceite del motor, líquido de refrigeración del motor, aceite hidráulico	Control visual	X			
	Rellenado				X
Neumáticos	Control visual			X	
	Sustitución				X
Frenos	Comprobar		X		
	Servicio Técnico				X
Placas de Instrucciones y señales	Control visual		X		
	Sustitución				X
Grado de suciedad del radiador para motor y aceite hidráulico. Limpiar si es necesario	Control visual		X		
Lámparas de control	Comprobar	X			
	Sustitución				X
Parada de emergencia	Comprobar	X			
	Servicio Técnico				X
Conexiones eléctricas	Comprobar		X		
	Servicio Técnico				X
Pilotos o chivatos	Control visual	X			
	Servicio Técnico				X
Puerta de acceso	Comprobar	X			
	Servicio Técnico				X
Limpieza subida y bajada	Comprobar	X			
	Limpíar				X
Pegatinas y manual de instrucciones	Comprobar		X		
Círculo hidráulico	Comprobar	X			
	Servicio Técnico				X
Pluma y plumines	Comprobar	X			
	Servicio Técnico				X
Estabilizadores	Comprobar	X			
	Servicio Técnico				X
Cables, tambores y poleas	Comprobar	X			
	Servicio Técnico				X

Fuente: *Inspecciones de maquinaria*. [www.lineaprevencion.com](http://www.lineaprevencion.com)

<http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/IS41/html/cap-1/cap2.htm> , Consulta:

20 de junio de 2015.

## Anexo 7. Ejemplo de inspecciones de maquinaria

 J-30478086-9		CHEQUEO DEL VEHÍCULO			 Asociacin Cooperativa PETROCAT SOPORTE				
FECHA:		SUCURSAL ORIGEN:			MECANICO :				
DESCRIPCION									
MARCA	MODEL O	SERIA L	ANO	PLACA	KM. SALIDA	KM. ENTRADA			
CARACTERISTICAS									
Nota: Tilda el resultado de la inspección realizada, en caso de no aplicar coloca las siglas N/A (No aplica)									
Nivel de combustible: 1/4 <input type="checkbox"/> 1/2 <input type="checkbox"/> 3/4 <input type="checkbox"/> Full <input type="checkbox"/>									
No	REVISION	B	D	F	No	REVISION	B	D	F
1	Herramientas				14	Faro delantero izquierdo			
2	Caucho Repuesto				15	Faro delantero derecho			
3	Gato de Levante				16	Faros antiniebla			
4	Bateria				17	Luces intermitentes ó de emergencia delanteras			
5	Triángulo de Seguridad				18	Luces de cruce delanteras			
6	Retrovisor				19	Luces de ubicación delantera			
7	Espejo lateral derecho				20	Luces intermitente ó de emergencia traseras			
8	Espejo lateral izquierdo				21	Luces de cruce traseras			
9	Parabrisas delantero				22	Luces de ubicación traseras			
10	Parabrisas trasero				23	Luces de freno			
11	Cepillos del limpia parabrisas				24	Cauchos en uso			
12	Funcionamiento del limpia parabrisas				25	Latonería y pintura			
13	Tapicería				26	Latonería y pintura Furgones			
14	Reproductor					Alama			

LEYENDA: B=Bueno; D=Dañado; F=Faltante *Cuadro 4*

Fuente: *Inspecciones de maquinaria.*

www.monografias.comhttp://www.monografias.com/trabajos102/manual-organizacion-control-flota-vehiculos/manual-organizacion-control-flota-vehiculos2.shtml\_Consulta: 19 de junio de 2015.

Anexo 8. Ejemplo de inspecciones diaria de camión pluma o grúa

TREPESA		CHECK LIST DIARIO CAMIÓN PLUMA O GRÚA									
CERROALTO		PROYECTO CASERONES									
CONSORCIO TREPESA CERRO ALTO											
Identificación		N° Contrato		Fecha de Emisión							
		B2CA-K-101									
MARCA:		MODELO:		AÑO:							
				PATENTE:							
B: BUENO M: MALO N/A: NO APLICA											
ITEM	DESCRIPCIÓN	B	M	N/A	ESTADO	ITEM	DESCRIPCIÓN	B	M	N/A	ESTADO
DOCUMENTACIÓN	PERMISO CIRCULACIÓN AL DÍA					ACCESORIOS	EXTINTOR				
	SEGURO OBLIGATORIO AL DÍA						BOTIQUÍN				
	CERTIFICADO REVISIÓN TÉCNICA						TRIÁNGULOS (CONOS)				
	CERTIFICADO DE GASES						ALARMA RETROCESO				
LUCES	PROGRAMA MANTENCIÓN						BARROTE				
	ALTAS						LLAVE RUEDA				
	BAJAS						BOCINA				
	RETROCESO						CINTA REFLECTANTE				
	VIRAJE						PERTIGA				
	EMERGENCIA						BALIZA				
	FRENO						CINTURÓN DE SEGURIDAD				
	TERCERA LUZ FRENO						RADIO COMUNICACIÓN				
	ESTACIONAMIENTO					RELOJES INDICADORES					
	PATENTE					LIMPIA PARABRISAS					
NEUMÁTICOS	INTERIOR CABINA					JUEGO CUÑAS					
	LUZ PERTIGA										
	DELANTERO IZQUIERDO					NIVELES	ACEITE MOTOR				
	DELANTERO DERECHO						AGUA RADIADOR				
	TRASERO IZQUIERDO						ACEITE TRANSMISIÓN				
	INTERIOR IZQUIERDO						ACEITE HIDRÁULICO				
	TRASERO DERECHO						COMBUSTIBLE				
	INTERIOR DERECHO						BOTELLAS HIDRÁULICAS (FUGAS)				
REPUESTO					MANGUERAS HIDRÁULICAS (FUGAS)						
PERNOS					OPERADOR		LIC. MUN. AL DÍA (CLASE )				
PRESIÓN LBS. (AIRE)						LICENCIA INTERNA					
VORIOS	PARABRISA					GENERAL	CURSO MANEJO DEFENSIVO				
	LUNETAS (VIDRIO TRASERO)						ESTABILIZADORES				
	PUERTA IZQUIERDA					BRAZO GIRATORIO					
ESPEJOS	PUERTA DERECHA					ESCALERAS ACCESO					
	LATERAL IZQUIERDO					SISTEMA OPERACIONAL					
	LATERAL DERECHO					JUEGO PASADORES/ARTICULADORES					
	INTERIOR CABINA					POLEAS / CABLES					
						GANCHO					
						SEGURO GANCHO					
OBSERVACIONES:											
REALIZADO POR:				APROBADO POR:				REVISADO POR:			
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:			
CARGO:				CARGO:				CARGO:			
FIRMA:				FIRMA:				FIRMA:			

Fuente: Inspección de camión.

www.printeam.clhttp://www.printeam.cl/uploads/big/normal\_20121105124521.png

Consulta: 20 de junio de 2015.

## Anexo 9. Causas posibles según alertas de comportamiento de motores

### Fuentes potenciales de estados anómalos del motor

Estado	Fuente potencial
<b>Depósitos en el cigüeñal</b>	Temperatura elevada del aceite, Temperatura baja del aceite, Mala combustión, Filtrado del aceite deficiente, Fuga de gases, Condensación, Fugas en la camisa de agua, Ventilador o respiradero del cigüeñal taponado, Pulverización de aceite excesiva, Enfriamiento de pistón inadecuado
<b>Consumo de aceite alto</b>	Segmentos desgastados o agarrotados, Control ineficaz de los segmentos rascadores, Baja viscosidad del aceite, Alta presión del aceite, Fugas, Cilindros o pistones desgastados, Holgura de cojinetes excesiva, Nivel de aceite alto (cigüeñal), Vacío del cigüeñal alto, Caudal de aceite alto a los cilindros, Normal en aplicaciones de biogas/ gas fermentador
<b>Aceite a alta temperatura</b>	Sobrecarga continúa, Enfriamiento insuficiente de la camisa de agua, Enfriador de aceite atascado, Tubos de aceite obstruidos, Sedimentos en el cigüeñal, Cojinete recalentado, Viscosidad del aceite incorrecta, Aceite insuficiente en la bomba o el cigüeñal, Circulación de aceite insuficiente, Distribución incorrecta
<b>Combustión incorrecta</b>	Combustible inapropiado, Aire insuficiente, Temperatura baja de la camisa de agua, Agarrotamiento, Fugas u obstrucciones en los inyectores, Carga de cilindros desequilibrada, Presión de inyección baja, Sincronización de inyección incorrecta, Presión de compresión baja, Fugas o agarrotamiento en la admisión o carga baja de las válvulas de escape
<b>Agarrotamiento de segmentos</b>	Calidad del aceite baja, Sobrecarga continúa de funcionamiento, Nivel de aceite alto (cigüeñal), Vacío del cigüeñal alto, Caudal de aceite alto a los cilindros, Segmentos desgastados o débiles, Juego lateral de segmentos insuficiente, Pistones desgastados, Pistones o cilindros deformados, Temperatura del agua de la camisa alta o baja, Gas con alto contenido de siloxano

Fuente: *Fuentes de estados anómalos del motor.*

[www.signumoilanalysis.com](http://www.signumoilanalysis.com)  
<http://www.signumoilanalysis.com/signum-english/Files/signum-oil-analysis-condition-monitoring-fundamentals-spain.pdf>. Consulta: 20 de junio de 2015.

