



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

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN LA FLOTA DE TRANSPORTE PESADO, ADMINISTRADO POR UN SOFTWARE
PARA GESTIÓN DE ACTIVOS, EN LA EMPRESA MULTIGROUP, S. A.**

José Federico Cabrera Revolorio

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, enero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN LA FLOTA DE TRANSPORTE PESADO, ADMINISTRADO POR UN SOFTWARE
PARA GESTIÓN DE ACTIVOS, EN LA EMPRESA MULTIGROUP, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ FEDERICO CABRERA REVOLORIO
ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ENERO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN LA FLOTA DE TRANSPORTE PESADO, ADMINISTRADO POR UN SOFTWARE
PARA GESTIÓN DE ACTIVOS, EN LA EMPRESA MULTIGROUP, S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 15 de octubre de 2013



José Federico Cabrera Revolorio



Guatemala, 04 de noviembre de 2014
REF.EPS.DOC.1106.11.14.

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 **José Federico Cabrera Revolorio** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200715067, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA FLOTA DE TRANSPORTE PESADO, ADMINISTRADO POR UN SOFTWARE PARA GESTIÓN DE ACTIVOS, EN LA EMPRESA MULTIGROUP, S.A.**

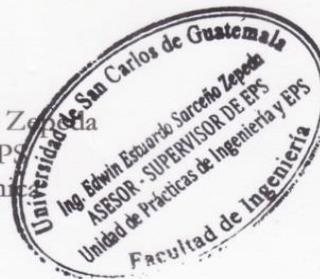
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
EESZ/ra



Guatemala, 04 de noviembre de 2014
REF.EPS.D.652.11.14

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA FLOTA DE TRANSPORTE PESADO, ADMINISTRADO POR UN SOFTWARE PARA GESTIÓN DE ACTIVOS, EN LA EMPRESA MULTIGROUP, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Federico Cabrera Revolorio** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

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



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.036.2015

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 Supervisor, con la aprobación del Director del Departamento de EPS, del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA FLOTA DE TRANSPORTE PESADO, ADMINISTRADO POR UN SOFTWARE PARA GESTIÓN DE ACTIVOS, EN LA EMPRESA MULTIGROUP, S. A.** Del estudiante **José Federico Cabrera Revolorio**, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"

MA. Ing. Julio Cesar Campos Raiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, enero de 2015.

Universidad de San Carlos
De Guatemala

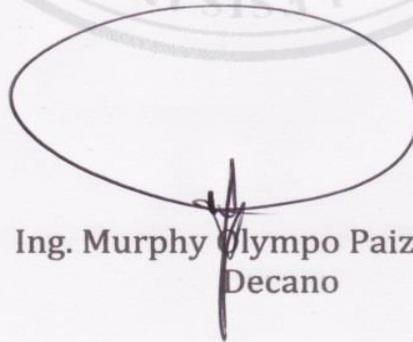


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 028.2015

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: **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA FLOTA DE TRANSPORTE PESADO, ADMINISTRADO POR UN SOFTWARE PARA GESTIÓN DE ACTIVOS, EN LA EMPRESA MULTIGROUP, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **José Federico Cabrera Revolorio**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 29 de enero de 2015

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

A mis padres

César Cabrera y Berta Revolorio, gracias por ser mis dos grandes pilares en la vida, gracias por estar siempre a mi lado. Sepan que este logro es gracias a ustedes; los amo.

A mis hermanos

Yanira, Renin y César Cabrera Revolorio, gracias por brindarme su apoyo cuando lo necesite. Gracias por enseñarme a no darme por vencido y que con esfuerzo todo es posible.

A mi familia

En especial a mi tía, Elva Cabrera, gracias por todo tu apoyo y comprensión, gracias por ser como mi segunda madre. Y a toda mi familia, gracias por su amabilidad y cariño.

A mis amigos

A mis amigos de la universidad por compartir esos gratos momentos a lo largo de mi carrera. A mis amigos de toda la vida, gracias por su amistad incondicional y siempre tener palabras de aliento cuando las necesite.

AGRADECIMIENTOS A:

- Universidad de San Carlos de Guatemala** Por permitirme formarme como profesional en la Escuela de Ingeniería Mecánica, por acogerme y realizar mis estudios en tan prestigioso recinto.
- Multigroup, S. A.** Por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado. Y permitirme poner en práctica algunos conocimientos.
- Departamento de Transportes y Logística** Por el apoyo dentro de la planta y compartir sus conocimientos.
- Mi asesor** Ingeniero Edwin Sarceño, por su paciencia y enseñanzas, gracias por ser mi guía, con su ayuda fue posible realizar este trabajo de graduación.

2.	FASE DE INVESTIGACIÓN (AHORRO ENERGÉTICO).....	17
2.1.	Ahorro energético.....	17
2.1.1.	Importancia del ahorro energético.....	17
2.1.2.	Instalaciones del taller.....	18
2.1.2.1.	Sistema de iluminación.....	20
2.1.2.1.1.	Cálculo de carga.....	20
2.1.2.1.2.	Costo estimado de carga.....	21
2.1.2.2.	Sistema de fuerza.....	22
2.1.2.2.1.	Cálculo de carga.....	22
2.1.2.2.2.	Costo estimado de carga.....	23
2.1.3.	Propuesta de ahorro energético del taller.....	24
2.1.3.1.	Mejoras para el sistema de iluminación.....	27
2.1.3.2.	Mejoras para el sistema de fuerza.....	28
3.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL (PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO).....	31
3.1.	Rutinas de mantenimiento recomendadas por los fabricantes de los automóviles.....	31
3.1.1.	Eje de dirección.....	31
3.1.2.	Eje de tracción.....	32
3.1.3.	Motor.....	32
3.1.4.	Transmisión.....	33
3.1.5.	Chasis.....	33
3.1.6.	Llantas.....	34
3.2.	Mantenimiento preventivo por períodos de tiempo.....	34

3.2.1.	Procedimientos de mantenimiento exclusivo para motores Cummins N14 y N14 Plus.....	35
3.2.1.1.	Mantenimiento diario	36
3.2.1.2.	Mantenimiento cada 10 000 kilómetros o cada 3 meses	38
3.2.1.3.	Mantenimiento cada 100 000 kilómetros o cada 2 años.....	41
3.2.1.4.	Mantenimiento cada 200 000 kilómetros o cada 3 años.....	48
3.2.2.	Mantenimiento preventivo para camiones y cabezales.....	52
3.2.2.1.	Mantenimiento diario para camiones de 5 toneladas	53
3.2.2.2.	Mantenimiento diario para camiones de 12,5 toneladas	55
3.2.2.3.	Mantenimiento regular para camiones de 5 y 12,5 toneladas	57
3.2.2.4.	Mantenimiento para cabezales de 25 toneladas	67
3.2.3.	Engrase y lubricación de los vehículos.....	71
3.2.3.1.	Importancia del engrase y lubricación periódico	72
3.2.3.2.	Engrase para camiones de 5 toneladas	74
3.2.3.3.	Engrase para camiones de 12,5 toneladas	76
3.2.3.4.	Engrase para cabezales de 25 toneladas	79
3.3.	Revisiones y mantenimientos periódicos.....	83

3.3.1.	Formatos para revisiones y mantenimientos periódicos	84
3.4.	Inventario de repuestos.....	88
3.5.	Normas y procedimientos para el mantenimiento	89
3.5.1.	Procedimientos antes y después de realizar un mantenimiento preventivo	89
3.5.2.	Procedimientos antes y después de realizar un mantenimiento correctivo	90
3.6.	Administración del mantenimiento mediante software para la gestión de activos.....	91
3.6.1.	Crear un mantenimiento preventivo	92
3.6.2.	Crear una orden de trabajo para un mantenimiento preventivo	93
4.	FASE DE DOCENCIA.....	95
4.1.	Importancia del mantenimiento autónomo para capacitaciones del personal	95
4.2.	Importancia de los historiales de mantenimiento preventivo y correctivo	96
4.3.	Capacitación del personal involucrado en el mantenimiento de los vehículos	97
4.3.1.	Personal administrativo	98
4.3.2.	Técnicos mecánicos.....	99
4.3.3.	Pilotos.....	99
	CONCLUSIONES.....	101
	RECOMENDACIONES	103
	BIBLIOGRAFÍA.....	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Imagen satelital de la Megaplanta, Multigroup, S. A.	1
2.	Organigrama del Departamento de Transportes y Logística.....	4
3.	Funcionamiento del motor de cuatro tiempos	9
4.	Componentes de una válvula.....	10
5.	Esquema del sistema de inyección electrónico L-Jetronic	11
6.	Caja de cambios mecánica de tres ejes.....	12
7.	Elementos principales de la dirección de un automóvil	13
8.	Sistema de frenos neumático.....	15
9.	Plano del taller	19
10.	Anillo de sello del adaptador roscado.....	40
11.	Posición correcta e incorrecta del tensor de banda automático	42
12.	Tubería del sistema de admisión de aire.....	43
13.	Orden de apriete de los tornillos de la carcasa de balancines	44
14.	Secuencia de apriete de tornillos de la carcasa del freno del motor	47
15.	Posición correcta del indicador de dial.....	48
16.	Forma de medir la tolerancia axial del cubo del ventilador.....	51
17.	Amortiguador de vibración	52
18.	Inspecciones diarios de camión Hino serie 300	54
19.	Puntos de engrase de resortes para los vehículos Hino serie 300	74
20.	Puntos restantes de engrase para los vehículos Hino serie 300.....	76
21.	Puntos de engrase de los resortes para los vehículos Hino serie 500, modelo FG	77

22.	Puntos restantes de engrase para los vehículos Hino serie 500, modelo FG	79
23.	Puntos de lubricación para cabezales	80
24.	Ajustador de tensión automático y sus partes	82
25.	Puntos de lubricación de la igualadora	82
26.	Puntos de lubricación de la quinta rueda	83
27.	Formato para revisiones diarias.....	85
28.	Formato para revisiones quincenales	86
29.	Formato para servicios completos, para camiones Hino serie 500, modelo FG	87
30.	Curva de la bañera o de Davies, en mantenimiento correctivo y preventivo	97

TABLAS

I.	Cálculo de consumo de energía para el sistema de iluminación	21
II.	Cálculo de consumo de energía para el sistema de fuerza	23
III.	Comparación entre iluminación HID de mercurio e iluminación LED.....	27
IV.	Secuencia de ajuste del inyector y válvulas.....	45
V.	Especificaciones del juego de válvula	46
VI.	Mantenimientos de reemplazo periódico de partes	58
VII.	Mantenimiento de un vehículo nuevo o después de una reparación completa	59
VIII.	Mantenimientos preventivos periódicos para camiones de 5 y 12,5 toneladas	60
IX.	Operaciones de mantenimiento para cabezales con capacidad de 25 toneladas	68
X.	Especificaciones de lubricantes.....	73

XI. Listado de puntos de lubricación y revisión del nivel de fluidos para cabezales..... 81

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
cm²	Centímetro cuadrado
I	Corriente
gal	Galón
°C	Grado Celsius
°F	Grado Fahrenheit
kgf	Kilogramo-fuerza
km	Kilómetro
kPa	Kilopascal
kWh	Kilovatio hora
lbf	Libra-fuerza
psi	Libra-fuerza por pulgada cuadrada
lb-pie	Libra-pie
l	Litro
m	Metro
m²	Metro cuadrado
mm	Milímetro
mi	Milla
N	Newton
N-m	Newton-metro
%	Porcentaje
P	Potencia
pulg	Pulgada

Q.

Quetzal

rmp

Revoluciones por minuto

W

Vatio

GLOSARIO

API	Instituto Americano del Petróleo
ATF	Fluido de Transmisión Automática
Cojinete	Elemento que permite el soporte de un eje permitiendo que realice el movimiento rotacional con un mínimo de resistencia.
Combustible	Sustancia que reacciona químicamente liberando calor y energía.
Desecante	Sustancia que elimina humedad del combustible
EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala, S. A.
<i>Fading</i>	Fijación de un líquido a una superficie
Filtro	Elemento usado para separar partículas finas de las gruesas a través de una maya celulosa que atrapa las partículas grandes.
Flota	Número mayor de cinco unidades de transporte
HID	Lámpara de alta intensidad de descarga

Indentación	Incrustaciones de un material en otro
IVA	Impuesto al Valor Agregado
LED	Diodo emisor de luz
Lubricante	Fluido que disminuye la fricción entre dos piezas en movimiento.
Lumen	Unidad para medir el flujo lumínico
Mecánico	Persona dedicada al manejo y arreglo de las máquinas.
Motor	Máquina que convierte energía térmica en movimiento o trabajo mecánico.
NTSD	Normas Técnica del Servicio de Distribución
PCV	Ventilación positiva del cárter
PMI	Punto muerto inferior
PMS	Punto muerto superior
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices
Técnico	Persona que posee los conocimientos específicos sobre una ciencia, arte u oficio.

Viscosidad

Es la oposición de un fluido a la deformación tangencial, es debida a las fuerzas de cohesión molecular.

RESUMEN

El mantenimiento en una flota de transporte es de vital importancia; es por ello que en los últimos años han salido nuevas tecnologías que ayudan a mejorar la gestión de todos los tipos de mantenimiento, una tecnología que está en auge es la administración por medio de software. Es por ello que el presente trabajo tiene la finalidad de proponer un mantenimiento preventivo para una flota de transporte el cual pueda ser administrado por un software de gestión de activos.

Se inicia describiendo algunos datos importantes de la empresa, como lo son su historia, misión, visión entre otros. Para continuar con una breve descripción del problema que aqueja a la flota de transporte, en donde se resaltan algunos puntos claves para poder entender el porqué, de buena parte de las fallas que presentan los vehículos más frecuentemente. Luego se hace una breve descripción de los componentes más importantes que conforman un vehículo, así como detallan el funcionamiento de estos componentes.

Se continúa con la descripción de una propuesta de ahorro energético para las instalaciones del taller mecánico, dicha propuesta puede ser aplicada a toda la planta. Se hace un análisis y cálculos de los diferentes consumos que hay en el taller; para luego proponer por separado algunas medidas que se deben adoptar para lograr tener resultados positivos en el consumo de energía.

Se hace una propuesta en concreto para el mantenimiento preventivo de la flota, la cual consta una descripción con datos técnicos sobre algunos mantenimientos especiales que deben realizarse, dando los tiempos específicos

en que se deben realizados y como deben realizarse. Más adelante se dan los mantenimientos diarios y mantenimientos preventivos que deben hacerse a los vehículos, cada uno de estos mantenimientos preventivos tiene un kilometraje diferente para ser realizado. Para finalizar el capítulo dan los diagramas de lubricación y engrase para cada vehículo, continuando con unos formatos para revisiones periódicas y una breve descripción de cómo crear algunas tareas de mantenimiento en el software para la gestión de activos.

Finalmente se hace ver la importancia de capacitar al personal encargado del mantenimiento, se dan algunos lineamientos que las capacitaciones deben llevar, puesto que estas deben ser periódicas debido que se adquieren nuevos vehículos con el tiempo y estos requieren de nuevos conocimientos para poder darles un mantenimiento adecuado. Sea hace ver el rol que cada personal que esté involucrado en dicho mantenimiento debe tener.

OBJETIVOS

General

Crear una propuesta para implementación de mantenimiento preventivo en la flota de transporte pesado, administrado por un software para la gestión de activos. Determinando nuevas rutinas de mantenimiento y descripción de algunas tareas de mantenimiento especiales.

Específicos

1. Definir nuevas rutinas y períodos de mantenimiento en cada una de las unidades de la flota, con el fin de optimizar su funcionamiento.
2. Proponer un plan de ahorro energético en el taller mecánico, que pueda ser aplicado en toda la planta.
3. Evitar que una unidad de la flota se mantenga sin funcionamiento durante largos períodos.
4. Definir los procedimientos de ejecución en las tareas de mantenimiento preventivo.
5. Indicar los lineamientos para la capacitación del personal encargado del manejo de las unidades, técnicos mecánicos y personal administrativo; haciéndoles ver la importancia y los beneficios que conlleva un adecuado mantenimiento preventivo.

INTRODUCCIÓN

El transporte pesado es de suma importancia en una industria ya que constituyen el medio para la entrega de mercadería, asimismo, el recibo de suministros y materia prima, su importancia es tal, que si un vehículo sufre una falla grave y queda sin circulación por un largo período de tiempo puede causar cuantiosas pérdidas económicas.

Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento la flota de transporte pesado, conlleva una mayor productividad y horas de trabajo a costos de operación más rentables, lo cual se traduce en un aumento de activos y una reducción de gastos para una empresa. Por lo que una adecuada administración y conservación de los vehículos es de vital importancia.

Dicha administración y conservación se lleva a cabo de una forma más eficiente cuando se tiene el apoyo de un software para la gestión de activos; un software ayuda para la agilización y automatización en la generación de las órdenes de trabajo y servicio. También ayuda para mantener un inventario adecuado de repuestos en cada uno de los vehículos; de este modo también se logra saber con anticipación la fecha exacta y lo que requiere cambio en los vehículos. Con el software se pueden dar los lineamientos exactos de cómo hacer ciertos trabajos para así evitar errores en la mano de obra, garantizando así un adecuado funcionamiento en los vehículos.

Conforme pasa el tiempo se incorporan nuevas tecnologías a los vehículos, por lo que se hace necesario el tener un personal técnico y administrativo lo suficientemente capacitado para tomar decisiones y medidas

que lleven a la pronta reparación de cualquier falla que pueda presentarse en los vehículos. La gestión de activos por medio de software representa una herramienta de gran utilidad, la cual ahorra tiempo y dinero si se utiliza adecuadamente.

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción de la empresa

Con más de 25 años de experiencia en la industria, Multiperfiles evoluciona a Multigroup posicionándose como el grupo líder en acero de la región centroamericana, ofreciendo la más amplia variedad de productos derivados del acero. Multigroup cuenta con 3 centros productivos.

1.1.1. Ubicación de la empresa

La empresa se encuentra ubicada al sur de la ciudad capital, en el kilómetro 39 carretera al Pacífico, Palín, Escuintla. En la figura 1 se muestra una fotografía aérea del lugar.

Figura 1. **Imagen satelital de la Megaplanta, Multigroup, S. A.**



Fuente: <https://maps.google.com.gt>. Consulta: 02 de mayo de 2014.

1.1.2. Misión de la empresa

“Somos una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos de acero a nivel nacional e internacional, cumpliendo con los estándares de calidad, mediante la innovación y tecnología de punta, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, contribuyendo al crecimiento de los colaboradores y maximizando la inversión de los accionistas.”

1.1.3. Visión de la empresa

“Ser la mejor opción para adquisición de productos de acero, a nivel nacional e internacional, superando para ello las expectativas de nuestros clientes.”

1.1.4. Valores de la empresa

Existen valores que deben tomarse en cuenta por las empresas, ya que suelen tomar mucha importancia cuando se actúa y se interactúa en todos los ámbitos que abarcan las ideas de negocios que se llevan a cabo dentro de la compañía.

- Honestidad

“En la realización de las funciones y atribuciones asignadas por la empresa y en las relaciones humanas dentro y fuera de la Corporación.”

- Actitud

“Tener disposición para la pro-actividad, positivismo, tolerancia y madurez en todas sus funciones y atribuciones.”

- Servicio

“Empatía, ser buen oyente, rapidez de respuesta con clientes y colaboradores.”

- Lealtad

“Fidelidad para la Corporación, jefes, colaboradores y compañeros.”

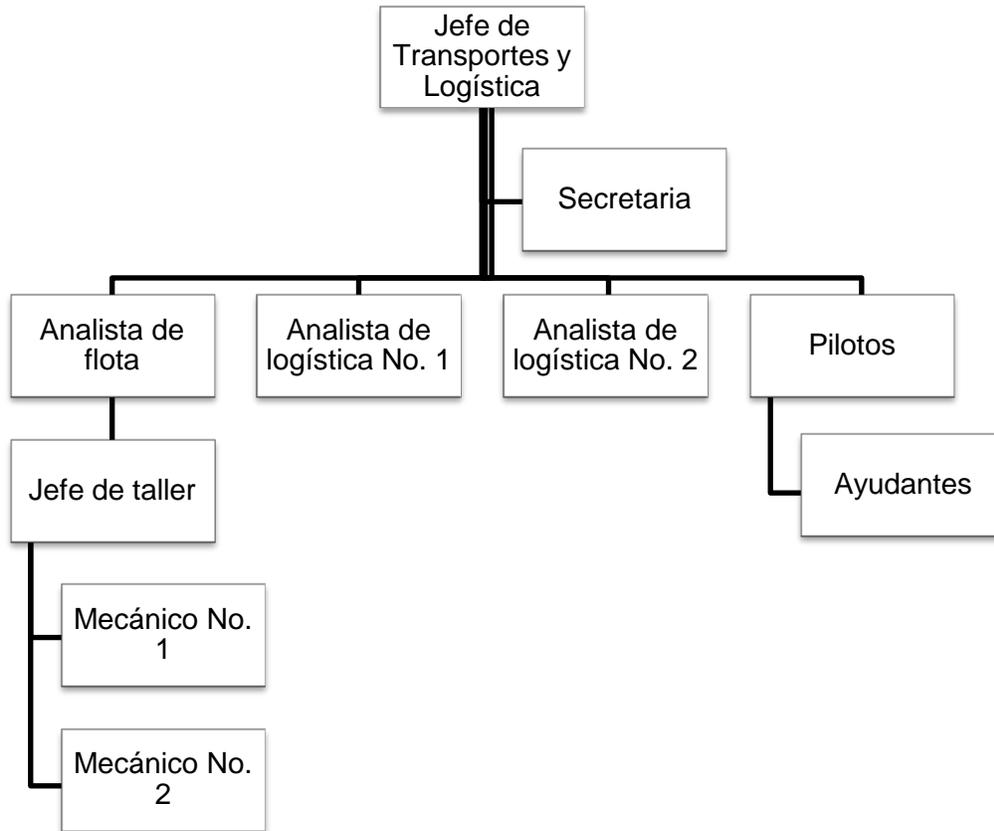
- Calidad

“Implica excelencia en los productos, en los procesos y en la interacción diaria con clientes y colaboradores.”

1.2. Organigrama del Departamento de Transportes y Logística

El departamento está estructurado de tal manera que cada vez que se realiza una reparación en una unidad de transporte, se coordine todas las actividades con el jefe del departamento.

Figura 2. **Organigrama del Departamento de Transportes y Logística**



Fuente: Multigroup, S. A.

1.3. Descripción del problema

Multigroup es una empresa dedicada a la producción de tubería y perfiles de acero, así también fabrican y distribuyen todo tipo de varillas de construcción. Cuenta con una flota de transporte pesado de 36 unidades y en aumento (8 cabezales con capacidad de carga de 500 quintales, 16 camiones con plataforma con capacidad de 250 quintales, 8 camiones con estructura con capacidad de 100 quintales, 4 camiones doble cabina con capacidad de 20 quintales).

El mantenimiento a la flota no ha sido el adecuado a lo largo de muchos años, por lo que es de vital importancia la implementación de un plan de mantenimiento preventivo y la respectiva documentación del estado actual de la unidades, puesto que son temas olvidados por la empresa y se busca que los tiempos muertos en las unidades sean mínimos.

- Antecedentes

En la empresa no se cuenta con una adecuada administración y conservación en la flota de transporte pesado, por lo cual se requiere un control más estricto y ordenado. Anteriormente dicha conservación en los vehículos la hacía una empresa contratada, pero debido a ciertos detalles se decidió realizar dicha administración de la flota dentro de la empresa. Por lo que con la optimización en flota la empresa pretende incrementar el número de entregas en los productos derivados del acero.

- Justificación

El proyecto surge primordialmente por la necesidad de la empresa por tener una conservación adecuada sobre la flota de transporte pesado, el no hacerlo les trae gastos innecesarios que podrían haberse evitado y otros problemas derivados con las entregas de mercadería lo cual da una mala imagen ante los clientes. Es por ello que es de vital importancia el mantener en óptimas condiciones cada uno de los vehículos del transporte.

- **Formulación y delimitación del problema**

El problema principal es la falta de una adecuada conservación de la flota, así como también el poco conocimiento de mecánica automotriz por parte de algunos pilotos. La falta de un inventario adecuado de repuestos trae consigo problemas, porque al momento de no disponer de un determinado repuesto se deja sin reemplazarlo y esto repercute en que con el tiempo el vehículo deja de funcionar y se necesita una reparación más minuciosa.

El servicio en algunas unidades no es realizado a su debido tiempo, lo cual arrastra problemas como un gasto más alto de combustible y se corre el riesgo que el motor, que es el corazón del vehículo, falle y quizá necesite de un *overhaul*.

- **Alcances**

Los límites son tanto de carácter económico, así también se tiene la limitación de que en algunos aspectos no se cuenta con el apoyo pleno de algunos departamentos de la empresa. Por la parte económica, la limitación sería que la empresa necesita un proyecto rentable a un corto período de tiempo y optimizando recursos.

1.4. Generalidades del automóvil

El automóvil hoy en día constituye uno de los medios de transporte más utilizados, su uso es tanto personal como comercial, en el ámbito comercial es donde se concentra el eje principal para la entrega de mercadería en una industria.

A continuación definirán de manera muy general algunas de las partes principales del automóvil, como lo son el motor, la transmisión, la dirección entre otras para su funcionamiento.

1.4.1. El motor

El motor es un conjunto de mecanismos que producen energía térmica a partir de otra forma de energía, en los motores para automóviles este tipo de conversión es térmica, es decir, que transforman energía calorífica en energía mecánica.

El principio de funcionamiento del motor se da cuando el combustible es quemado, con esto se produce una gran cantidad de energía y una transformación de gases; con el calor el volumen de los gases se aumenta, dicho aumento de volumen implica un aumento en la presión, debido a que dicha combustión se produce en una cámara cerrada. La fuerza que es originada por dicha presión es la que se emplea para mover, mediante mecanismos (émbolo, bielas, cigüeñal) el vehículo.

- Tipos de motores

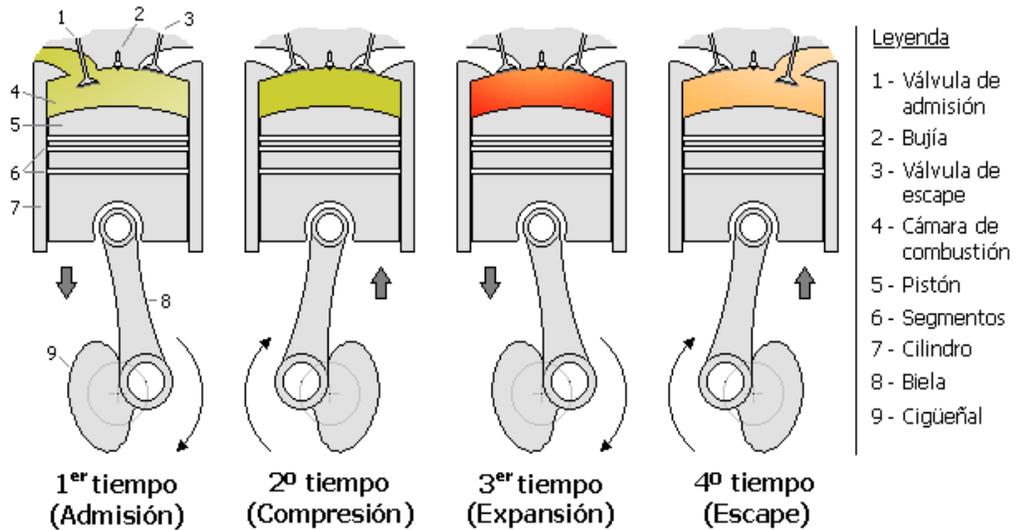
Los motores de gasolina son aquellos en donde la mezcla de combustible y aire se hace fuera del motor, ya sea por medio de un carburador o por inyección electrónica, cuando dicha mezcla entra en la cámara de combustión, es comprimida y finalmente encendida mediante una chispa producida por una bujía.

En los motores diesel la mezcla se produce en la misma cámara de combustión, primero entra el aire, el cual es comprimido y, a causa de ello

calentado, al final entra en combustible pulverizado, el cual se quema al encontrarse con el aire comprimido y caliente, sin necesidad de chispa.

- Funcionamiento del motor de cuatro tiempos
 - Admisión: es la primera fase de funcionamiento del motor, en esta se abre la válvula de admisión y desciende el émbolo. Entra mezcla de aire y combustible o solo aire según sea el caso. El cigüeñal ha girado media vuelta.
 - Compresión: es la segunda fase de funcionamiento del motor, en la cual las dos válvulas están cerradas y el émbolo sube comprimiendo la mezcla, hasta reducir su volumen al espacio que forma la cámara de combustión. El cigüeñal ha girado una vuelta completa.
 - Explosión: es la tercera fase llamada también expansión, en esta se produce en encendido y explosión de la mezcla, liberando gran cantidad de energía, en el momento que el émbolo ha superado el PMS, es donde comienza a bajar. Esta expansión es la que proporciona la fuerza para que el motor funcione. El cigüeñal ha girado una vuelta y media.
 - Escape: es la cuarta fase, se da cuando el émbolo llega al PMI, se abre la válvula de escape y el émbolo comienza a subir, liberando los gases quemados al exterior, completando de esta forma el ciclo de funcionamiento. El cigüeñal ha girado dos vueltas completas, luego de esto se repiten de nuevo los ciclos anteriores.

Figura 3. **Funcionamiento del motor de cuatro tiempos**



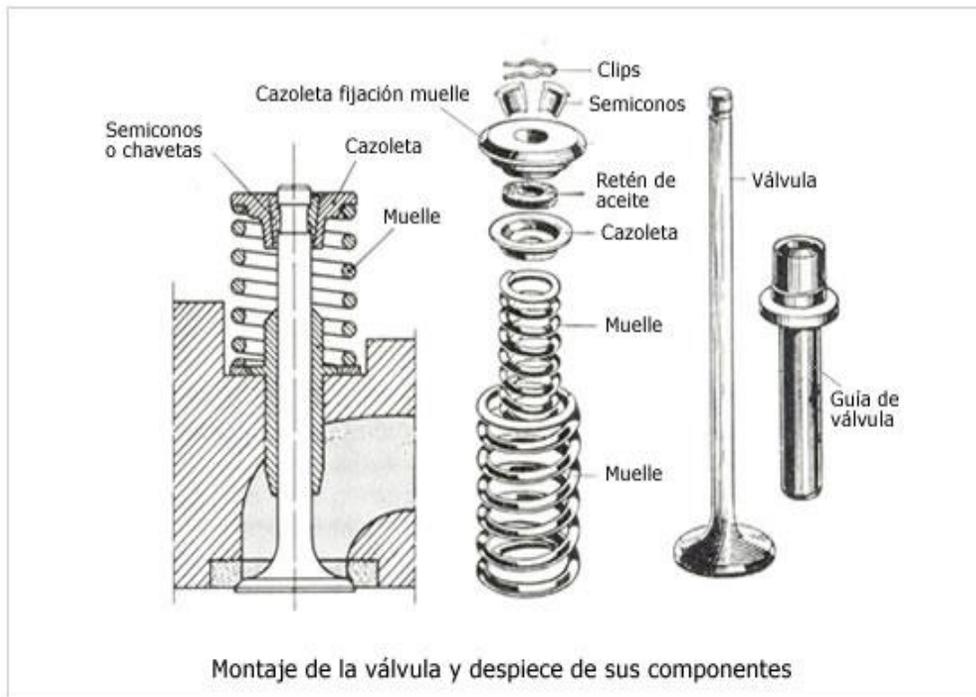
Fuente: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Ciclo_de_cuatro_tiempos.png.
Consulta: 3 de mayo de 2014.

1.4.2. **Distribución**

Es el sistema encargado de mantener el interior del cilindro bien cerrado, para comunicarlo con el sistema de admisión y escape en los momentos oportunos, mediante la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.

Los componentes que intervienen en la distribución son: conjunto de válvulas, el árbol de levas, los mandos de accionamiento del árbol de levas y los mandos de accionamiento de las válvulas.

Figura 4. Componentes de una válvula



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/imagescursomec/valvula-montaje.jpg>.

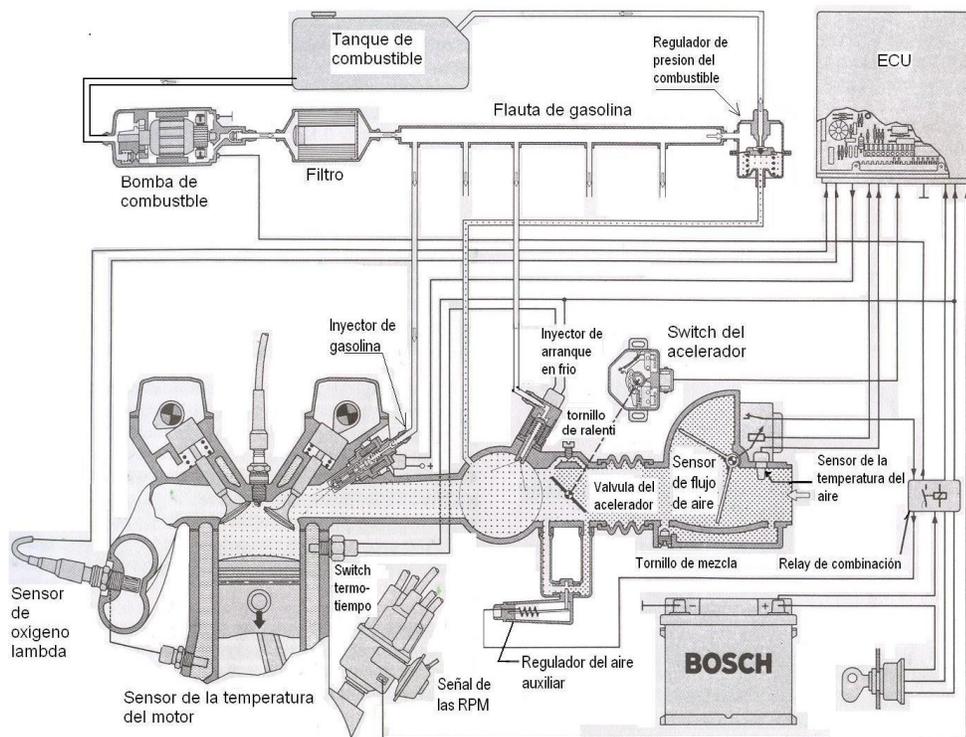
Consulta: 3 de mayo de 2014.

1.4.3. Inyección

Actualmente el sistema de inyección más utilizado es de inyección indirecta, el cual consiste en inyectar el combustible en el colector de admisión muy cerca de la válvula. Estos sistemas de inyección son clasificados por el procedimiento empleado para dosificar el combustible; siendo estos del tipo mecánico en donde los más conocidos son: K-Jetronic, KE-Jetronic, DL Zenit y otros. Y los del tipo electrónico siendo los más conocidos: L-Jetronic, LE-Jetronic, Mono-Jetronic. Cabe mencionar que sistemas de inyección electrónica

hay muchos, ya que actualmente varios fabricantes de automóviles tienen su propio sistema de inyección.

Figura 5. **Esquema del sistema de inyección electrónico L-Jetronic**



Fuente: <http://www.fullmecanica.com/images/stories/l-l-jetronic.jpg>.

Consulta: 3 de mayo de 2014.

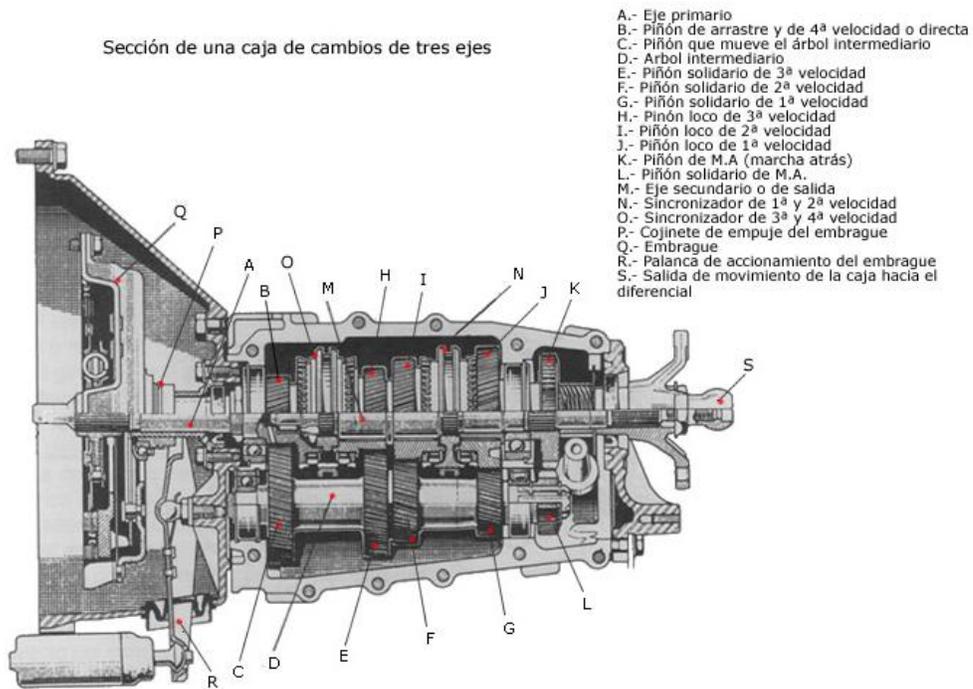
1.4.4. **Caja de cambios**

Las cajas de cambios están constituidas por parejas de piñones que proporcionan distintas reducciones, estos disminuyen la velocidad de giro y a acusa de ello aumentan el par. La mayor reducción es la 1ª velocidad, luego la 2ª y así hasta la 5ª o 6ª velocidad, adicional a reversa o marcha atrás. Las

velocidades más altas ya no suelen ser reducciones, son directas o superdirectas, es decir, que en lugar de reducir multiplican.

Las cajas mecánicas hay de dos o tres ejes, así también hay cajas automáticas en donde los cambios son realizados por un sistema hidráulico que selecciona la velocidad convenientemente.

Figura 6. **Caja de cambios mecánica de tres ejes**



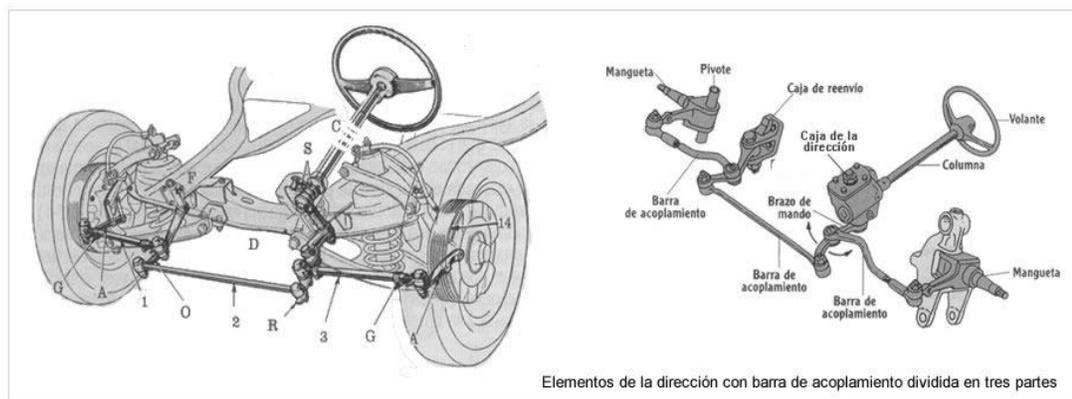
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/images-caja-cambios/caja-tres-ejes.jpg>.

Consulta: 3 de mayo de 2014.

1.4.5. Dirección

La dirección es el conjunto de elementos que orientan las ruedas delanteras para que el automóvil tome la trayectoria deseada. Convierte el movimiento de giro del volante en una desviación angular de las ruedas directrices.

Figura 7. Elementos principales de la dirección de un automóvil



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/images-direcc/direcc-trespares.jpg>.

Consulta: 3 de mayo de 2014.

1.4.6. Frenos

El sistema de frenos es el que absorbe la energía cinética del automóvil, lo cual realiza haciendo rozar las superficies de dos piezas, una de ellas gira con la rueda, mientras que la otra permanece estática. Hay dos tipos de sistemas de frenos: el de tambor y el de disco.

1.4.6.1. Frenos de tambor *versus* frenos de disco

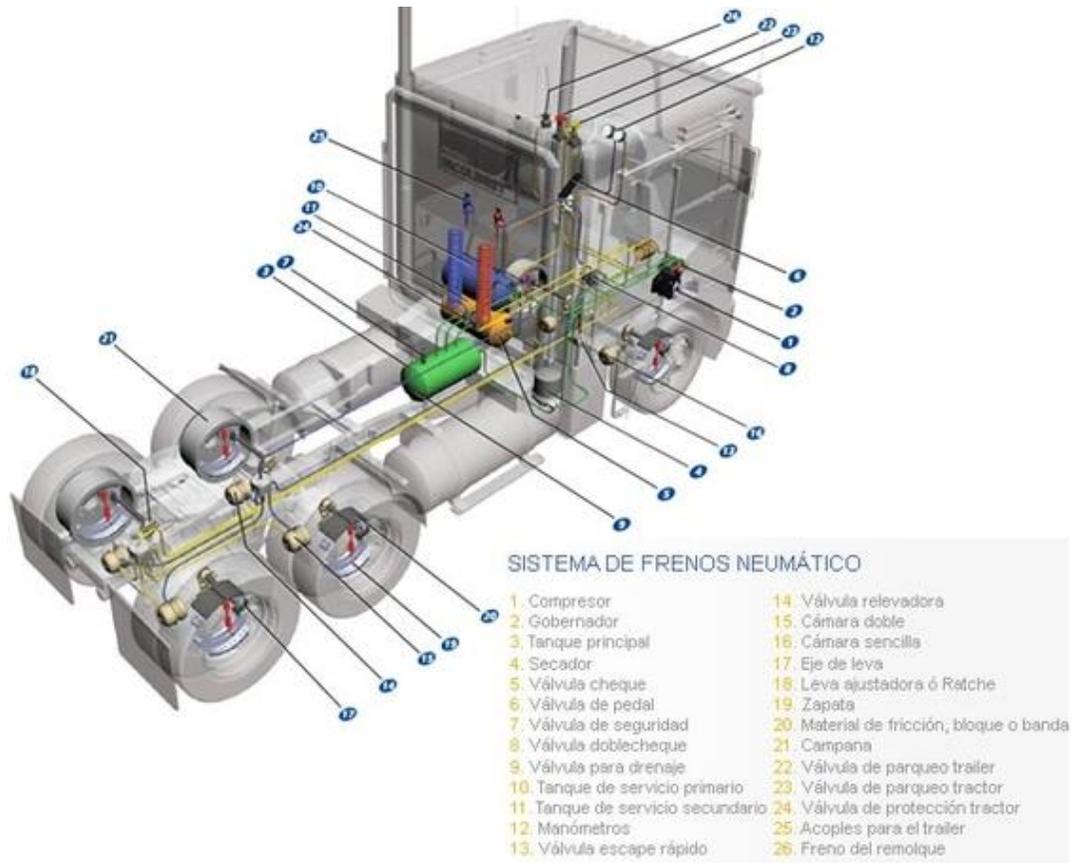
Ambos sistemas de frenado conviven entre los vehículos del mercado, cada uno tiene cosas buenas y malas. En automóviles de altas prestaciones, el uso de frenos de disco es imprescindible, pero en los más modestos, los de tambor pueden dar un buen resultado a un coste muy inferior.

- El fading: la disminución del coeficiente de rozamiento y la baja excesiva del pedal conllevan un desvanecimiento de las fuerzas de frenado. El *fading* es mucho mayor en los frenos de tambor que en los frenos de disco.
- Los frenos de tambor, debido al efecto autoblocante de las zapatas son más eficaces.
- El freno de disco es menos afectado por las variaciones del coeficiente de rozamiento, por lo que resulta más progresivo y estable.
- El freno de tambor se presta mejor a incluir en él el mecanismo del freno de mano.

1.4.6.2. Sistema de frenos neumático

El sistema de frenos neumático es más utilizado en transporte pesado, debido a que se aumenta la presión de frenado.

Figura 8. Sistema de frenos neumático



Fuente: <http://www.incolbest.com/typo3temp/pics/600x493xc1ec78858c.jpg.pagespeed.ic.oxmC4-OJ4S.webp>. Consulta: 3 de mayo de 2014.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN (AHORRO ENERGÉTICO)

2.1. Ahorro energético

Es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en una empresa.

Lo que se mide por tanto en términos de eficiencia energética son las variaciones que experimenta la proporción entre el nivel de actividad y el consumo de energía durante un período de tiempo, sin los cambios estructurales del entorno.

2.1.1. Importancia del ahorro energético

Por decirlo de una manera sencilla, reducir el consumo de energía se logra mejorando la eficiencia de las tecnologías que producen y utilizan energía eléctrica, fomentando de esta manera más fuentes de energía renovables, todo ello con el fin de obtener beneficios económicos y ambientales.

La importancia del ahorro energético es fundamental para el aprovechamiento de los recursos que son utilizados en los procesos laborales. Dicho ahorro tiene un gran impacto tanto en el núcleo de la empresa, así como también fuera de ella, de tal manera que desde fuera se ve como una industria con responsabilidad social empresarial.

La importancia del ahorro energético conlleva toda una serie de impactos locales y regionales como:

- Ahorrar energía tiene un impacto positivo sobre el medio ambiente. La mayoría de la electricidad proviene de la energía producida por combustibles fósiles como petróleo, gas natural y carbón. Estos combustibles se encuentran de forma natural en la tierra y en la mayoría de los casos requieren perforación o minería del medio ambiente para que esté disponible. Estos procesos de extracción vienen con muchos riesgos de contaminación ambiental desde operaciones de minería, perforación de fugas o explosiones.
- El beneficio más inmediato del ahorro de electricidad es la cantidad de dinero que se puede ahorrar cada mes en las facturas de servicios de electricidad.
- Ahorrar energía también equivale a disminuir el consumo de combustibles fósiles en la generación de electricidad, evitando también la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, es decir, que se reducen así las emisiones del efecto invernadero y afectando positivamente el entorno.

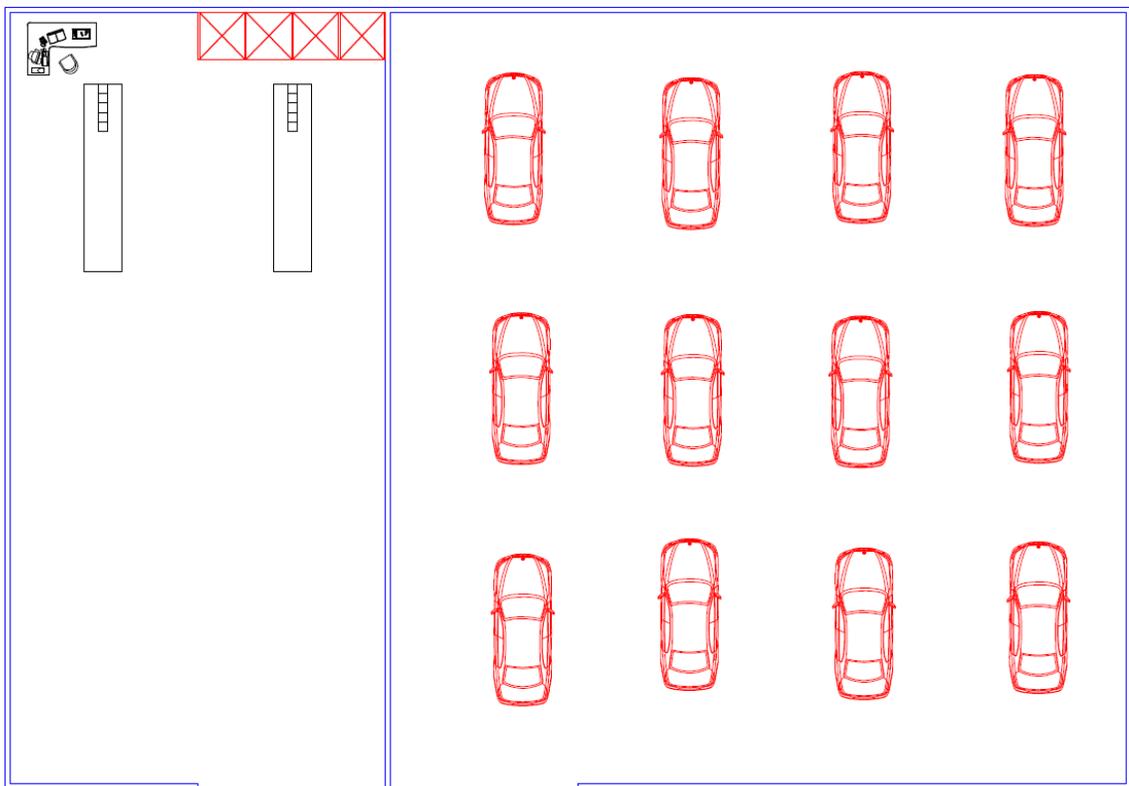
2.1.2. Instalaciones del taller

Las instalaciones eléctricas están compuestas tanto por el circuito de iluminación como también el circuito de fuerza. El taller es un área de 300 metros cuadrados, lo que cual es bastante pequeño, cuenta adicionalmente con un parqueo para los vehículos en espera para reparación con un área de 600 metros cuadrados, el área del parqueo no es muy utilizada, ya que el sacar de

circulación a un vehículo para reparación es un proceso complejo, puesto que siempre hay presión de los altos directivos de la empresa para que se completen cierta cantidad de entregas mensuales.

Toda la estructura incluyendo el área de taller y parqueo cuenta con 6 lámparas de 400 watt cada una, así también cuenta con 12 tomacorrientes trifásicos de 220 voltios y 50 amperios, cuenta también con 12 tomacorrientes monofásicos de 110 voltios y 15 amperios.

Figura 9. **Plano del taller**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

2.1.2.1. Sistema de iluminación

El sistema de iluminación es solamente la parte del alumbrado, dicho sistema es de gran importancia, ya que gracias a la cantidad de lúmenes y a la temperatura del color es que se puede hacer un trabajo bien realizado sin errores, cuando el trabajo es más minucioso la cantidad de lúmenes aumenta.

2.1.2.1.1. Cálculo de carga

A continuación se detallará cuál sería la carga estima para un mes de consumo en el sistema de iluminación. Cabe destacar que el tiempo que las lámparas permanecen encendidas es aproximado, así también que muchas las empresas industriales hoy en día no toman en cuenta los cálculos necesarios para el alumbrado.

Es importante recalcar que el consumo de potencia se da en kilovatio hora, para efectos de cálculo se hace el equivalente que, 1 watt es igual a 1 vatio. Así también que, 1 kilovatio hora es el equivalente a mantener un consumo de potencia de 1 000 vatios durante una hora.

Tabla I. **Cálculo de consumo de energía para el sistema de iluminación**

Cantidad de lámparas	Potencia consumida (vatios)	Horas de uso diario	Energía consumida
6	400	4	9 600
2	100	4	400
Total consumo energético diario (kWh/día).			10,00
Total consumo energético mensual (kWh), con 24 días hábiles.			240

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse en la tabla el consumo de energía mensual es aproximadamente 240 kilovatios hora. Este consumo es bastante excesivo, ya que en la empresa no se cuenta con políticas de eficiencia energética, pero más adelante se verán algunas propuestas para un eficiente consumo.

2.1.2.1.2. Costo estimado de carga

De acuerdo con datos de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S. A. (EEGSA) el costo del kilovatio hora es de Q. 1,638076, lo cual aplica solo la ciudad capital y sus municipios, Escuintla entre otros. Adicional a esto se debe agregar un costo fijo de Q. 9,94, más el 12 por ciento del IVA y generalmente 10 por ciento de tasa municipal.

Total a pagar = $(1,638076 \times 240) + 9,94 + (393,14 \times 0,12) + (393,14 \times 0,10) = 491,76$.

El costo total solo por el sistema de iluminación sería de Q. 491,76 mensuales.

Es importante aclarar que las industrias en Guatemala pagan tarifas distintas a la mencionada anteriormente, puesto que consumen grandes cantidades de energía mensualmente, pagan adicional: un cargo por potencia máxima, un cargo por potencia contratada y un último cargo adicional por incumplimiento de la NTSD.

2.1.2.2. Sistema de fuerza

El sistema de fuerza está constituido por la red de tomacorrientes y las diferentes herramientas que se conectan a ella, en muchos casos dichas herramientas generan corrientes parásito lo cual aumenta el consumo de energía.

2.1.2.2.1. Cálculo de carga

Se detallará cuál sería la potencia consumida en un mes por el sistema de fuerza y las herramientas y aparatos conectados a ella. Al igual que el sistema de iluminación el tiempo que permanecen encendidos los aparatos y herramientas es estimado.

Cabe destacar que la potencia consumida de algunas herramientas se debe calcular, para este efecto se debe multiplicar el amperaje por el voltaje al que trabajan, es decir, la fórmula quedaría así:

$$P = I * V,$$

Donde:

P es la potencia en watts,

I es la corriente en amperios y

V el voltaje en voltios.

Tabla II. **Cálculo de consumo de energía para el sistema de fuerza**

Nombre y cantidad de herramientas	Potencia consumida (vatios)	Horas de uso diario	Consumo de energía
Cargador de baterías, 1	4,400	1	4 400
Hidrolavadora, 1	1 700	3	5 100
Máquina de soldar, 1	11 000	2	22 000
Pulidora de 9 pulgadas, 2	2 700	2	10 800
Barreno de ½ pulgada, 2	1 100	2	4 400
Radio portátil, 2	2	2	8
Computadora con impresora, 1	250	8	2 000
Total consumo energético diario (kWh/día)			48,708
Total consumo energético mensual (kWh), con 24 días hábiles			1 168,992

Fuente: elaboración propia.

El consumo de energía mensual del sistema de fuerza es de 1 168,992 kilovatios hora; esto es un dato bastante elevado comparado con la iluminación, muchas veces este exceso de consumo se debe a las herramientas se utilizan innecesariamente.

2.1.2.2.2. Costo estimado de carga

A continuación se detallará cuál es el costo mensual del sistema de fuerza, al igual que en los cálculos del sistema de iluminación se toman en cuenta los precios proporcionados por la EEGSA, el costo del kilovatios hora es de Q. 1,697928 (al sobrepasar los 300 kWh de consumo, el costo del kWh sube), lo cual aplica solo la ciudad capital y sus municipios, Escuintla entre

otros. Adicional a esto se debe agregar un costo fijo de Q. 9,94, más el 12 por ciento del IVA y generalmente 10 por ciento de tasa municipal.

Para efectos de cálculo el consumo se aproxima una unidad, es decir, se toma como consumo mensual 1 169 kilovatios hora.

Total a pagar (fuerza): $(1\ 169 * 1,697928) + 9,94 + (1\ 984,88 * 0,12) + (1984,88 * 0,10) = 2\ 433,68$

El costo total solo por el sistema de fuerza seria, Q. 2 433,68 mensuales.

Se suman los dos consumos el de iluminación y fuerza, queda un costo total de, Q. 2 925,44 mensuales y un consumo energético total de 1 409 kilovatios hora mensuales.

2.1.3. Propuesta de ahorro energético del taller

El objetivo de dicha propuesta es fomentar en toda la empresa, la formación de cada uno de sus trabajadores en la cultura del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, para contribuir con un desarrollo sustentable.

Para poder lograr resultados óptimos en el ahorro energético en toda la planta es necesario llevar a cabo las siguientes propuestas:

- Desarrollar una cultura de ahorro de energía eléctrica entre todo el personal de la planta.
- Proporcionar materiales didácticos que promuevan la cultura del ahorro de energía eléctrica a todo el personal de la planta.

- Brindar capacitación y asesoría a cada uno de los departamentos que conforman la empresa, enfatizando algunos puntos dependiendo de a que se dedique dicho departamento.
- Promover la instalación de iluminación LED en toda la planta.

El material didáctico deberá incluir los siguientes consejos:

- Apagar los equipos cuando no estén en uso: las computadoras, equipos y herramientas, suelen estar encendidos todo el día y hasta en la noche. Apáguelos al terminar la jornada laboral.
- Limpiar con frecuencia los filtros del aire acondicionado: establecer en forma permanente un programa de mantenimiento y limpieza al equipo eléctrico, por ejemplo, de lámparas y aires acondicionados.
- Apagar los monitores de las computadoras: puede ahorrar mucha energía eléctrica si apaga el monitor; este utiliza un alto consumo de electricidad.
- Aprovechar la energía solar: permita que el sol se filtre hacia las oficinas, levantando cortinas y/o persianas.
- No permitir que se desperdicie energía por las ventanas: si la oficina cuenta con aire acondicionado, asegúrese que las ventanas estén bien cerradas.
- Apagar las luces: apagar las luces siempre que las oficinas y lugares de trabajo estén desocupadas.

- Recordatorio para apagar los equipos: colocar recordatorios ayuda a adquirir esta importante costumbre. Hacer nuevos recordatorios cada cierto tiempo, para volver a llamar la atención del usuario.
- Encender sólo lo necesario: si trabaja durante la noche, ilumine solo las áreas que necesite y apague los equipos y herramientas que no esté utilizando.
- Optimizar maquinaria y equipo: la maquinaria y equipo que sea ineficiente deberá ser cambiada por una que sea amigable con el medio ambiente.
- Mantenimiento de centros de cómputo: los administradores de centros de cómputo deben mejorar la eficiencia de sus instalaciones para asegurar que todos los equipos estén funcionando de manera óptima y disminuir los requerimientos de enfriamiento.
- Verificación de encendido: solicitar a las últimas personas que se retiran de la oficina, apagar las luces o den aviso para que se apaguen.
- Evitar el consumo de electricidad en espera: desconectar la carga, retirando la clavija del contacto. Usar un interruptor manual desde el cual se puede cortar la corriente de suministro. Utilizar un elemento más sofisticado, como son los reguladores, para apagar totalmente el equipo sin perder la configuración sus funciones.

2.1.3.1. Mejoras para el sistema de iluminación

Optimización de la energía eléctrica por el uso de iluminación artificial en la planta, por medio del aumento de láminas transparentes para aprovechar la iluminación natural así como disminuir el calor que genera las lámparas.

Con el objetivo de optimizar energía a través de iluminación artificial (lámparas) y natural (láminas transparentes) para reducir costos por consumo de energía eléctrica y carga de calor en la planta. Últimamente está en auge la utilización de iluminación LED, dicha iluminación es mucho más eficiente que cualquier otra existente en el mercado actual.

A continuación se presenta una tabla comparativa entre iluminación HID de mercurio y una iluminación LED.

Tabla III. **Comparación entre iluminación HID de mercurio e iluminación LED**

Característica	HID de mercurio	LED
Flujo lumínico	36 000 lm	17 000 a 18 000 lm
Temperatura del color	4 000 K	6 500 K
Índice de creación de color	69/70 CRI	75 CRI
Tiempo de vida del bulbo	10 000 horas	35 000 horas
Voltaje de operación	120V/208V/240V/277V	85V a 265V
Frecuencia	60 Hz	60 Hz
Consumo energético	400 W	200 W
Rendimiento lumínico	90 (Lm/w)	100 (Lm/w)

Fuente: elaboración propia, con base en LUX0003 e LED0189. <http://www.ecoluxlite.com>.
Consulta: 5 de mayo de 2014.

Es importante recomendar que dichos cambios como colocar más láminas transparentes y cambiar a iluminación LED debería de hacerse en toda la planta en general, ya que no ayuda mucho al ahorro energético aplicar estos cambios solo al taller, por lo que es de suma importancia evaluar el cambio en toda la planta.

En general las mejoras en iluminación en toda la planta deberán ser:

- Cambio de iluminación HID de mercurio a iluminación LED.
- Limpieza de todas las láminas transparentes.
- Rediseño del sistema de iluminación, donde sea necesario.
- Colocar más láminas transparentes, para aprovechar de mejor manera la luz natural.
- Sensibilizar a todo el personal sobre el ahorro energético relacionado a la iluminación.

2.1.3.2. Mejoras para el sistema de fuerza

En el sistema de fuerza es donde más consumo de energía existe, por lo que importante eficiente cada proceso de manera que se realice en el menor tiempo posible.

Como una recomendación importante, se deben separar los circuitos de fuerza trifásicos y el circuito de fuerza bifásico. El tener en serie ambos circuitos conlleva una serie de factores como son: calentamiento excesivo del cableado, accionamiento innecesario de los interruptores magnéticos debido a la excesiva corriente. Además que es un mala práctica eléctrica el tener ambos circuitos en serie. Es por ello que es de suma importancia separar cada circuito lo antes posible.

En general las mejoras en el sistema de fuerza, aplicados a toda la planta deberán ser:

- Utilizar las herramientas solo el tiempo necesario.
- Desconectar las herramientas cuando no estén en uso.
- Utilizar el aire comprimido solo lo necesario, ya que la sobre demanda de aire conlleva a que el compresor trabaje más tiempo y por consiguiente un mayor consumo de energía.
- Cambiar las herramientas que estén trabajando ineficientemente, por herramientas que sean más eficientes energéticamente.

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL (PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO)

3.1. Rutinas de mantenimiento recomendadas por los fabricantes de los automóviles

Los fabricantes de los automóviles generalmente recomiendan ciertas rutinas de mantenimiento, en buena parte estas rutinas son más enfocadas a inspecciones y recordatorios de cambio de algunos componentes, algunos no especifican períodos de tiempos, puesto que estos períodos varían de acuerdo a los componentes utilizados, es decir, que su vida útil de servicio varía de acuerdo al código y marca utilizada por lo que el cambio del aceite de motor, aceite diferencial, grasas, filtros entre otros, se deja a discreción del propietario de acuerdo con la marca y código utilizado de dichos componentes.

3.1.1. Eje de dirección

Dicho eje soporta parte del peso del automóvil, por lo que bastante desgaste. El eje debe guiar una rueda para esta no se desplace axialmente, así también para que no gire perpendicularmente respecto al eje, ya que este sistema controla el ángulo de guiado de las ruedas respecto al chasis, se deben tomar en cuenta los siguientes mantenimientos:

- Revisar el torque de los pernos del sistema de dirección
- Revisar fugas de aceite hidráulico en el cilindro de dirección
- Lubricar el eje y todo el sistema de dirección
- Lubricar los pasadores principales de la dirección (superior e inferior)

3.1.2. Eje de tracción

El eje de tracción es el encargado transformar la energía transmitida desde el motor en el movimiento del vehículo. Dicho eje está formado principalmente por una serie de engranajes los cuales al final son los responsables de hacer girar las ruedas.

Se deben tomar en cuenta los siguientes mantenimientos:

- Revisar periódicamente el torque de los pernos de sistema de tracción
- Cambio de aceite del diferencial
- Cambio del líquido de frenos (solo en caso lleve líquido de frenos)
- Revisar fugas ya sea en el líquido de frenos o en el sistema de aire comprimido de sistema de frenos

3.1.3. Motor

El motor es el encargado de convertir la energía del combustible en energía térmica y luego la convierte en energía mecánica. El motor es el corazón de los automóviles, sin este no sería posible su movilización, es por ello que hay que tomar especial cuidado en su mantenimiento.

Los aspectos a considerar en el mantenimiento del motor, son:

- Cambiar periódicamente el aceite del motor
- Cambiar periódicamente el filtro de aceite
- Cambiar periódicamente el filtro de aire
- Revisar el estado de la faja de tiempo
- Revisar las revoluciones del motor

- Revisar el gobernador de aceleración
- Revisar la válvula PCV
- Calibrar válvulas
- Cambiar periódicamente el refrigerante
- Cambiar válvulas de precalentamiento
- Limpiar el panel del radiador

3.1.4. Transmisión

La transmisión está compuesta por la caja de cambios y el embrague, funcionan de manera conjunta para transmitir la potencia entregada por el motor, hacia el diferencial.

Los aspectos a tomar en cuenta en el mantenimiento son:

- Revisar periódicamente el nivel de aceite de la caja de cambios
- Cambiar el aceite de la caja de cambios cuando sea necesario
- Revisar periódicamente el nivel de desgaste del disco de embrague
- Revisar periódicamente el estado del cable de acero del embrague

3.1.5. Chasis

El chasis es la estructura que soporta el peso de todo el vehículo, por lo que este garantiza un buen manejo y una buena estabilidad del vehículo. Entre los mantenimientos a tomar en cuenta están:

- Limpiar semanalmente el chasis para remover polvo y otros restos
- Lubricar periódicamente el resorte

3.1.6. Llantas

Las llantas son a fin de cuentas lo que mantiene a los automóviles unidos al asfalto. Muchas personas le brindan atención a otras partes del automóvil y se olvidan del cuidado de las llantas, unas llantas en buen estado pueden salvar vidas; por lo que mantenerlas en óptimas condiciones es de vital importancia.

Entre los cuidados que se debe tener con las llantas están:

- Calibrar periódicamente la presión de cada neumático de acuerdo al tipo de neumático.
- Rotar los neumáticos cada 5 000 a 10 000 kilómetros; según sea el caso.
- Alinear y balancear los neumáticos cada vez que se coloquen neumáticos nuevos.
- Verificar el indicador de desgaste de rodadura (TWI), este indicador muestra el momento preciso en que se debe realizar la sustitución de un neumático.

3.2. Mantenimiento preventivo por períodos de tiempo

El mantenimiento preventivo en la flota de transporte pesado es la columna vertebral del buen funcionamiento de los camiones, entre los mantenimientos preventivos más importantes se puede mencionar: revisiones y/o mantenimientos diarios, lubricación periódica, revisiones periódicas para encontrar posibles fallas, mantenimientos programados y otros.

Es importante aclarar que cada uno de los mantenimientos que se presentan, deben ser realizados conforme al kilometraje recorrido o el período de tiempo estipulado, lo que ocurra primero.

3.2.1. Procedimientos de mantenimiento exclusivo para motores Cummins N14 y N14 Plus

El motor es la parte más importante de un vehículo por lo que, darle un adecuado mantenimiento es vital para que un vehículo este en óptimas condiciones.

Para realizar las siguientes tareas de mantenimiento se necesita de algunas herramientas, listadas a continuación:

- Llave para filtro de aceite
- Kit de ajuste del inyector (para ajuste del freno del motor e inyectores)
- Llave para filtro de refrigerante y de combustible
- Calibrador de tensión de banda, tipo *Click* (bandas en V y ranuras en V, con 4 o 5 ranuras)
- Calibrador de tensión de banda, tipo *Click* (ranuras en V, con 6 a 12 ranuras)
- Herramienta para remoción de virutas
- Indicador calibrador de profundidades (para la tolerancia axial del turbocargador)
- Calibrador de tensión de banda Burroughs (bandas en V y ranuras en V, con 4 o 5 ranuras)
- Calibrador de tensión de banda Burroughs (ranuras en V, con 6 a 12 ranuras)
- Kit de llaves de cola y corona (diferentes medidas)

3.2.1.1. Mantenimiento diario

Todo buen mantenimiento comienza con las inspecciones diarias; antes de poner en marcha el motor es importante revisar los niveles de aceite y refrigerante, así como una inspección visual en busca de: fugas, partes flojas o dañadas, bandas gastadas o dañadas, cualquier cambio en apariencia del motor.

A continuación se listan y describen cada uno de los mantenimientos diarios que deben hacerse en los motores Cummins:

- Revise el tubo del respirador del Cáster

Inspeccione el tubo del respirador, por si tiene sedimentos o desechos sobre o dentro del tubo. En condiciones donde el clima sea más frío es necesario revisar el tubo varias veces al día.

- Revise la restricción del filtro de aire

Revise la restricción del filtro de aire, la restricción máxima de aire de admisión es 6,227 kilopascales (0,903 psi). El motor debe operarse en revoluciones por minuto de máxima potencia y carga para revisar la restricción máxima del aire de admisión.

- Revise el nivel del aceite lubricante

Para revisar el nivel de aceite el motor debe estar a nivel y debe estar apagado, si el motor estaba en marcha y tiene que revisar el nivel espere al menos 10 minutos después de apagado el motor para revisar el nivel de aceite,

lo cual dará tiempo para que el aceite escurra al Cárter. El nivel de aceite lubricante debe estar entre la marca L (Low, bajo en español) y la marca H (High, alto en español), el motor nunca debe operar con el nivel de aceite debajo de la letra L, ni arriba de la letra H.

- Revise el nivel del refrigerante

Debe retirar el tapón de presión del radiador muy lentamente para liberar la presión del sistema de enfriamiento y luego revise el nivel del refrigerante, si tuviera un nivel bajo deberá agregar refrigerante hasta la parte inferior del cuello de llenado del tanque. Nunca quite el tapón cuando el motor este encendido, deberá esperar hasta que la temperatura del refrigerante este por debajo de 50 grados Celsius (120°F), para evitar algún daño personal. Nunca agregue refrigerante frío a un motor caliente, para evitar dañar las piezas de fundición del motor.

- Drenar tanques y depósitos de aire

Deberá abrir la llave de drenado en el tanque húmedo para drenar cualquier humedad acumulada en el sistema de aire. Si hay presencia de aceite, el compresor de aire deberá revisarse.

- Drenar filtro separador de agua-combustible

Para limpiar el separador debe abrir la válvula de drenado, gire la válvula en sentido contrario de las manecillas del reloj, hasta que la válvula salga al menos 1 pulgada fuera del filtro. Drene el agua del colector hasta que se vea combustible limpio.

- Inspeccionar el ventilador de enfriamiento

Debe revisar diariamente el ventilador de enfriamiento en busca de: grietas, remaches flojos, aspas dobladas o flojas, revisar la tolva del mismo. Asegúrese de que el ventilador este montado firmemente, si fuese necesario apriete los tornillos.

- Inspeccionar la tubería de admisión de aire

Revise la tubería de admisión en busca de: mangueras agrietadas, abrazaderas flojas, perforaciones que puedan dañar el motor, corrosión en la tubería. Deberá apretar cualquier parte floja para que no existan fugas, el torque es de 8 Newton metro (6 lb-pie.).

- Revisar la tubería de carga de aire

Revise la tubería de carga de aire y mangueras en busca de: fugas, agujeros, grietas, o conexiones flojas. Apriete las abrazaderas si fuera necesario. Inspeccione el enfriador de carga de aire en busca de: suciedad, desechos que bloqueen las aletas, grietas, agujeros u otro daño.

3.2.1.2. Mantenimiento cada 10 000 kilómetros o cada 3 meses

Es importante aclarar que este mantenimiento es un servicio menor, en donde el kilometraje varía según el tipo de aceite de motor utilizado.

A continuación se listan y describen los procedimientos de mantenimiento que deben realizarse cada 10 000 kilómetros o cada 3 meses, lo que ocurra primero:

- Cambiar filtro de refrigerante

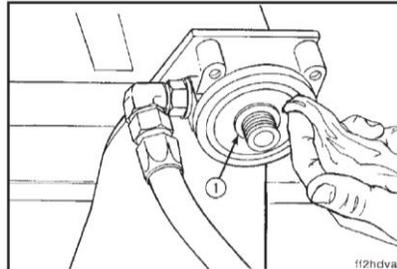
Para quitar el filtro de refrigerante se debe cerrar la válvula de cierre a la posición *OFF* para evitar fugas de refrigerante mientras se cambia el filtro, luego se debe quitar el tapón de presión del radiador, se debe quitar y desechar el filtro de refrigerante y finalmente limpiar la superficie de donde se quitó el filtro.

Para colocar el filtro nuevo se debe aplicar una película de aceite a la superficie de sello de la junta del filtro, luego se debe colocar el filtro correctamente y finalmente se debe abrir la válvula de cierre e instalar el tapón de presión del radiador; verificando que no existan fugas de refrigerante.

- Cambiar el filtro de combustible

Para reemplazar el filtro de combustible, debe limpiar muy bien el área donde está el filtro, el filtro debe ser quitado con la llave para filtros, se debe quitar el anillo de sello del adaptador roscado y limpiar correctamente la superficie de junta en el cabezal del filtro.

Figura 10. **Anillo de sello del adaptador roscado**



Fuente: Cummins Engine Company, Inc. *Manual de operación y mantenimiento, Motores serie N14 Plus.* p. 4-8.

Para instalar el filtro nuevo debe colocar un nuevo anillo de sello del adaptador roscado el cual viene con el filtro nuevo, aplique una capa ligera de aceite para motor a la superficie de junta del filtro, llene el filtro con combustible limpio, instale el filtro en el cabezal del filtro y gírelo hasta que la junta contacte la superficie del cabezal del filtro.

- Cambiar el filtro de aceite

Para cambiar el filtro de aceite, limpie el área alrededor del cabezal del filtro, quite el filtro, limpie la superficie para junta del cabezal.

Para colocar el nuevo filtro, aplique una película ligera de aceite lubricante a la superficie de sello de la junta, antes de instalar de nuevo el filtro y finalmente instale el filtro hasta que la junta haga contacto con la superficie del cabezal del filtro.

- Cambiar el aceite lubricante

Para cambiar el aceite lubricante opere el motor hasta que la temperatura del agua llegue a 60 grados Celsius (140°F), apague el motor, quite el tapón de drenado de aceite, drene el aceite inmediatamente después de apagar el motor.

Para colocar de nuevo el tapón de drenado, limpie y revise la rosca del tapón y la superficie de sello. Instale y apriete el tapón de drenado de aceite hasta un valor de torque de 88 Newton metro (65 lb-pie). Una vez haya colocado el filtro de aceite, llene el motor con aceite limpio al nivel adecuado, la capacidad total del sistema, incluyendo el filtro, es de 42 litros (11 gal) y luego encienda el motor en velocidad de ralentí para inspeccionar fugas en el filtro de aceite y en el tapón de drenado.

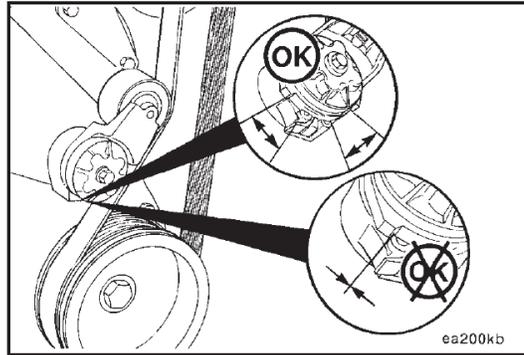
3.2.1.3. Mantenimiento cada 100 000 kilómetros o cada 2 años

Para revisar el tensor de banda automático, apague el motor y revise que ni el tope superior o inferior del brazo tensor estén topando con el saliente, si uno de los dos topes están tocando un saliente, la banda del alternador debe ser reemplazada.

- Revisar el tensor de banda automático

Revise la polea y el cuerpo del tensor por grietas, si llegase a tener grietas también debe reemplazar el tensor. Si se observa acumulación de suciedad, debe desmontar el tensor y limpiarlo con vapor.

Figura 11. **Posición correcta e incorrecta del tensor de banda automático**



Fuente: Cummins Engine Company, Inc. *Manual de operación y mantenimiento, Motores serie N14 Plus*. p. 5-2.

- Revisar el tubo del respirador del Cárter

Para revisar el tubo debe aflojar la abrazadera de la manguera en el tubo de ventilación del respirador, quite la escuadra de soporte del tubo y el tornillo. Luego desensamble el tubo completamente.

Deberá usar un solvente para limpiar el respirador y séquelo con aire comprimido. El tubo del respirador, manguera conectora y empaque de hule deberán ser inspeccionado por grietas u otros daños, reemplácelos si fuera necesario. También deberá limpiar con solvente el tubo del respirador del cárter y séquelo con aire comprimido. Se deberá usar aire a presión para soplear a través del tubo de ventilación, con el fin de verificar si este está obstruido en cuyo caso deberá ser reemplazado.

Por último deberá ensamblar el respirador, instalando el tubo de ventilación, la manguera, las abrazaderas de la manguera, los soportes y los

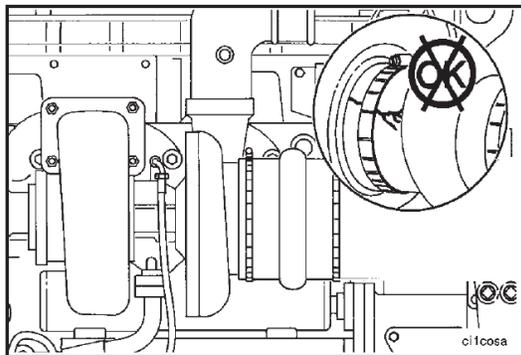
tornillos en el motor. El tornillo del soporte deberá ser apretado con un torque de 45 Newton metro (35 lb-pie).

- Revisar la tubería de admisión de aire

Deberá inspeccionar la tubería de admisión en busca de mangueras agrietadas, abrazaderas flojas, o perforaciones que puedan dañar el motor. Todas las partes en donde sea necesario deberán ser reemplazadas para asegurar que no existan fugas.

Deberá revisar si existe corrosión en la tubería del sistema de admisión, debajo de las abrazaderas y mangueras. La corrosión permite que productos corrosivos y suciedad entren al sistema de admisión, si encuentra que existe corrosión, deberá desensamblar y limpiar todas las partes en donde se requiera.

Figura 12. **Tubería del sistema de admisión de aire**



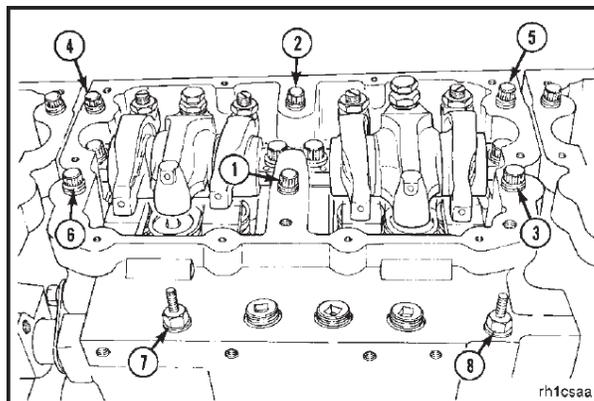
Fuente: Cummins Engine Company, Inc. *Manual de operación y mantenimiento, Motores serie N14 Plus*. p. 5-6.

- Ajuste del tren de válvulas e inyectores

Las válvulas e inyectores deben estar correctamente ajustados para que el motor opere de manera eficiente. Dichos ajustes deben hacerse cada 100 000 kilómetros, después de una reconstrucción del motor, o de cualquier reparación mayor donde la calibración haya sido alterada.

Para ajustar el tren de válvulas debe quitar las cubiertas de la carcasa de balancines. Apriete los tornillos del eje de balancines hasta un torque de 156 Newton metro (115 lb-pie), luego proceda a apretar los tornillos de la carcasa de balancines con un torque de 115 Newton metro (85 lb-pie) para los tornillos 1 al 6, mientras que para los tornillos 7 y 8 debe usar un torque de 47 Newton metro (35 lb-pie). Continúe apretando los tornillos de sujeción del inyector con un torque de 41 Newton metro (30 lb-pie).

Figura 13. **Orden de apriete de los tornillos de la carcasa de balancines**



Fuente: Cummins Engine Company, Inc. *Manual de operación y mantenimiento, Motores serie N14 Plus.* p. 5-9.

Las marcas de ajuste de válvula están colocados en la polea del mando de accesorios, las marcas se alinean con un indicador en la cubierta de engranes, debe usar el eje del mando de accesorios para girar el cigüeñal en sentido de las manecillas del reloj, los cilindros están numerados a partir del frente del motor y el orden de encendido es 1-5-3-6-2-4. Ese mismo orden es en el que debe ajustar el tren de válvulas. Cada cilindro tiene tres balancines, el balancín más cercano al centro de la carcasa es el de admisión, el balancín más cercano al extremo de la carcasa es el de escape y el balancín del centro es el inyector.

Tabla IV. **Secuencia de ajuste del inyector y válvulas**

Posición de la polea	Ajustar cilindro	
	Inyector	Válvula
A o 1-6 VS	1	1
B ó 2-5 VS	5	5
C ó 3-4 VS	3	3
A o 1-6 VS	6	6
B ó 2-5 VS	2	2
C ó 3-4 VS	4	4

Fuente: elaboración propia.

Para ajustar el inyector, afloje la contratuerca del tornillo de ajuste y haga llegar al fondo el émbolo de sincronización del inyector, apretando y aflojando el tornillo de ajuste tres o cuatro veces para remover el exceso de combustible. Procesada apretando el tornillo de ajuste en el balancín del inyector hasta que el émbolo de sincronización apenas toque el fondo. Regrese el tornillo de ajuste en el balancín del inyector aproximadamente 120 grados. Para finalizar con el ajuste del inyector, sostenga el tornillo de ajuste y apriete la contratuerca con un valor de torque de 65 Newton metro (50 lb-pie).

Para ajustar las válvulas tanto de admisión y escape, seleccione una lana de calibrar para especificación adecuada del juego de válvula, inserte la lana de calibrar entre la parte superior de la cruceta y el cojincillo del balancín.

Tabla V. **Especificaciones del juego de válvula**

Medida	Válvula de admisión	Válvula de escape
mm	0,35	0,68
pulg.	0,014	0,027
Debe usar un calibrador de lanas		

Fuente: elaboración propia.

Proceda utilizando un taquímetro de libras-pulgada y apriete el tornillo de ajuste hasta 0,68 Newton metro (6 lb-pulg.), luego sostenga el tornillo de ajuste en la misma posición, el tornillo de ajuste no debe girar cuando se apriete la contratuerca con un valor de 68 Newton metro (50 lb-pie) sin adaptador para taquímetro o 54 Newton metro (40 lb-pie) con adaptador para taquímetro. Después de apretar la contratuerca, revise para asegurarse de que la lana de calibrar se deslizará hacia atrás y hacia adelante entre la cruceta y el balancín.

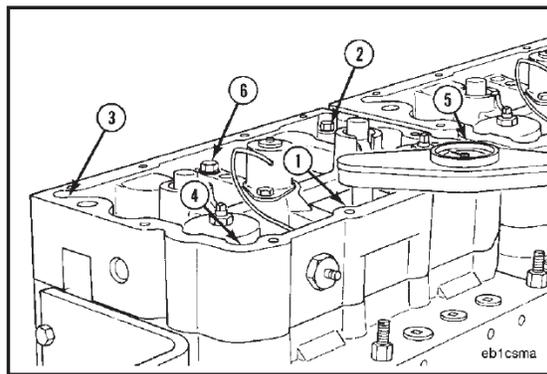
Luego gire el mando de accesorios y alineé la siguiente marca de ajuste de válvula con el indicador. Proceda a calibrar el siguiente inyector y válvulas en el orden correspondiente. Una vez termine de calibrar correctamente cada inyector y sus respectivas válvulas, instale el freno de motor, las cubiertas y juntas de balancines con un torque de 12 Newton metro (9 lb-pie).

- Ajustar el conjunto del freno del motor

Antes de ajustar el freno del motor debe instalar nuevas juntas en la carcasa del freno del motor. Instale las arandelas y tornillos de la carcasa del

freno del motor y apriete los tornillos con un valor de torque de 102 Newton metro (75 lb-pie).

Figura 14. **Secuencia de apriete de tornillos de la carcasa del freno del motor**

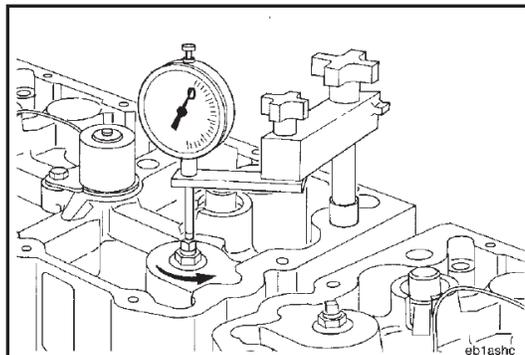


Fuente: Cummins Engine Company, Inc. *Manual de operación y mantenimiento, Motores serie N14 Plus.* p. 5-20.

Conecte el cable del arnés del freno al conector eléctrico en cada carcasa del freno. Para calibrar el freno se utiliza un indicador de dial, ya que se requiere que el calibrado sea más preciso para no sobrecargar el tren de inyección del motor.

Los pistones esclavos pueden ser ajustados sin ningún orden específico; comience aflojando la contratuerca del tornillo de ajuste, instale el indicador de dial sobre el tornillo de ajuste del pistón esclavo, use un adaptador para montar el aditamento del indicador de dial al freno del motor.

Figura 15. **Posición correcta del indicador de dial**



Fuente: Cummins Engine Company, Inc. *Manual de operación y mantenimiento, Motores serie N14 Plus*. p. 5-27.

Apriete el tornillo de ajuste hasta que el pistón esclavo haga contacto con la cruceta, ponga a cero el indicador de dial, con el vástago del indicador de dial apoyado sobre el tornillo de ajuste. Afloje el tornillo de ajuste hasta que la aguja del indicador indique 0,58 milímetros (0,023 pulg), sostenga el tornillo de ajuste y apriete la contratuerca con un torque de 24 Newton metro (18 lb-pie), con el respectivo cuidado de que el indicador de dial no se mueva. Se debe repetir el procedimiento para cada pistón esclavo. Para finalizar instale las cubiertas de la carcasa de balancines, coloque los tornillos y arandelas, apriete hasta un torque de 12 Newton metro (9 lb-pie).

3.2.1.4. Mantenimiento cada 200 000 kilómetros o cada 3 años

Es importante aclarar que este mantenimiento es un servicio mayor, en donde el kilometraje varía según el tipo de aceite de motor utilizado

A continuación se listan y describen los procedimientos de mantenimiento que deben realizarse cada 200 000 kilómetros o cada 3 años, lo que ocurra primero:

- Limpiar el sistema de enfriamiento

El sistema de enfriamiento debe estar limpio para que trabaje correctamente y para eliminar la acumulación de químicos perjudiciales.

Drene el sistema de enfriamiento y elimine el refrigerante de una manera correcta, no permita que el sistema de enfriamiento se seque completamente ya que el líquido usado para limpiar el sistema no será tan efectivo si esto sucede. No quite el filtro de refrigerante.

Luego agregue 1 litro de limpiador para el sistema de enfriamiento por cada 10 a 15 litros de capacidad del sistema de enfriamiento y complete con agua completamente limpia.

Coloque el interruptor de la calefacción en temperatura alta para que fluya la máxima cantidad de mezcla (limpiador y agua) a través de todo el sistema de enfriamiento y a través del núcleo del calentador. No es necesario poner en marcha el ventilador.

Opere el motor en temperaturas de operación 85 grados Celsius (185°F) por lo menos de 1-1/2 horas a 2 horas. Apague el motor y drene el sistema de enfriamiento; llene de nuevo el sistema con agua limpia, opere de nuevo el motor en ralentí alto por 5 minutos con la temperatura arriba de 85 grados Celsius (185°F), apague el motor y drene de nuevo. Si el agua que se está

drenando aún está sucia, el sistema debe limpiarse otra vez hasta que el agua esté completamente limpia.

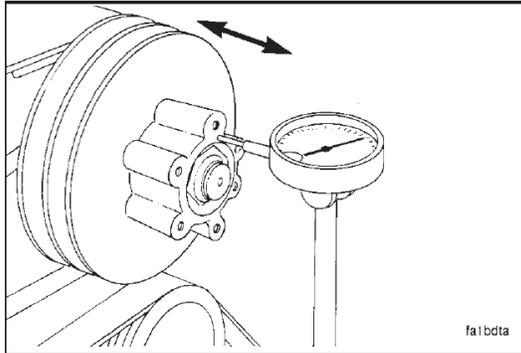
Para finalizar cambie el filtro de refrigerante y llene el sistema de enfriamiento con refrigerante para servicio pesado, la cual debe ser una mezcla de 50/50 baja en silicato y aditivos complementarios. Encienda el motor y opere hasta que alcance una temperatura de 80 grados Celsius (180°F) y revise que el sistema no tenga fugas.

- Revisar el cubo del ventilador impulsado por banda

El cubo debe ser inspeccionado en busca de libertad de rotación, grietas y fugas del sello de grasa. Repare o reemplace el cubo del ventilador si este no gira libremente, o si hay evidencia de grietas o fugas del sello de grasa.

Mida la tolerancia axial del cubo del ventilador. Los cubos del ventilador con ejes para barreno escalonado y sin espaciadores para cojinete deben tener de 0,08 a 0,25 milímetros (0,003 a 0,010 pulg) de tolerancia axial. Los cubos del ventilador con ejes para barreno pasante con espaciadores internos y externos para cojinete deben tener de 0,08 a 0,41 milímetros (0,003 a 0,016 pulg) de tolerancia axial. El cubo debe ser reemplazado si la tolerancia axial no está dentro de las especificaciones.

Figura 16. **Forma de medir la tolerancia axial del cubo del ventilador**



Fuente: Cummins Engine Company, Inc. *Manual de operación y mantenimiento, Motores serie N14 Plus.* p. 6-12.

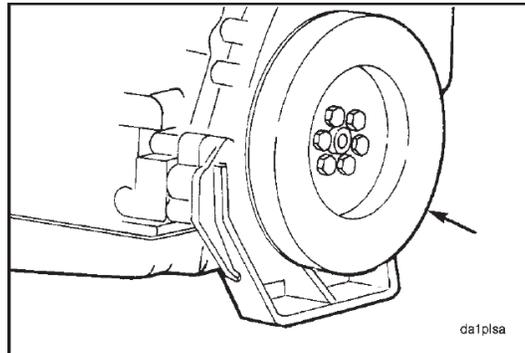
- Revisar el conjunto de polea loca del mando de ventilador

El conjunto de polea loca debe ser inspeccionado en busca de libertad de rotación, ranuras de las poleas agrietadas o rotas, para lo cual debe quitar primero la banda impulsora del ventilador. Bebe medir la tolerancia axial de la polea, la cual debe estar entre los valores de 0,025 a 0,25 milímetros (0,0010 a 0,0100 pulg), la polea debe ser reemplazada si la tolerancia axial no se encuentra en dichos rangos.

- Revisar el amortiguador de vibración

Debe revisar el amortiguador en busca de pérdida de fluido, indentaciones y oscilaciones. Inspeccione el espesor del amortiguador de vibración en busca de cualquier deformación o elevación de la tapa frontal del amortiguador. Repare o reemplace si fuera necesario.

Figura 17. **Amortiguador de vibración**



Fuente: Cummins Engine Company, Inc. *Manual de operación y mantenimiento, Motores serie N14 Plus*. p. 6-14.

3.2.2. Mantenimiento preventivo para camiones y cabezales

El mantenimiento diario apropiado le permite extender la vida de muchas piezas del camión y la conducción será con mayor seguridad. Además, un mantenimiento diario le ayuda a la disminución de inversiones potenciales causadas por roturas y accidentes.

El mantenimiento regular permite reducir la la probabilidad de averías o pérdida de rendimiento de los camiones, esto se basa en la sustitución de un elemento específico, dichas sustituciones se basan en el máximo de vida útil de un elemento.

3.2.2.1. Mantenimiento diario para camiones de 5 toneladas

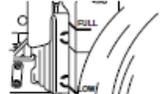
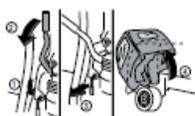
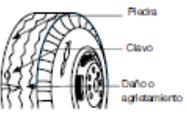
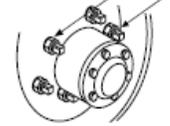
Las inspecciones diarias son de suma importancia por la seguridad que tendrá el conductor al revidar que todo está en óptimas condiciones y sirve además para detectar posibles fallos en el vehículo.

Es importante hacer las siguientes inspecciones diarias:

- Revise el nivel del líquido refrigerante
- Revise nivel del líquido limpiaparabrisas
- Revise el neumático (grietas, clavos y otros) presión y apriete de tuercas
- Revise la condición de luces y lámparas delanteras (manchas, daño, funcionamiento y ángulo)
- Condición del limpiaparabrisas (plumas, brazos y rociadores)
- Nivel del líquido de freno y embrague
- Revise nivel del aceite de motor (inclinando la cabina)
- Revise nivel del aceite de la dirección hidráulica
- Revise nivel del electrolito de la batería
- Inspección visual del prefiltro de combustible
- Revise el neumático (grietas, clavos y más) presión y apriete de tuercas
- Revise la condición de montaje de la carrocería
- Revise condición de las lámparas traseras (mancha, daño y otros)
- Estado general de la luz de placa y luces de posición
- Posición de espejos laterales
- Condición de arranque del motor
- Función de luces de indicador y de aviso en el tablero
- Función de freno de estacionamiento

- Daño o mancha en parabrisas
- Función de limpiaparabrisas
- Condición de espejo retrovisor
- Función de luz alta y de paso
- Función del indicador de nivel de combustible
- Función de la bocina
- Comprobar el estado y tensión de las bandas del motor
- Drenar el agua del filtro y secador del sistema de combustible
- Comprobar el estado del filtro de aire

Figura 18. Inspecciones diarios de camión Hino serie 300

PROCESO DE INSPECCIÓN DIARIA				
Motor	Freno y embrague	Visibilidad	Neumáticos	Equipo eléctrico
<p>① Nivel de refrigerante del motor El nivel de refrigerante debe estar entre la marca "FULL" y "LOW"</p> 	<p>② Nivel de líquido de freno y embrague Es normal si está el nivel entre "MAX" y "MIN"</p> 	<p>③ Nivel de líquido de limpiaparabrisas</p> 	<p>④ Presión de aire Revise la presión de inflado de los neumáticos.</p> 	<p>⑤ Funcionamiento de lámparas de aviso e indicadores del tablero de instrumentos</p> 
<p>② Nivel de aceite del motor El nivel de aceite del motor debe estar entre dos marcas en varilla de medidor</p> 	<p>① Inclinación de la cabina</p> 	<p>④ Daño o mancha en parabrisas, luces y limpiaparabrisas</p> 	<p>⑥ Rajadura, daño u objeto extraño</p>  <p>Plata Clavo Daño o agrietamiento</p>	<p>⑥ Funcionamiento de luz alta y de paso Revise funcionamiento de luz alta y baja cuando ponga el interruptor de control de luces.</p> 
<p>③ Nivel de aceite de dirección hidráulica El nivel debe de estar entre las marcas MAX y MIN en condición fría o caliente</p> 	<p>③ Inclinación de la cabina</p> 	<p>④ Daño o mancha en parabrisas, luces y limpiaparabrisas</p> 	<p>⑥ Profundidad de ranura y desgaste anormal</p>  <p>Marca de posición de chisqueo</p>	<p>⑥ Funcionamiento de bocina Presione el interruptor de bocina y confirme el funcionamiento.</p> 
<p>③ Condición de arranque del motor Revise que el motor arranque sin dificultad</p> 	<p>⑤ Freno de estacionamiento Confirme la carrera de palanca de control</p> 	<p>④ Condición de espejo Revise que los espejos estén ajustados correctamente</p> 	<p>⑤ Apriete de tuercas de rueda</p> 	<p>⑥ Pre-filtro y filtro de combustible Realice inspección visual del indicador de agua dentro del pre-filtro y en su caso purgue</p> 

Fuente: Hino Motors, Ltd. Manual del Operario Hino serie 300. p. 1-9

3.2.2.2. Mantenimiento diario para camiones de 12,5 toneladas

Las observaciones descritas y listadas a continuación, involucran operaciones de servicios, es importante hacer las siguientes inspecciones diarias antes de encender el vehículo:

- Revise el nivel del aceite del motor (inclinando la cabina)
- Revise el nivel del líquido de frenos
- Revise el nivel del líquido del embrague
- Revise el nivel del refrigerante
- Drene la acumulación de agua en el tanque de aire
- Drene la acumulación de agua en el separador de agua-combustible (abriendo el tapón de drenaje)
- Revise el indicador de polvo en el depurador (el color debe de ser amarillo, si el color es rojo deberá cambiar el depurador)
- Revise el nivel de agua en el tanque de lavado de parabrisas
- Revise el estado de las plumas en el brazo del parabrisas
- Revise si las velocidades del parabrisas funcionan correctamente
- Revise posibles fugas de refrigerante en el radiador
- Revise obstrucciones del panel del radiador (si está sucio lávelo con agua)
- Revise obstrucciones del panel del interenfriador (si está sucio lávelo con agua)
- Revise daños en las bandas-V
- Revise la tensión de las bandas-V (la tensión debe ser aproximadamente de 98 Newton o 22 libras)
- Revise que la deflexión de las bandas del alternador este entre 8 a 10 milímetros (0,315 a 0,393 pulg)

- Revise que la deflexión de las bandas del compresor de aire acondicionado sea de 11 milímetros (0,433 pulg)
- Revise el nivel de electrolito en la batería (si el nivel es bajo llene con líquido para reponer baterías o con agua destilada)
- Revise la presión de aire de los neumáticos
- Revise roturas y daños en los neumáticos
- Revise desgaste anormal en los neumáticos
- Revise la profundidad del labrado de los neumáticos (la profundidad debe ser de 1,6 a 2,4 milímetros como mínimo)
- Revise que todas las tuercas en los discos de las ruedas estén debidamente ajustadas
- Revise el recorrido de la palanca del freno de parqueo (la fuerza aplicada no debe ser mayor ni menor a 250 Newtons o 55 libras fuerza)
- Revise las condiciones de reflexión de los espejos retrovisores y espejos convexos
- Inspeccione el funcionamiento adecuado del pedal de freno de servicio
- Revise el juego del pedal del freno (debe estar entre 13 a 20 mm o 0,52 a 0,78 pulg)

Una vez encendido el camión revise las siguientes condiciones:

- Revise que el motor enciende como es debido
- Inspeccione si hay fugas de aire en la válvula de freno
- Revise que el camión frena correctamente
- Inspeccione que el nivel del combustible sea el adecuado para el recorrido diario
- Inspeccione el alumbrado y la intermitencia de las luces
- Revise que todas las luces de advertencia funcionan correctamente

- Inspeccione la presión de aire (debe e rondar los 8,2 kgf/cm² como esta en el indicador de presión)
- Inspeccione el juego del volante de la dirección (el juego debe estar entre 15 a 35 mm o 0,60 a 1,37 pulg)
- Chequear que los movimientos del volante sea suaves y sin ningún tipo de vibración o tirones hacia los lados
- Inspeccione que la bocina funciona correctamente
- Revise que el freno de escape se activa correctamente y que la luz enciende cuando este se activa
- Inspeccione el juego del pedal del embrague (debe estar entre 52 a 65 mm o 2,05 a 2,55 pulg)
- Revise el funcionamiento del pedal del embrague (no debe hacer ruidos y el pedal debe estar suave)

3.2.2.3. Mantenimiento regular para camiones de 5 y 12,5 toneladas

Los mantenimientos descritos y listados a continuación involucran operaciones de servicios tales como inspección, lubricación, ajuste y reemplazo los cuales deben ser realizados en intervalos específicos kilómetros (km) o millas (mi), meses o años. Es importante destacar que existirán ciertos mantenimientos que no son aplicables a los modelos de camiones Hino serie 300 (camiones de 5 toneladas).

Tabla VI. **Mantenimientos de reemplazo periódico de partes**

Partes a ser reemplazadas		Intervalos de reemplazo
Partes de caucho del cilindro hidráulico (cilindro principal del embrague, cilindro esclavo, booster del embrague, cilindro de la rueda.)		Una vez al año
Partes de caucho de la válvula de aire de la transmisión		Una vez al año
Mangueras de caucho de las líneas de aire e hidráulicas (compresor de aire, freno)		Cada 2 años
Partes de caucho de la válvula de aire [Válvula de freno, válvula de control del freno de parqueo (freno de parqueo de la rueda), válvula de relevo, válvula de liberación rápida]		Cada 2 años
Diafragma de la cámara del freno (freno de servicio y freno de parqueo)		Cada 2 años
Partes de caucho para dirección hidráulica		Cada 2 años
Manguera de caucho para dirección hidráulica	Baja presión	Cada 4 años
	Alta presión	Cada 2 años
Filtro de combustible	Filtro primario	Cada 12 000 km (7 500 mi)
	Filtro secundario	
Manguera de combustible	Lado del motor	Cada 3 años
	Lado del tanque de combustible	Cada 4 años
Filtro de aceite del motor	Use aceite API CD, CF	Cada 12 000 km (7 400 mi)
	Use aceite API CE	Cada 15 000 km (9 300 mi)
Elemento del depurador		Cada 50 000 km (31 000 mi)
Disecante del secador de aire, filtro y partes de caucho de la válvula purgadora		Cada 60 000 km (37 200 mi) o una vez al año
Aceite de los engranes del diferencial		Cada 60 000 km (37 200 mi) o una vez al año
Elemento del filtro del tanque de reserva de la dirección hidráulica		Cada 60 000 km (37 200 mi)

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan una tabla, en donde los mantenimientos deben ser realizados luego de la adquisición de un vehículo nuevo o después de una reparación completa.

Tabla VII. Mantenimiento de un vehículo nuevo o después de una reparación completa

Parte o ítem del vehículo a inspeccionar	Intervalo de recorrido	Acción a tomar
Aceite de los engranajes de la transmisión	Primeros 1 000 km (620 mi)	Cambiar
Aceite de los engranajes del diferencial	Primeros 1 000 km (620 mi)	Cambiar
Colador de la bomba de aceite de los engranajes del diferencial	Primeros 1 000 km (620 mi)	Limpiar
Elemento del filtro de aceite de los engranajes del diferencial	Primeros 1 000 km (620 mi)	Reemplazar
Aceite de los engranajes de la dirección	Primeros 1 000 km (620 mi)	Cambiar
Brida del paquete de la suspensión y banda de resorte	Primeros 1 000 km (620 mi)	Chequear
Ranura del eje de la dirección	Primeros 1 000 km (620 mi)	Lubricar
Aceite del motor y filtro de aceite	Primeros 5 000 km (3 100 mi)	Cambiar
Ajuste de las tuercas de montaje de los múltiples de admisión y escape	Primeros 5 000 km (3 100 mi)	Chequear y reajustar
Ajuste de cada parte del turbocargador	Primeros 5 000 km (3 100 mi)	Chequear y reajustar
Fugas, daños y conexiones flojas de las mangueras del freno, cañerías y tubos	Primeros 5 000 km (3 100 mi)	Chequear
Ajuste de los pernos de montaje de la caja de engranajes de la dirección y conexiones	Primeros 5 000 km (3 100 mi)	Chequear y reajustar
Ajuste de las partes de instalación de la dirección hidráulica	Primeros 5 000 km (3 100 mi)	Chequear y reajustar
Colador del tanque de reserva de la dirección hidráulica	Primeros 5 000 km (3 100 mi)	Limpiar
Elemento del filtro del tanque de reserva de la dirección hidráulica	Primeros 5 000 km (3 100 mi)	Reemplazar
Aceite de la dirección hidráulica	Primeros 5 000 km (3 100 mi)	Cambiar
Cubierta de polvo del tanque de reserva de la dirección hidráulica	Primeros 5 000 km (3 100 mi)	Chequear

Continuación de la tabla VII.

Aflojado y daño de los sujetadores del tubo de escape y silenciador	Primeros 5 000 km (3 100 mi)	Chequear y reajustar
---	------------------------------	----------------------

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta una tabla en donde se listan una serie de mantenimientos periódicos, los cuales deben ser realizados exactamente en el recorrido o tiempo estipulado.

Tabla VIII. **Mantenimientos preventivos periódicos para camiones de 5 y 12,5 toneladas**

Parte o ítem del vehículo a inspeccionar	Acción	Cada								
		5 000 km (3 100 mi)	10 000 km (6 200 mi)	15 000 km (9 300)	30 000 km (18 600 mi)	60 000 km (37 200 mi)	1 mes	3 meses	6 meses	12 meses
MOTOR										
Holgura de válvula	Chequear y ajustar									
SISTEMA DE COMBUSTIBLE										
Variador de tiempo de inyección del combustible	Chequear									
Presión de la tobera de inyección del combustible	Chequear y ajustar									

Continuación de la tabla VIII.

Colador de la bomba de alimentación de combustible	Limpiar	Cada 20 000 km (12 400 mi) o una vez al año, lo primero que ocurra							
Resorte de retorno de la palanca de control de la bomba de inyección de combustible	Chequear								
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO									
Funcionamiento de la tapa del radiador	Chequear								
Grietas y daños de radiador y las mangueras	Chequear								
Refrigerante y sistema de enfriamiento	Cambiar y limpiar	Cada 200 000 km (124 200 mi) o cada 3 años, lo primero que ocurra							
ADMISIÓN Y ESCAPE DEL AIRE									
Depurador	Chequear y limpiar								
Ajuste de las tuercas de montaje de los múltiples de admisión y escape	Chequear y reajustar								
Operación del rotor del turbocargador	Chequear								
Daños de la manguera del interenfriador	Chequear								
Daño de los sujetadores del tubo de escape y del silenciador	Chequear y reajustar								
Condición del silenciador	Chequear								
EMBRAGUE									
Ajuste de los pernos de la coraza del embrague y de la coraza de la rueda del volante	Chequear y reajustar								

Continuación de la tabla VIII.

DIRECCIÓN HIDRÁULICA									
Ajuste de las partes de instalación de la dirección hidráulica	Chequear y reajustar								
Colador del tanque de reserva de la dirección hidráulica	Limpiar								
FRENO DE SERVICIO (FRENO AIRE), APLICA PARA HINO FG SERIE 500									
Desgaste y daño del tambor del freno y partes internas del freno	Desensamblar y chequear								
Recorrido de la varilla de la cámara del freno	Chequear y reajustar								
Juego del ajustador de tensión (frontal y posterior)	Chequear								
Fuga, daño y conexiones flojas de las mangueras del freno y las tuberías	Chequear								
Desgaste del revestimiento (espesor)	Chequear								
Válvulas del sistema del freno (válvula de freno, válvula de relevo, válvula de desenganche rápido, etc.) y función de la cámara del freno	Chequear y probar								
Funcionamiento del secador de aire	Chequear								
FRENO DE SERVICIO (FRENO HIDRÁULICO), SOLO APLICA PARA HINO FC Y SERIE 300									
Holgura entre el tambor y el revestimiento	Chequear y reajustar								

Continuación de la tabla VIII.

EQUIPO ELÉCTRICO									
Ajuste y daño del cableado y de las partes de conexión	Chequear								
Condición de los terminales de batería	Chequear								
CABINA									
Condición del montaje de la cabina	Chequear y reajustar								
Filtro de aire	Limpiar								
OTROS									
Cinturón de seguridad	Chequear								
Cantidad de refrigerante del aire acondicionado	Chequear								

Fuente: elaboración propia.

3.2.2.4. Mantenimiento para cabezales de 25 toneladas

A continuación se listan una serie de mantenimientos exclusivo para cabezales. En el listado se encontrara el nombre del mantenimiento así como también los intervalos a los que deben hacerse dichos mantenimientos.

Los intervalos de cada mantenimiento son mucho más largos porque en un cabezal deben usarse elementos de mejor calidad, lo cual se traduce un mayor tiempo de vida.

Tabla IX. Operaciones de mantenimiento para cabezales con capacidad de 25 toneladas

Nombre de la operación de mantenimiento	Primeros	Cada				
	12 000 km (7 400 mi)	12 000 km (7 4000)	24 000 km (14 900 mi)	48 000 km (29 800 mi)	96 000 km (59 600 mi)	192 000 km (119 300 mi)
Inspección de las bandas de impulsión del motor						
Revisión de los sujetadores de los soportes del motor						
Inspección y reemplazo del elemento del filtro de aire						
Inspección del compresor de aire						
Revisión del alternador, las baterías y el arrancador						
Revisión de la tapa del radiador						
Enjuague a presión del radiador y cambio del líquido refrigerante						
Inspección del impulsor del ventilador (control antirruido)						
Cambio del líquido refrigerante del sistema de híbrido						
Lubricación del collarín del embrague						
Lubricación del eje transversal de liberación del embrague						
Revisión del nivel de líquido de embrague hidráulico						
Cambio del líquido del embrague hidráulico						
Ajuste del embrague, embragues de ajuste manual						
Revisión del nivel del líquido para transmisión manual						

Continuación de la tabla IX.

Cambio del líquido para transmisión y limpieza del tapón colector magnético									
Revisión de los respiradores de la transmisión									
Limpieza del elemento del filtro y regulador de aire de la transmisión									
Cambio del filtro y líquido de la transmisión									
Revisión del par de apriete de los sujetadores del chasis									
Inspección de la quinta rueda									
Lubricación de la quinta rueda									
Lubricación del conector eléctrico del remolque									
Inspección de la suspensión									
Lubricación de la suspensión									
Revisión del par de apriete de pernos U de la suspensión									
Lubricación del pivote de dirección									
Lubricación de la rótula de barra de acoplamiento									
Revisión del par de apriete de la tuerca de la chaveta de retención									
Inspección de la rótula de barra de acoplamiento									
Inspección y mantenimiento de los cubos de rueda lubricados con aceite de ejes de dirección de 6,000 y 8,000 libras									
Revisión del nivel de lubricante del eje									
Inspección del respiradero del eje									
Cambio de lubricante del eje y limpieza del tapón colector									
Revisión de las tuercas de las ruedas									
Inspección de la línea motriz									

Continuación de la tabla IX.

Lubricación de la línea motriz						
Inspección de la válvula del sistema de frenos de aire						
Reemplazo del cartucho desecante del secador de aire AD-9 de Bendix						
Revisión del regulador D-2 ^a						
Lubricación de los ajustadores de tensión						
Lubricación del soporte del eje de leva						
Revisiones de los secadores de aire AD-9						
Inspección de las líneas y los acoplamientos de los frenos hidráulicos						
Inspección del acoplamiento y de la placa de montaje del pedal de los frenos						
Inspección y prueba de fuga del freno de aire						
Inspección y lubricación de la válvula de control de pedal						
Inspección de los frenos						
Inspección del sistema de frenos						
Inspección del eslabón de arrastre						
Cambio del líquido de la dirección hidráulica						
Inspección del nivel de líquido de la dirección hidráulica						
Lubricación de los engranajes de la dirección hidráulica						
Lubricación del eslabón de arrastre						
Cambio del filtro de la dirección hidráulica						
Apretado de las tuercas de los cinchos del tanque de combustible						
Reemplazo del elemento del separador de combustible y agua						

Continuación de la tabla IX.

Inspección del sistema de combustible						
Pruebas de integridad del vacío del sistema de combustible						
Inspección del sistema de escape (control antirruído)						
Revisión del pivote de los espejos						
Lubricación de los sellos de puertas						
Inspección del aire acondicionado						
Reemplazo del filtro del aire de sistema HVAC						
Lubricación de los soportes traseros del capó						

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Engrase y lubricación de los vehículos

Los aceites lubricantes están divididos en aceites minerales, aceites semisintéticos y aceites sintéticos. Los aceites minerales se obtienen de la destilación del petróleo a partir de procesos de refinación; con el paso del tiempo estos aceites han perdido campo debido a las bajas prestaciones que ofrecen.

Los aceites semisintéticos son obtenidos a partir de una mezcla de aceites minerales y aceites síntesis; generalmente están compuestos de entre un 70 a 80 por ciento de aceite mineral y entre un 20 a 30 por ciento de aceite de síntesis. Este tipo de aceite ha ido ganando terreno; ya que sus prestaciones son muy buenas y además, algunos de ellos cumplen las especificaciones para motores diesel y gasolina.

Los aceites sintéticos son obtenidos por medio de reacciones químicas. Su composición pueden ser ésteres o hidrocarburos de síntesis; este tipo de aceite presentan un índice de viscosidad más elevado, un mejor comportamiento a altas temperaturas y mejor resistencia a la oxidación.

Las grasa son productos sólidos o semilíquidos; generalmente están compuestos por un agente espesante y un líquido lubricante los cuales dan las propiedades básicas de la grasa. Una de las propiedades más importantes de una grasa debe ser su capacidad para formar una película lubricante resistente que evite el contacto metálico entre superficies. Existen muchos tipos de grasa, pero una de las más usadas en la actualidad son las grasas multipropósito; las cuales satisfacen requerimientos de lubricación de baleros, rodamientos automotrices, juntas universales, puntos de chasis.

3.2.3.1. Importancia del engrase y lubricación periódico

En los vehículos pesados la calidad, periodicidad y durabilidad de los aceites lubricantes y grasas, es de gran importancia para poder darle una mayor fiabilidad al vehículo. Seleccionar un aceite o grasa apropiada es clave para asegurarse el correcto funcionamiento tanto del motor, suspensión, dirección, diferencial, línea motriz.

Una lubricación periódica disminuye el desgaste en todas las piezas móviles de los vehículos. Es por ello que se recomienda un engrase periódico de por lo menos una vez al mes, para evitar daños en el resorte, juntas universales, pasadores.

Tabla X. **Especificaciones de lubricantes**

Parte del vehículo	Lubricante	Grado	Viscosidad
Motor	Aceite de motor	API CD, CF o API CI-4, CH-4	SAE 15W-40
Transmisión	Aceite para engranajes Mild EP	API GL-4 o mil-I-2105	SEA 80W
			SAE 90
			SAE 80W-90
Transmisión	Aceite de motor para trabajo pesado	MIL-L-2105C o MIL-L-46152 o API-SF o API-CD	SAE 50
			SAE 40
			SAE 30
Transferencia	Aceite para engranajes	API GL-4	SAE 90
Diferencial	Aceite para engranajes (hipoidal)	API GL-5	SAE 140
			SAE 90
Dirección	Aceite para engranajes	API GL-4	SAE 140
			SAE 90
Dirección hidráulica	Aceite de dirección hidráulica tipo integral	ATF DEXRON	-
Freno y embrague	Líquido de frenos/ líquido de embrague	DOT-3 o DOT-4	-
Cubo de la rueda (frontal y posterior)	Grasa para rodamientos	-	No. 2 o No. 3
Chasis, línea motriz, juntas universales, pasadores, resortes.	Grasa multipropósito o grasa para chasis	-	No. 2

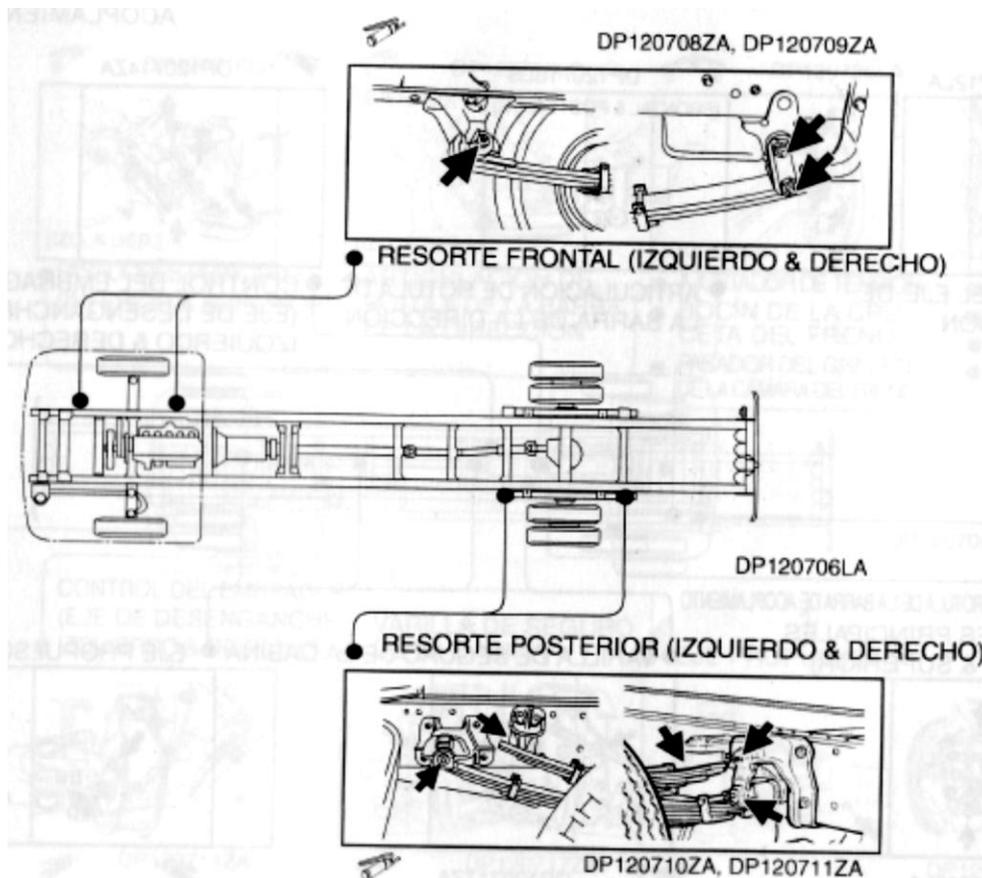
Fuente: elaboración propia.

3.2.3.2. Engrase para camiones de 5 toneladas

A continuación se presentan los diagramas de engrase para los camiones Hino serie 300.

El engrase en los resortes debe ser cada 1 000 kilómetros (620 mi); debe utilizarse grasa para chasis o grasa multipropósito.

Figura 19. **Puntos de engrase de resortes para los vehículos Hino serie 300**



Fuente: Hino Motors, Ltd. *Manual del Operario Hino serie 300*. p. 12-19.

El engrase en los pasadores, eje propulsor y demás elementos debe ser realizado con recorridos diferentes.

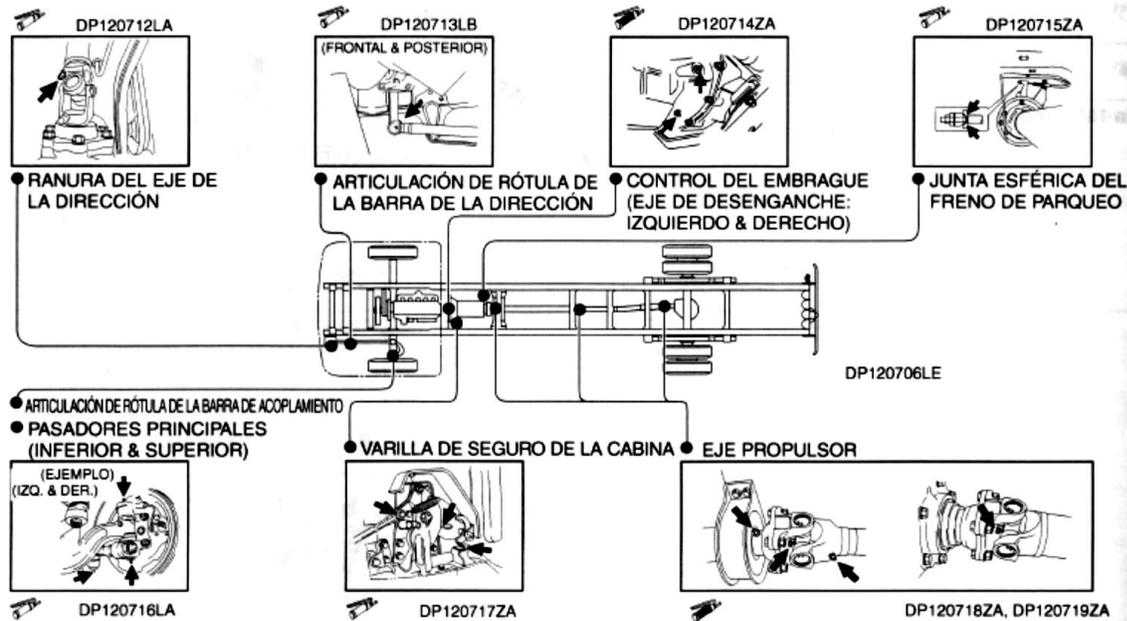
Engrase cada 5 000 km (3 100 mi):

- Varilla de seguro de la cabina
- Ranura del eje de la dirección
- Junta esférica del freno de parqueo
- Control del embrague (eje de desenganche: izquierdo y derecho)
- Eje propulsor (juntas universales, flecha del eje cardan.)

Engrase cada 15 000 kilómetros (9 300 mi):

- Articulación de rótula de la barra de la dirección
- Pasadores principales (inferior y superior)
- Articulaciones de rótula de la barra de acoplamiento (izquierdo y derecho)

Figura 20. **Puntos restantes de engrase para los vehículos Hino serie 300**



Fuente: Hino Motors, Ltd. *Manual del Operario Hino serie 300*. p. 12-14.

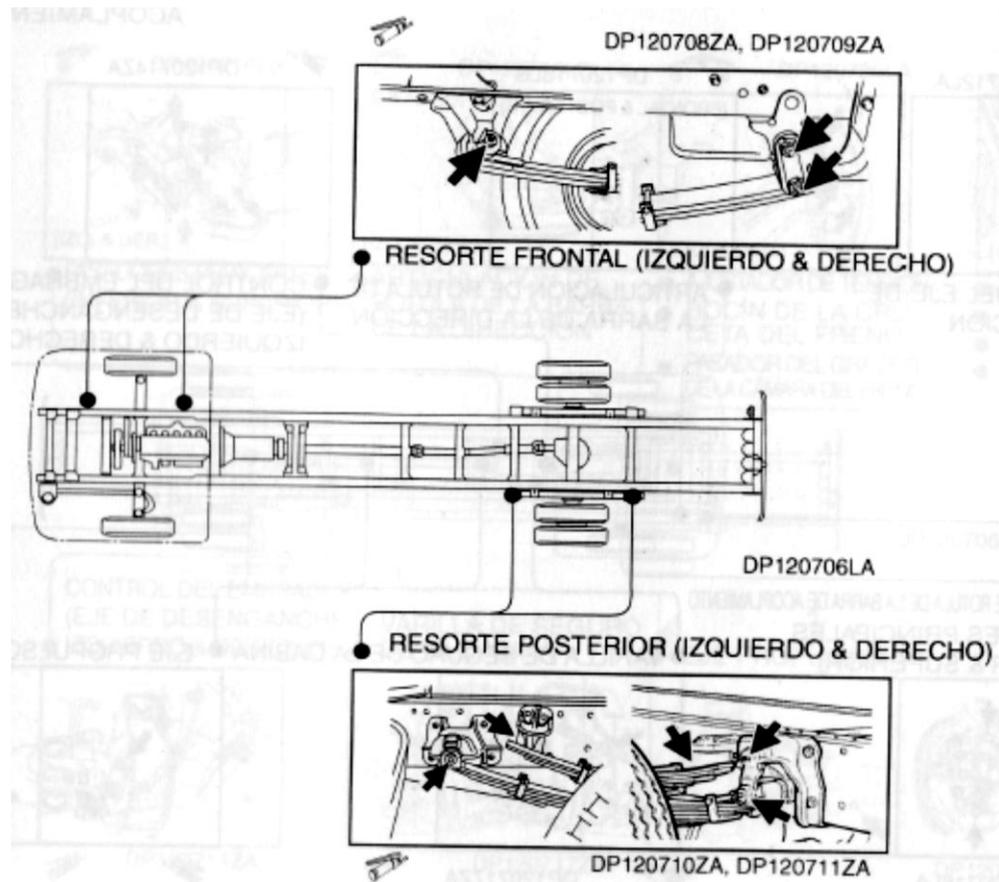
En el control del embrague y el eje propulsor la grasa a utilizar debe ser, una grasa para rodamientos.

3.2.3.3. Engrase para camiones de 12,5 toneladas

A continuación se presentan los diagramas de los puntos de engrase para los camiones Hino serie 500, modelo FG.

El engrase en los resortes debe ser cada 1 000 kilómetros (620 mi); debe utilizarse grasa para chasis o grasa multipropósito.

Figura 21. **Puntos de engrase de los resortes para los vehículos Hino serie 500, modelo FG**



Fuente: Hino Motors, Ltd. *Manual del Operario para modelos FC, FG, FM, FT GD, GH, GT.* p. 12-13.

El engrase en los pasadores, eje propulsor y demás elementos debe ser realizado con recorridos diferentes.

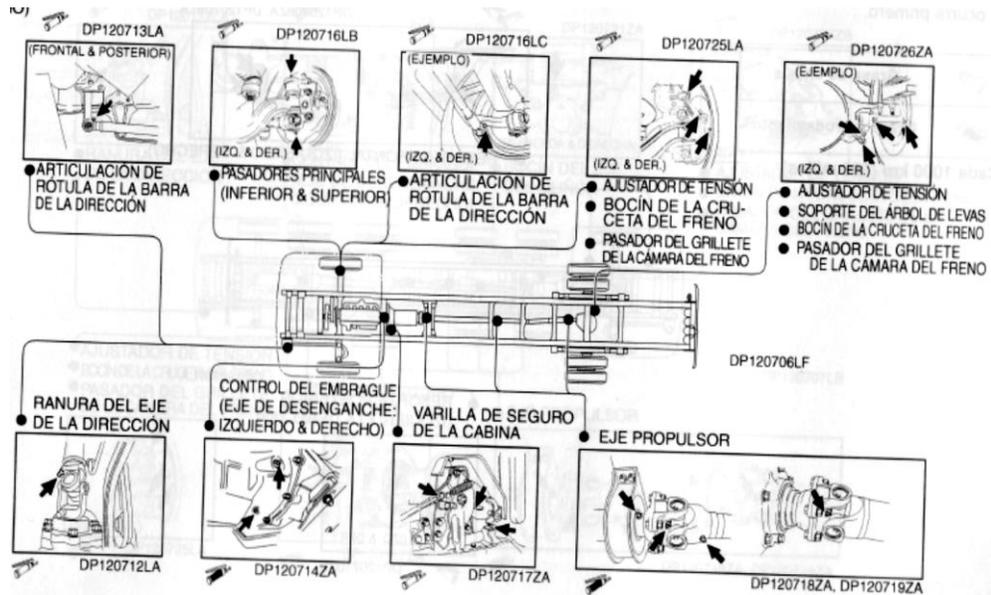
Engrase cada 5 000 km (3 100 mi):

- Varilla de seguro de la cabina
- Ranura del eje de la dirección
- Control del embrague (eje de desenganche: izquierdo y derecho)
- Ajustador de tensión
- Soporte del árbol de levas
- Bocín de la cruceta del freno
- Pasadores del grillete de la cámara del freno
- Eje propulsor (juntas universales, flecha del eje cardan)

Engrase cada 15 000 kilómetros (9,300 mi):

- Articulación de rótula de la barra de la dirección
- Pasadores principales (inferior y superior)
- Articulaciones de rótula de la barra de acoplamiento (izquierdo y derecho)

Figura 22. **Puntos restantes de engrase para los vehículos Hino serie 500, modelo FG**



Fuente: Hino Motors, Ltd. *Manual del Operario para modelos FC, FG, FM, FT GD, GH, GT.* p. 12-15.

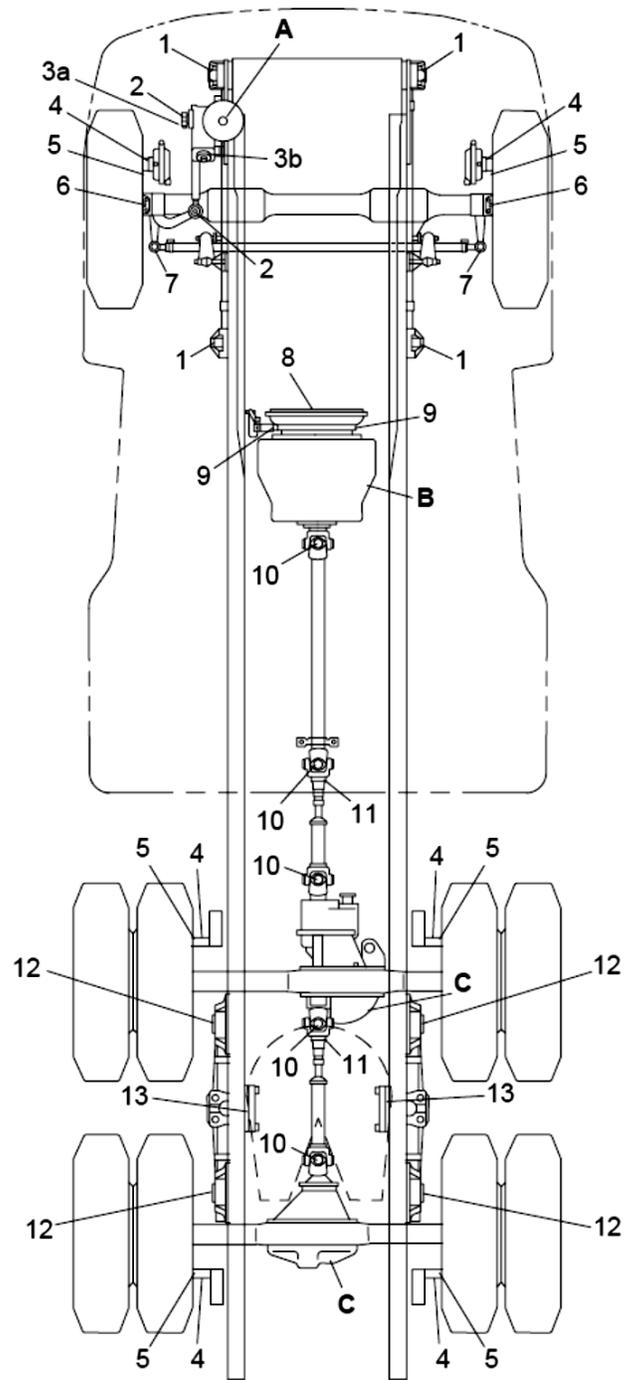
En el control del embrague y el eje propulsor la grasa a utilizar debe ser, una grasa para rodamientos.

3.2.3.4. Engrase para cabezales de 25 toneladas

A continuación se presenta el diagrama de lubricación y revisión de niveles de fluidos para los cabezales Freighliner e International.

En algunos casos se ampliara el punto de lubricación con una imagen, para que con la imagen se pueda realizar una lubricación adecuada.

Figura 23. Puntos de lubricación para cabezales



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

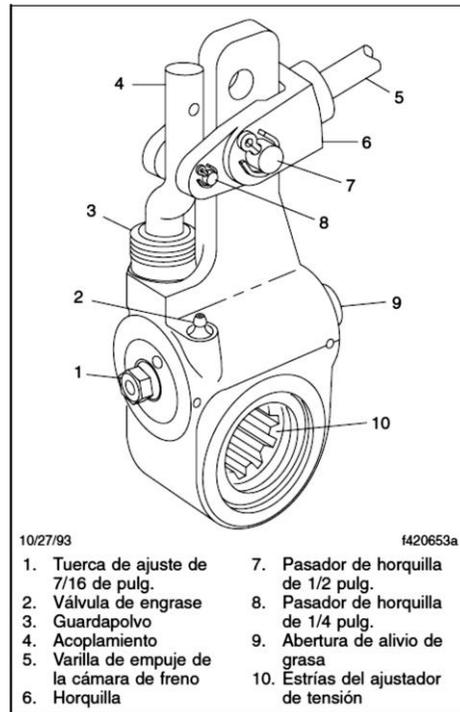
Tabla XI. **Listado de puntos de lubricación y revisión del nivel de fluidos para cabezales**

Número	Parte del cabezal y acción a realizar	Intervalo
A	Revise el nivel de fluido del depósito de la dirección hidráulica, agregue fluido si es necesario	Cada 15 000 km (9 300 mi)
B	Revise el nivel de fluido de la transmisión, agregue fluido si es necesario	Cada 15 000 km (9 300 mi)
C	Revise el nivel de lubricante de los ejes, agregue lubricante si es necesario	Cada 15 000 km (9 300 mi)
1	Lubrique los pasadores principales de suspensión delantera	Cada 5 000 km (3 100 mi)
2	Lubrique el brazo de la dirección, en el eslabón de arrastre	Cada 15 000 km (9 300 mi)
3a	Lubrique el muñón del eje de salida en el mecanismo de dirección hidráulica TAS de TRW	Cada 15 000 km (9 300 mi)
3b	Lubrique la tapa del rodamiento, en el mecanismo de dirección hidráulica Sheppard	Cada 15 000 km (9 300 mi)
4	Lubrique el soporte del eje de levas	Cada 5 000 km (3 100 mi)
5	Lubrique el ajustador de tensión automático	Cada 5 000 km (3 100 mi)
6	Lubrique las dos graseras (superior e inferior) en los extremos del eje, en el pivote de dirección	Cada 5 000 km (3 100 mi)
7	Lubrique la rótula en la barra de acoplamiento	Cada 15 000 km (9 300 mi)
8	Lubrique el collarín del embrague	Cada 5 000 km (3 100 mi)
	Lubrique el buje de bronce del ensamble de manga	Cada 15 000 km (9 300 mi)
9	Lubrique el eje transversal de liberación del embrague	Cada 15 000 km (9 300 mi)
10	Lubrique las juntas universales de la línea motriz	Cada 5 000 km (3 100 mi)
11	Lubrique el yugo deslizante de la línea motriz	Cada 5 000 km (3 100 mi)
12	Lubrique el ensamble de la igualadora, en la suspensión trasera	Cada 5 000 km (3 100 mi)
13	Lubrique la placa superior, todas las graseras y partes móviles, en la quinta rueda	Cada 5 000 km (3 100 mi)

Fuente: elaboración propia.

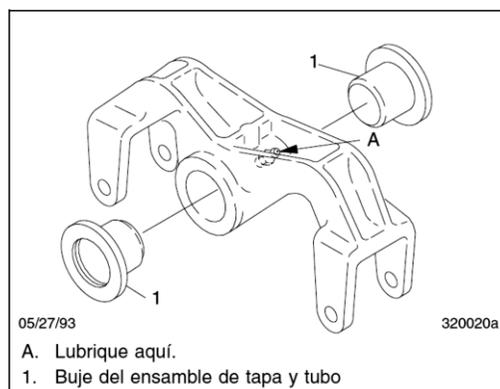
En las partes del embrague y toda la línea motriz (juntas universales y yugo deslizante) la grasa a utilizar debe ser, una grasa para rodamientos.

Figura 24. **Ajustador de tensión automático y sus partes**



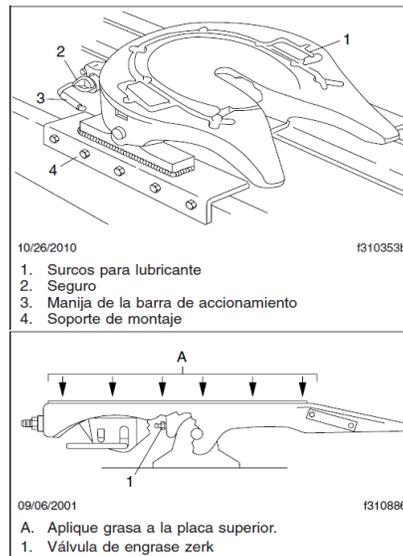
Fuente: Dimler Trucks North America LLC. *Manual de mantenimiento Business Class M2*. p. 42.

Figura 25. **Puntos de lubricación de la igualadora**



Fuente: Dimler Trucks North America LLC. *Manual de mantenimiento Business Class M2*. p. 32.

Figura 26. **Puntos de lubricación de la quinta rueda**



Fuente: Dimler Trucks North America LLC. *Manual de mantenimiento Business Class M2*. p. 31.

3.3. Revisiones y mantenimientos periódicos

Las revisiones periódicas son una parte importante en el mantenimiento preventivo ya que, gracias a ellas se logran detectar varias anomalías en los vehículos las cuales pueden ser reparadas inmediatamente o luego.

Cada revisión periódica deberán llenar los siguientes requisitos:

- Cada vehículo dispondrá de un libro electrónico elaborado en Excel, en donde estará detallado el registro detallado de cada revisión periódica, es decir, los trabajos de mantenimiento y reparaciones realizados.
- Se dispondrán de hojas electrónicas de revisiones diarias, en donde se colocara colocaran chequeos específicos en cada vehículo.

- En cada hoja electrónica constará la frecuencia y fecha de cada revisión así como el nombre y firma de la persona responsable.
- Si en el transcurso de una revisión se detectan anomalías, estas deberán ser notificadas inmediatamente. Siempre que sea posible se repararán las anomalías inmediatamente o se programará una fecha futura para darle solución a dicha anomalía.

3.3.1. Formatos para revisiones y mantenimientos periódicos

Los formatos son una parte importante del mantenimiento preventivo, ya que gracias a ellos se puede llevar un registro detallado de cada una de las fallas encontradas en los vehículos, así como también el origen de la falla. Lo cual sirve para futuras reparaciones.

El primer formato es para las revisiones diarias que se le deben hacer a los vehículos.

El segundo formato es para una revisión quincenal exhaustiva de los vehículos en busca de posibles fallas.

El tercer formato es el que se utilizará para realizar un servicio completo, es decir, cambio de aceite de motor, cambio de filtros. Solo se presenta un formato, ya que los formatos para los camiones Hino serie 300 y cabezales son muy similares, en donde el único cambio es la cantidad de aceite de motor y que no poseen prefiltro de aire.

Figura 27. Formato para revisiones diarias

Revisión		Revisión	
Revise el nivel del aceite del motor	<input type="checkbox"/>	Revise que el camión/cabezal frena correctamente	<input type="checkbox"/>
Revise el nivel del líquido de frenos (si aplica)	<input type="checkbox"/>	Inspeccione el nivel del combustible	<input type="checkbox"/>
Revise el nivel del líquido del embrague	<input type="checkbox"/>	Inspeccione el encendido de todas las luces (delanteras, laterales y traseras)	<input type="checkbox"/>
Revise el nivel del refrigerante	<input type="checkbox"/>	Inspeccione la presión del aire	<input type="checkbox"/>
Drene la acumulación de agua en el tanque de aire	<input type="checkbox"/>	Inspeccione el juego del volante de la dirección	<input type="checkbox"/>
Drene la acumulación de agua en el separador de agua-combustible	<input type="checkbox"/>	Inspeccione que el freno de escape o de motor funciona	<input type="checkbox"/>
Revise el indicador de polvo en el depurador	<input type="checkbox"/>	Inspeccione que la bocina funciona	<input type="checkbox"/>
Revise del parabrisas (nivel de agua, estado de las plumas, velocidades, etc)	<input type="checkbox"/>	Inspeccione si hay fugas de aire en las válvulas de freno	<input type="checkbox"/>
Revise fugas de refrigerante en el radiador	<input type="checkbox"/>		
Revise el panel del radiador y del interenfriador (si hay suciedad lávelos)	<input type="checkbox"/>		
Revise las bandas del motor, compresor y alternador	<input type="checkbox"/>		
Revise las baterías	<input type="checkbox"/>		
Revise los neumáticos (presión de aire, daños, desgaste anormal, profundidad de labrado)	<input type="checkbox"/>		
Revise todas las tuercas en los disco de las ruedas	<input type="checkbox"/>		
Revise el funcionamiento del penal del freno, embrague y aceleración	<input type="checkbox"/>		
Revise que el motor enciende como es debido	<input type="checkbox"/>		

Observaciones: _____

f. Técnico mecánico: _____ f. Piloto: _____

f. Jefe del taller: _____ f. Analista de flota: _____

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Formato para servicios completos, para camiones Hino serie 500, modelo FG**

Cantidad	Repuesto	Código	Marca
16	Litros de aceite de motor / cambio cada 12,000 km.	15W40	Citgo
1	Filtro de aire	FA-696	Filda
1	Pre-filtro de aire	LA-7055	Baldwin
1	Filtro de aceite	557080	Wix
1	Filtro de diesel	33386	Wix
1	Filtro separador de agua (trampa de agua)	33231	Wix
1	Galón de refrigerante	50/50	Autoguard
1	Galón de desengrasante	---	---
1	Libra de grasa para chasis	MP2	Atlas

Revisión	Check	Observaciones
Revisión de chasis	<input type="checkbox"/>	
Revisión de frenos	<input type="checkbox"/>	
Revisión de luces	<input type="checkbox"/>	
Revisión de alternador	<input type="checkbox"/>	
Revisión de baterías	<input type="checkbox"/>	
Revisión de radiador	<input type="checkbox"/>	
Revisión de reportes	<input type="checkbox"/>	
Revisión de luces	<input type="checkbox"/>	
Revisión de parabrisas	<input type="checkbox"/>	
Revisión de nivel de fluidos en general	<input type="checkbox"/>	
Revisión general de neumáticos	<input type="checkbox"/>	
Revisión completa de línea motriz (juntas universales, catarinas, ejes, etc.)	<input type="checkbox"/>	

Observaciones: _____

f. Técnico mecánico: _____ f. Piloto: _____

f. Jefe del taller: _____ f. Analista de flota: _____

Fuente: elaboración propia.

3.4. Inventario de repuestos

El inventario de repuestos tiene un alto impacto sobre el mantenimiento preventivo, ya que un inventario no planificado correctamente genera una serie de atrasas como son:

- Más tiempo para obtener repuestos
- Más tiempo para encontrar materiales sustitutos
- Tiempo perdido para tramitar una orden de compra
- Compra de materiales incorrectos
- Repuestos fuera de *stock*

Es por ello que es importante la planificación de los materiales necesarios para realizar una tarea de mantenimiento. Una correcta planificación del inventario requiere lo siguiente:

- Información en línea de cada repuesto, para con ello poder planificar adecuadamente. Esto permitirá conocer además el código del repuesto, descripción, cantidad en el inventario, ubicación en bodega y cantidad disponible.
- Un listado físico de los repuestos almacenados en bodega. Con lo cual se permitirá el acceso personal a la información; esto permitirá a cada persona involucrada en el mantenimiento saber si los repuestos están en bodega o deben ser pedidos bajo normas especiales.
- Un listado de los vehículos y cada uno de los repuestos utilizados en dicho vehículo. Esto ayuda a tener un mejor control sobre que repuesto utilizar y en donde debe colocarse.

- Un listado de los repuestos ordenados y sus respectivas fechas de entrega a bodega. Con lo cual se puede tener un historial de los movimientos de cada repuesto para tomar mejores decisiones a futuro.

3.5. Normas y procedimientos para el mantenimiento

Los lineamientos para realizar un mantenimiento tanto preventivo como correctivo, son una serie de pasos para realizar las tareas de mantenimiento de una manera ordena y correcta.

3.5.1. Procedimientos antes y después de realizar un mantenimiento preventivo

Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones, mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. Procedimientos antes de un mantenimiento preventivo:

- El analista de flota deberá notificar uno o dos días antes de realizar un mantenimiento preventivo, a los técnicos mecánicos, al piloto del vehículo y al jefe de transportes y logística.
- El analista de flota o un técnico mecánico deberá pedir un día antes, los repuestos necesarios a bodega.
- Un día antes o el día del mantenimiento, el analista de flota deberá entregar una orden de trabajo a los técnicos mecánicos.
- El día del mantenimiento preventivo, el vehículo deberá ser lavado antes de ingresar al taller.

Procedimientos después de un mantenimiento preventivo:

- Una vez retirados todos los repuestos viejos y colocados los repuestos nuevos, el analista de flota deberá entregar los repuestos viejos a bodega.
- El analista de flota deberá inspeccionar que todos los repuestos y tareas de mantenimiento se realizaron adecuadamente y firmar la orden de trabajo, dando con ello el visto bueno.
- Si todo está en orden el o los técnicos mecánicos que realizaron el mantenimiento deberán firmar la orden de trabajo, para llevar un registro de quien realizó el mantenimiento.
- El analista de flota deberá notificar al piloto del vehículo y al jefe de transporte y logística, que el vehículo está listo para ser usado.
- Al momento que el piloto llegue al taller a recoger el vehículo deberá firmar la orden de trabajo.

3.5.2. Procedimientos antes y después de realizar un mantenimiento correctivo

El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, el objetivo es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, procedimientos antes de un mantenimiento correctivo:

- El piloto deberá notificar ya sea al jefe de transportes y logística o al analista de flota, del desperfecto mecánico que presenta el vehículo.
- El analista de flota en mutuo acuerdo con el jefe de logística deberá planificar el día y hora que sea realizada la tarea correctiva.

- El analista de flota deberá notificar uno o dos días antes de realizar un mantenimiento correctivo, a los técnicos mecánicos, al piloto del vehículo y al jefe de transportes y logística.
- Si ya se sabe que es lo que está fallando, el analista de flota deberá pedir el repuesto a utilizar a bodega, si así se requiere.
- El día del mantenimiento correctivo, el vehículo deberá ser lavado antes de ingresar al taller.

Procedimientos después de un mantenimiento correctivo:

- Una vez terminada la tarea de mantenimiento correctivo, el analista de flota deberá entregar los repuestos viejos a bodega; si es que se requirió el cambio de alguna pieza.
- El analista de flota deberá inspeccionar que todos los repuestos y tareas de mantenimiento correctivo se realizaron adecuadamente y firmar la orden de trabajo, dando con ello el visto bueno.
- Si todo está en orden el o los técnicos mecánicos que realizaron el mantenimiento deberán firmar la orden de trabajo, para llevar un registro de quien realizó el mantenimiento.
- El analista de flota deberá notificar al piloto del vehículo y al jefe de transporte y logística, que el vehículo está listo para ser usado.
- Al momento que el piloto llegue al taller a recoger el vehículo deberá firmar la orden de trabajo.

3.6. Administración del mantenimiento mediante software para la gestión de activos

El mantenimiento administrado por software es una herramienta de gran ayuda, ya que gracias a ello se pueden planificar de una mejor manera las

tareas de mantenimiento, la gestión de los repuestos, historial de mantenimiento, lo cual ayuda para tomar decisiones de forma segura y eficaz.

A continuación se describen como crear mantenimientos preventivos y ordenes de trabajo, en el software para la gestión de activos.

3.6.1. Crear un mantenimiento preventivo

Las revisiones se realizan por tiempo, kilometraje, horas de funcionamiento y así por el estilo. Para poder crear un mantenimiento preventivo debe ingresar al programa y luego seguir los siguientes pasos:

- Seleccione en el menú lo siguiente Trabajo > Planificación de OT > Tareas.
- Marque el botón (+) para crear un nuevo registro y llene los datos de la tarea.
- Seleccione la pestaña de Instrucciones.
- Valla a la sección de: agregar/modificar instrucciones y marque el botón (+).
- Escriba las instrucciones o inspecciones relacionadas al mantenimiento preventivo.
- Luego que termine de escribir las instrucciones, puede grabar.
- Deberá crear y definir un listado de materiales seleccione en el menú lo siguiente Trabajo > Planificación de OT > Listado de materiales.
- Marque el botón (+) para crear un nuevo registro y llene los datos de los materiales.
- Marque el botón enviar para que se registre la pieza en el listado de materiales.

- Para crear el mantenimiento preventivo seleccione en el menú lo siguiente Trabajo > Planificación de OT > Planificaciones de MP.
- Marque el botón (+) para crear un nuevo registro y llene los datos de las planificaciones.
- Seleccione la pestaña de Actividades y llene la información.
- Una vez ya ingresada las actividades seleccione la pestaña de Equipo y llene la información.

3.6.2. Crear una orden de trabajo para un mantenimiento preventivo

Para alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos crear una orden de trabajo debe ingresar al programa y luego seguir los siguientes pasos:

- Seleccione en el menú lo siguiente Trabajo > Proceso > Generar OT.
- En la pestaña de Parámetros ingrese lo siguiente:
 - Generar hasta (colocar la fecha actual).
 - Departamento (Departamento de Mantenimiento al que pertenece). Organización.
 - Marque el botón de procesar para que el sistema muestre el listado de órdenes de trabajo para mantenimiento preventivo.
 - Seleccione las órdenes de trabajo que desea liberar marcando el cuadro que está ubicado en la primera columna de la tabla.
 - Si desea liberar todas las órdenes de mantenimiento que el sistema le muestra, marque el cuadro en la parte superior de la primera columna llamado Seleccionar.
 - Ya terminada su selección marque las opciones de Imprimir informe resumido e imprimir orden de trabajo.

- Marque el botón de generar para liberar e imprimir las órdenes de trabajo para mantenimiento preventivo.

4. FASE DE DOCENCIA

En este capítulo se darán algunas recomendaciones para la capacitación del personal tanto a nivel técnico como a nivel administrativo. Es importante la capacitación del personal involucrado en el mantenimiento de los vehículos, para que puedan desempeñar de una mejor manera las tareas de mantenimiento; es igualmente importante la capacitación de los pilotos para que puedan identificar ellos mismos algunos problemas menores que los vehículos puedan presentar.

4.1. Importancia del mantenimiento autónomo para capacitaciones del personal

Este tipo de mantenimiento resulta ser de suma importancia ya que, gracias a él se logra la prevención del deterioro en las piezas que componen cada uno de los sistemas de los vehículos. En este mantenimiento se requiere la colaboración de los pilotos ya que, son ellos los responsables directos de muchas de las tareas de mantenimiento diarias.

Las tareas básicas que incluye el mantenimiento autónomo son:

- Limpieza diaria y proceso de inspección asociados a la limpieza
- Inspección de fugas, niveles de fluidos, suciedad, corrosión y ruidos extraños en cualquier parte del vehículo
- Ajustes de piezas que no requieran mucho tiempo para ser realizados
- Reporte de fallas que no puedan ser reparados por los pilotos y que requieran una programación, con el fin de corregir la falla encontrada

- Capacitación técnica de los pilotos

En este tipo de mantenimiento los pilotos deben recibir una capacitación básica adecuada sobre conocimientos de mecánica automotriz, con el fin que ellos puedan reparar algunas fallas menores que puedan presentarse. Esta capacitación permitirá a los pilotos adquirir habilidades para solucionar algunas fallas comunes.

4.2. Importancia de los historiales de mantenimiento preventivo y correctivo

Cada uno de los mantenimientos realizados sobre la flota de camiones son tanto preventivos como correctivos, muchos de los camiones tienen una mayor incidencia respecto a los mantenimientos correctivos realizados, cada una de estas correcciones debe ser registrada y analizada para determinar el tiempo de vida de algunas piezas, para que gracias a esos historiales se pueda armar un plan de mantenimiento preventivo exclusivo para los camiones que fallan más a menudo.

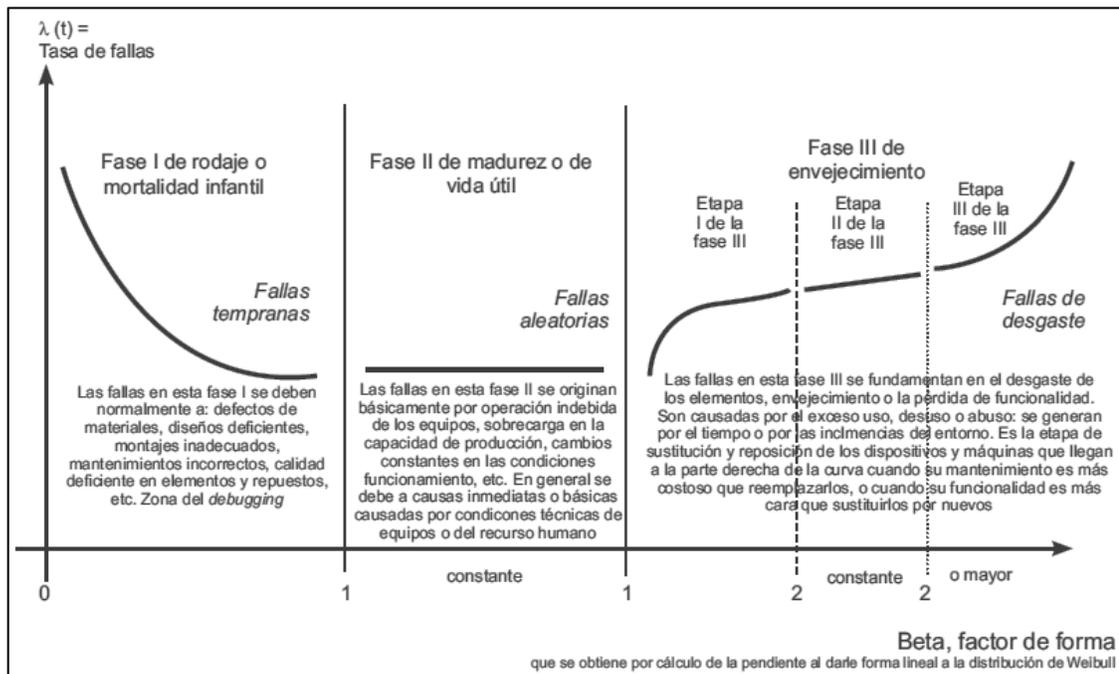
Los historiales deben contener por lo menos los siguientes datos:

- Posible causa del fallo
- Repuestos utilizados en la reparación
- Tiempo estimado que tardo la reparación
- Daños que causo la avería corregida

Existe una relación entre la incidencia de fallas y el tiempo de vida de una pieza, dicha relación ayuda a analizar mejor como y cuando aparecen cierto tipo

de fallas, generalmente son tres fases las más conocidas. Dicha relación de fallas se representa en una gráfica llamada: curva de la bañera o de Davies.

Figura 30. **Curva de la bañera o de Davies, en mantenimiento correctivo y preventivo**



Fuente: MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto. *Mantenimiento: planeación, ejecución y control*. p. 108.

4.3. Capacitación del personal involucrado en el mantenimiento de los vehículos

La capacitación a todo el personal involucrado debe ser en forma verbal, por medio de documentos informativos y prácticas que amplíen los conocimientos técnicos sobre mecánica automotriz del personal.

Para poder lograr resultados óptimos en las capacitaciones de todo el personal involucrado con los vehículos, es necesario cumplir con las siguientes propuestas:

- Desarrollar una cultura de capacitaciones constante a todo el personal involucrado con los vehículos.
- Proporcionar materiales didácticos que promuevan las capacitaciones y el aprendizaje constante a los técnicos mecánicos y pilotos.
- Brindar capacitación y asesoría a cada una de las partes de la empresa involucradas con los el mantenimiento de los vehículos, enfatizando algunos puntos dependiendo de a que se dedique dicho departamento.
- Promover una cultura que comparta conocimientos adquiridos, para que todo lo que un técnico mecánico sepa sea transmitido a los pilotos sin recelo alguno.

4.3.1. Personal administrativo

El personal administrativo debe ser el encargado de modificar anualmente las capacitaciones, para que estas se adapten a los cambios hechos en la flota de transporte. Ya que con forme pasa el tiempo la empresa adquiere camiones con nuevas tecnologías incorporadas. El personal administrativo debe ser el encargado de planificar las capacitaciones impartidas a los técnicos mecánicos y a los pilotos.

4.3.2. Técnicos mecánicos

Los técnicos mecánicos deben apoyar al personal administrativo en la realización de algunas capacitaciones que estén dirigidas a los pilotos de los vehículos. Asimismo, los técnicos mecánicos deben recibir capacitaciones específicas, las cuales son impartidas por los proveedores de los camiones. Los proveedores cuentan con personal calificado para realizar todos los mantenimientos de los camiones de una forma adecuada y al mismo tiempo imparten capacitaciones para las empresas que así lo necesiten.

4.3.3. Pilotos

Los pilotos de los vehículos deben recibir capacitaciones impartidas tanto por los técnicos mecánicos como por los proveedores de los camiones; todo ello con el fin que conozcan más a fondo sus vehículos y que sean capaces de identificar problemas básicos de funcionamiento, logrando evitar daños mayores en los vehículos.

CONCLUSIONES

1. Las rutinas y períodos de mantenimiento para cada vehículo fueron definidas, cada rutina tiene períodos variables de ejecución que van desde ejecuciones diarias, mensuales y hasta dos o tres años. El funcionamiento la flota fue optimizado con la implementación de cada una de las nuevas rutinas de mantenimiento.
2. El plan de ahorro energético para el taller mecánico fue propuesto, el cual contiene recomendaciones de cambios que se deben hacer en el sistema de alumbrado y el sistema de fuerza. Se propuso asimismo, una política de concientización de ahorro energético en toda la planta, la cual debe ir dirigida tanto al personal administrativo y operativo.
3. Con un adecuado mantenimiento es evidente que los vehículos presentan menos fallas, lo cual se ve reflejado en que la lista de espera en reparaciones fue disminuida considerablemente. Con ello se evidencio que los tiempos que los vehículos funcionaron correctamente fue de períodos más largos.
4. Se definieron los procedimientos de ejecución de algunas tareas de mantenimiento preventivo. Tal es el caso que se dieron los procedimientos para ajustar el freno del motor en los cabezales, ya que esta tarea no había sido realizada y a causa de ello, algunos frenos de motor no funcionaban correctamente.

5. Fueron indicados los lineamientos para la capacitación del personal involucrado en el mantenimiento de la flota. En dichos lineamientos fueron indicadas cada una de las responsabilidades que cada persona debe tener, haciéndoles ver los beneficios que conlleva para la empresa el tener un personal plenamente capacitado para realizar las tareas de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Dar seguimiento al plan de mantenimiento y verificar que realmente se esté ejecutando en toda la flota. Actualizar el plan de mantenimiento por lo menos una vez al año, ya que conforme pasa el tiempo la empresa adquiere nuevos camiones los cuales traen nuevas tecnologías y ende sus requisitos de mantenimiento son muy diferentes a los requeridos por camiones de modelos anteriores.
2. No utilizar un aditivo sellador para detener fugas en el sistema de enfriamiento, ya que puede resultar en taponamiento del sistema de enfriamiento y flujo inadecuado del refrigerante, causando que el motor se sobrecaliente. Puesto que es una costumbre muy arraigada el utilizar aditivos selladores para detener fugas en el sistema de enfriamiento.
3. Estandarizar los proveedores de repuestos, para que con ello se logre disminuir los tiempos de entrega, así como evitar la utilización de repuestos de diferentes marcas, ya que muchas veces algunas partes pueden no funcionar correctamente si se combinan con diferentes marcas.
4. Cada vez que sea necesario remolcar un camión, es recomendable y necesario desconectar el eje cardán, esto para evitar daños mayores al sistema de transmisión.
5. Brindar la capacitación adecuada, sobre el uso del software a todos los trabajadores que lo manipulen. Puesto que, se están pasando por alto

muchas características del software que benefician en gran manera a la planificación del mantenimiento preventivo. Lo cual termina siendo una pérdida económica para la empresa debido al uso incorrecto del software para la gestión de activos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AVALONE, Eugene A.; BAUMEISTER III, Theodore. Marks: *Manual del ingeniero mecánico*. 8a. ed. México: McGraw-Hill, 1995. 1285 p.
2. DIMLER TRUCKS, North America LLC. *Manual de mantenimiento Business Class M2*. EEUU: Dimler Trucks North America LLC, 2010. 147 p.
3. FIDE. Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica: *Educación para el ahorro y uso racional de la energía eléctrica* [en línea]. México, 2014 <http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=191> [Consulta: 15 de mayo de 2014].
4. GIL MARTÍNEZ, Hermógenes. *Manual práctico del automóvil*. Colombia: Cultural, 2004. 1224 p.
5. LÓPEZ MIRANDA, Eduardo José. *Mejora del plan de mantenimiento para la flota de montacargas para renta clase V para la Empresa Distribuidora Agrícola Guatemalteca S. A.; distribuidora de la marca Yale*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 59 p.
6. MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto. *Mantenimiento: planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega, 2009. 504 p.

7. SOURIS, Jean-Paul. *El mantenimiento, fuente de beneficios*. Madrid: Díaz de Santos, 1992. 179 p.