



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

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PARQUE
VEHICULAR DEL SERVICIO *COURIER* DE DHL EXPRESS**

Elman Omar Carrascoza Gil

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, noviembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PARQUE
VEHICULAR DEL SERVICIO *COURIER* DE DHL EXPRESS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ELMAN OMAR CARRASCOZA GIL

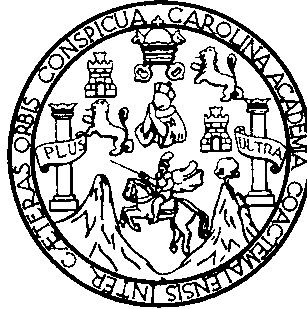
ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Alvaro Antonio Avila Pinzón
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
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:

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PARQUE VEHICULAR DEL SERVICIO *COURIER* DE DHL EXPRESS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 11 de mayo de 2015.



Elman Omar Carrascoza Gil

ACTO QUE DEDICO A:

Mi familia

Por la sabiduría de mi padre, Héctor, y la osadía de mi madre, Claridalma. Porque nunca descuidaron mi educación en todo sentido. Por guiarme en el camino de la vida, desde que vi por vez primera la luz del sol. Por entregar todo a cambio de nada. A Leslie y Randy, porque juntos hemos compartido infortunios, pero también alegrías y victorias.

Familia De León Ochoa

Por ser mi segunda familia, por acogerme y brindarme todo el apoyo en los momentos más escabrosos. Por abrir las puertas de su corazón. A Irene, por ser el pilar y la luz en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Eterno Todopoderoso

Por su amor infinito y su inagotable misericordia, porque renueva sus bendiciones cada mañana. A Él, quien me dio la vida de nuevo y me dio otra oportunidad cuando no la merecía. Porque puso a las personas indicadas en mi camino quienes fueron instrumento de inspiración para continuar y culminar este trayecto académico

Universidad San Carlos de Guatemala

Por dar la oportunidad a la juventud guatemalteca, con el mínimo recurso económico, no importando el estatus social. Porque razón tuvo Tomás Bulat cuando dijo que para el pobre, estudiar es el mayor acto de rebeldía contra el sistema, porque el saber rompe las cadenas de la esclavitud. A la “Gloriosa Tricentenario” por crear más rebeldes libres.

A los ingenieros docentes, quienes son los verdaderos protagonistas de la enseñanza.

DHL Express

Por darme la oportunidad de realizar con éxito este trabajo dentro de sus instalaciones y acceso a la información sobre la flota; asimismo, contribuir con los resultados del

estudio para un mejor funcionamiento y operación en el área de transporte. Al licenciado Fernando de León y al ingeniero Andrés Jiménez, por darme la oportunidad de ser parte del magnífico equipo de DHL Express, y por el ejemplo de sagacidad, ingenio y profesionalismo llevado al campo laboral.

Ing. Carlos Pérez

Por brindarme su apoyo incondicional en el asesoramiento de este trabajo, por la paciencia y por el denuedo inyectado para completar y llenar objetivos, complementado con su conocimiento compartido.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. CONCEPTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO	1
1.1. Definición	1
1.2. Historia.....	1
1.3. Tipos de mantenimiento.....	2
1.3.1. Preventivo	3
1.3.2. Predictivo	3
1.3.3. Correctivo.....	4
1.3.4. De clase mundial.....	4
1.4. Mantenimiento preventivo vehicular.....	5
1.4.1. Inspección visual general.....	6
1.4.1.1. Estado del motor	6
1.4.1.2. Derrames y fugas de fluidos.....	7
1.4.1.3. Fajas y poleas	7
1.4.1.4. Conducto de escape	9
1.4.1.5. Pintura y rotulación.....	10
1.4.1.6. Puertas y parachoques	11
1.4.1.7. Vidrios	11
1.4.1.8. Sistema eléctrico y electrónico.....	12

1.4.2.	Sistema GPS	20
1.4.3.	Revisión del aceite.....	21
1.4.4.	Nivel de aceite	23
1.4.5.	Estado del aceite	23
1.4.6.	Nivel de agua en los sistemas	23
1.4.6.1.	Sistema de enfriamiento	24
1.4.6.2.	Depósito del limpiabrisas	25
1.4.6.3.	Drenaje del agua en filtro de combustible	25
1.5.	Revisión del sistema de frenado.....	27
1.6.	Revisión de llantas	31
1.7.	Herramienta de emergencia	33
2.	DEUTSCHE POST DHL	35
2.1.	Historia	35
2.2.	Departamento de Operaciones.....	37
2.2.1.	Servicio <i>courier</i>	37
2.2.2.	Flota vehicular	37
3.	ANÁLISIS DE OPERACIONES.....	41
3.1.	Descripción de unidades	41
3.2.	Diagnóstico general de unidades	42
3.3.	Recorridos y rendimiento.....	44
3.3.1.	Rutas AM.....	44
3.3.2.	Rutas PM.....	45
3.3.3.	Rutas de turno completo.....	45
3.4.	Vínculos con la agencia Toyota.....	46
3.5.	Tipos de servicio.....	49

4. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	
PREVENTIVO	57
4.1. Revisión del Manual de Operación Toyota Hiace	62
4.2. Procedimientos y bitácoras de inspección	63
4.3. Calendarización de servicios	79
4.3.1. Servicios menores.....	94
4.3.2. Servicios mayores.....	95
4.4. Manual de consejos y recomendaciones	96
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES.....	105
BIBLIOGRAFÍA.....	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Tipos y formas de fajas	8
2.	Diagrama del subsistema del sistema eléctrico	13
3.	Diagrama del sistema de encendido	14
4.	Interior del motor de arranque.....	16
5.	Motor de arranque con piñón deslizable	17
6.	Filtro depurador de agua.....	26
7.	Mecanismo de frenado de un pistón	27
8.	Medición de profundidad de banda de rodadura.....	32
9.	Fundadores de DHL.....	35
10.	Flota vehicular.....	41
11.	Gráfica de rendimiento.....	43
12.	Gráfica de rendimiento de motor con turbo.....	43
13.	Consumo de combustible.....	44
14.	Procedimiento actual de los servicios	47
15.	Ubicación de los componentes básicos	57
16.	Tensión de correa de transmisión	58
17.	Medición del nivel de aceite	59
18.	Símbolo de servicios API	60
19.	Depósito del refrigerante.....	61
20.	Propuesta de ubicación del taller	68
21.	Vista lateral de elevador.....	69
22.	Vista frontal de elevador	70
23.	Elevador instalado.....	70

24.	Símbolos de seguridad	73
25.	Borriquetes y cuña de seguridad	74
26.	Propuesta de marbetes de mantenimiento	75
27.	Bitácora de inspección.....	77
28.	Nivel de electrolitos de batería.....	97
29.	Interior de un alternador	98
30.	Desgaste de los neumáticos.....	101
31.	Rotación de neumáticos	102

TABLAS

I.	Datos del refrigerante	24
II.	Flota vehicular de DHL Express	38
o III.	Tabla comparativa de recorridos	46
IV.	Procedimiento actual de los servicios.....	55
V.	Mantenimiento a componentes básicos del motor.....	63
VI.	Mantenimiento al sistema de encendido	64
VII.	Mantenimiento al sistema de combustible	64
VIII.	Mantenimiento a chasis y carrocería	65
IX.	Estimado de costos del mantenimiento propuesto	66
X.	Estimado comparativo de costos.....	66
XI.	Datos técnicos del elevador.....	71
XII.	Servicio menor 10 K	80
XIII.	Servicio menor 20 K	81
o XIV.	Servicio menor 30 K	82
XV.	Servicio mayor 40 K	83
XVI.	Servicio menor 50 K	84
XVII.	Servicio menor 60 K	85
XVIII.	Servicio menor 70 K	86

XIX.	Servicio mayor 80 K.....	87
XX.	Servicio menor 90 K.....	88
XXI.	Servicio menor 100 K.....	89
XXII.	Servicio menor 110 K.....	90
XXIII.	Servicio mayor 120 K.....	91
XXIV.	Servicio menor 130 K.....	92
XXV.	Servicio menor 140 K.....	93
XXVI.	Servicio menor 150 K.....	94
XXVII.	Detalle de servicios menores	94
XXVIII.	Detalle servicios mayores	96

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A/C	Aire acondicionado
AM	Antes meridiano
cm³	Centímetros cúbicos
W	Designación para aceites multigrado
°C	Grado Celsius
°F	Grado Fahrenheit
Km	Kilómetro/kilómetros
kW	Kilovatio
kg	Kilogramo
lb.	Libras
psi	Libras por pulgada cuadrada
L	Litro/litros
mm	Milímetro
N	Newton
N-m	Newton–metro
%	Porcentaje
PM	Posterior meridiano
Q	Quetzal, moneda de Guatemala
rpm	Revoluciones por minuto
s	Segundos
V	Voltios

GLOSARIO

Agencia	Concesionario de la marca Toyota que está autorizado para comercializar y reparar automóviles nuevos, habiendo recibido tal autorización por parte del fabricante.
Avería	Daño, deterioro que impide el funcionamiento de algo.
Chumacera	Pieza de metal o madera con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.
Cojinete	Pieza en que se sujeta y gira un eje de maquinaria.
Congelación	Conversión de un líquido en sólido por efecto del frío.
Corrosión	Desgaste o destrucción lenta y paulatina de un material.
<i>Courier</i>	Palabra que inglés significa mensajero.
Degradación	Disminución gradual de cualidades o características.
Desgaste	Deterioro progresivo de una materia como consecuencia del uso o del roce.

Ebullición	Movimiento agitado y con burbujas de un líquido, que tiene lugar al elevar su temperatura.
Etilenglicol	Líquido transparente, incoloro, ligeramente espeso como el almíbar y leve sabor dulce que se utiliza como anticongelante en los circuitos de refrigeración de motores de combustión interna como difusor del calor.
Falla	Desperfecto; defecto del material o mecanismo que provoca un resultado insatisfactorio.
Fenol	Derivado del alquitrán que se usa como antiséptico, como sintetizador de colorantes y en la obtención de resinas.
Freno	Mecanismo que sirve en las máquinas y carruajes para moderar o detener el movimiento.
Hidrófobo	Característica de una sustancia repelida por el agua o que no se puede mezclar con ella, como el aceite.
Hipoide	Tipo de engranaje con un dentado especial capaz de transmitir el movimiento entre 2 ejes no concurrentes.
Holgura	La diferencia que existe entre las dimensiones de dos piezas en el lugar donde se acoplan.

Hollín	Polvo craso y negro que el humo deposita en la superficie de los cuerpos que alcanza.
<i>Intercooler</i>	Radiador aire-aire o aire-agua que se encarga de enfriar el aire comprimido por el turbocompresor o sobrealimentador de un motor de combustión interna.
Kilometraje	Cómputo de los kilómetros recorridos por un vehículo, según lo indica el cuentakilómetros del tablero.
Lubricación	Suministro de una sustancia a un mecanismo para mejorar las condiciones de deslizamiento de las piezas, reduciendo la fricción por rozamiento.
Mantenimiento	Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, mecanismos o sistemas puedan seguir funcionando adecuadamente.
Mezcla pobre	Cuando la proporción de aire/combustible en peso es mayor que la estequiométrica de 14,7 a 1. Cuando hay muy poco combustible en relación al oxígeno.
Mezcla rica	Cuando la proporción de aire/combustible en peso es menor que la estequiométrica de 14,7 a 1. Cuando hay demasiado combustible en relación al oxígeno.

Micrómetro	Instrumento, aparato o artificio óptico y mecánico destinado a medir cantidades lineales o angulares muy pequeñas.
Motor	Se denota en término general un motor de combustión interna; máquina destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energía.
Normas API	Normas del Instituto Americano de Petróleo. Se utilizan para determinar los niveles de calidad exigidos a los lubricantes destinados a los motores de automóviles norteamericanos.
Oxidación	Transformación de un cuerpo por la acción del oxígeno o de un oxidante.
Panel	Nombre local designado a un microbús o vagoneta, cerrada, para transporte de carga.
Par motor	Torque; momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.
Permutador	Intercambiador
Potencia	Cantidad de trabajo que se realiza en una unidad de tiempo.

Presión	Manométrica, aquella que produce un medio distinto al de la presión atmosférica. Absoluta es la presión real que se ejerce sobre un punto dado; el concepto está vinculado a la presión atmosférica sumado a la presión manométrica.
Purgar	Limpiar o purificar una cosa, eliminar lo que se considera malo o perjudicial.
Radiador	Aparato metálico con gran desarrollo superficial, por cuyo interior circula un fluido caliente que transmite calor al medio circundante.
Reparación	Acción y efecto de arreglar cosas materiales estropeadas; llevar un mecanismo a su funcionamiento de diseño.
Riel común	O conducto común, sistema electrónico de inyección de combustible para motores diésel de inyección directa en el que el diésel es aspirado directamente del depósito de combustible a una bomba de alta presión y ésta a su vez lo envía a un conducto común para todos los inyectores y por alta presión al cilindro.

SAE	Entidad técnica norteamericana cuya denominación es Society of Automotive Engineering y que está constituida por los principales especialistas del sector. Promueve intercambios de informaciones y propuestas de unificación de las normas y materiales entre las diferentes industrias automovilísticas y colaterales.
Servicio <i>courier</i>	Envío de documentos o paquetes de un tamaño o peso limitado a un determinado costo, que puede ser distribuido a nivel nacional e internacional según lo requiera el cliente.
Servodirección	Mecanismo de un vehículo que asiste el giro, haciendo más suave y manejable la dirección al multiplicar su acción.
SPORH	Indicador interno de DHL Express que mide cuántas paradas, y por consiguiente entregas se realizan en una ruta, ya sea medio tiempo o tiempo completo.
Sulfuro	Sal resultante de la combinación de azufre con un metal derivado del ácido sulfhídrico.
Vida útil	Estimación del tiempo lógico que se espera pueda estar en funcionamiento un elemento

RESUMEN

El mantenimiento es parte fundamental de la operación de un parque vehicular. Este protege los mecanismos y prolonga la vida útil del vehículo. Con tal importancia, el presupuesto destinado al mantenimiento no debe ser considerado un gasto sino una inversión necesaria.

Este trabajo de graduación presenta la operación y recorridos de la flota, el rendimiento general, y hace un análisis de la necesidad de implementar un programa de mantenimiento preventivo el cual permite reducir costos a mediano y largo plazo.

El proyecto propone la implementación de un programa de mantenimiento preventivo que abarca desde los 20 000 km recorridos de cada vehículo en adelante. Esto supone la modificación del programa de visitas al concesionario. De esta manera se obtiene un mejor control en el mantenimiento de la flota en general, se reducen los altos costos drásticamente, y se le da continuidad hasta llegar a la vida útil proyectada en la empresa.

El programa abarca todos los aspectos importantes y necesarios según el kilometraje recorrido. Los servicios están divididos en menores y mayores, brindando una mayor atención en los servicios a un costo mucho menor, siempre apegados rigurosamente a las especificaciones del fabricante.

Además, promueve la instalación de un taller mecánico dentro de las instalaciones, incluyendo una grúa electrohidráulica de dos columnas, la contratación de dos mecánicos bajo la dirección de un ingeniero mecánico, la

implementación de un programa informático para el control del mantenimiento preventivo, y la profesionalización de la atención al parque vehicular.

OBJETIVOS

General

Crear un programa de mantenimiento preventivo para los vehículos que son usados en la distribución local de la paquetería en DHL Express.

Específicos

1. Describir los diversos tipos de mantenimiento, las aplicaciones y buenas prácticas, especialmente dirigido a motores de ciclo diésel.
2. Consultar los registros de operación de cada vehículo y realizar las gráficas de consumo de combustible para conocer el estado y rendimiento de cada vehículo.
3. Investigar los registros de cada vehículo para obtener datos de los servicios y paros que han tenido, y el impacto que tiene en la operación *courier*.
4. Elaborar un plan de revisión diaria, semanal, mensual o semestral de acuerdo a las necesidades, utilizando bitácoras de inspección para quienes corresponda.
5. Elaborar una calendarización programada y controlada para realizar servicios menores, mayores, y visitas a la agencia Toyota.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento dirigido a cualquier sistema mecánico es tan importante como su funcionamiento mismo. En el pasado, el mantenimiento preventivo se consideraba un gasto que no todas las administraciones estaban dispuestas a cubrir. Sin embargo, en la actualidad la visión ha sido ampliada por mucho, y el concepto de mantenimiento preventivo es ahora una pieza muy importante en varios aspectos de la productividad y confiabilidad.

Este trabajo promueve la práctica del mantenimiento preventivo enfocado a una flota vehicular, lo cual, lejos de llegar a ser visto como un gasto en las finanzas de la empresa, se presentará como una manera de alcanzar confiabilidad y planificación de servicios, operar en condiciones óptimas y prolongar la vida útil de los vehículos.

1. CONCEPTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO

El concepto que se tiene de mantenimiento es a menudo el equivocado, ya que se concibe como el trabajo sucio y molesto que consume recursos. Sin embargo, la idea de una inversión con jugosos dividendos cambia la perspectiva.

1.1. Definición

El mantenimiento es la acción de conservar un sistema en condiciones ideales para lo que ha sido diseñado. Visto desde otra perspectiva, es mantener lo más cercano posible al estado en el cual fue creado. Esto se puede dar en maquinaria como en instalaciones, por medio de revisiones, lubricación y reparaciones eficaces. Sabiendo esto, deducimos que existen diversos tipos de mantenimiento, los cuales se detallarán más adelante. Por el momento, se puede decir que es un plan que analiza lo mejor para un sistema, evitando que se disminuya la vida útil por operar en condiciones no planificadas, o con piezas no aptas para continuar con el performance.

1.2. Historia

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función del mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios eran los propios operarios quienes se encargaban de las reparaciones de los equipos. Pero debido al crecimiento en complejidad de dichas máquinas, el operario se vio obligado a ceder esta tarea a otros obreros que fueron tomando cierta responsabilidad en dicho funcionamiento. De esta manera, empezaron a

crearse los primeros grupos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente hacer correcciones, dedicando el esfuerzo a solucionar las fallas que detenían la producción.

A partir de la Segunda Guerra Mundial aparece un concepto en la producción industrial; la fiabilidad. Los grupos convertidos en departamentos de mantenimiento se basan en identificar el promedio de vida útil de los diferentes mecanismos. De esta manera se fue determinando el tiempo de vida útil antes que se produjera la falla. La idea se basó en actuar antes que la falla actuara sobre la producción, así se crea una nueva figura en los departamentos de mantenimiento: personal cuya función era estudiar las tareas a realizarse para evitar una falla.

El personal que no estaba directamente relacionado con la producción ahora se encontraba realizando tareas de mantenimiento preventivo, y no solo evitando detenciones no planificadas de la producción, evitando pérdidas, sino también aumentando la confianza en la producción. De este modo aparecen sucesivamente diversos métodos de mantenimiento, dependiendo del momento de acción con respecto a una falla, el preventivo, predictivo y el correctivo principalmente.

1.3. Tipos de mantenimiento

Los tipos de mantenimiento son básicamente tres, los cuales se muestran a continuación. Es importante notar que existe un modelo que utiliza técnicas preventivas y predictivas, el cual se conoce como de clase mundial. Este también se enlista al final de los tres tipos básicos.

1.3.1. Preventivo

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, e interviene aunque el equipo no haya dado algún síntoma de problema. Es una serie de trabajos para evitar interrupciones en el servicio que proporciona; generalmente son tomados de manuales de fabricantes, ya que estos dan los puntos de las unidades a los cuales hay que presentarles mayor atención.

En ocasiones, las recomendaciones del fabricante se modifican con el objetivo de establecer un sistema adecuado a las necesidades locales, tomando en cuenta los puntos de vista que hacen los técnicos de mantenimiento en cada especialidad. Una de las principales herramientas del mantenimiento preventivo son los programas, los cuales representan una serie de rutinas bien definidas y establecidas, pudiendo, con su aplicación, reducir considerablemente los costos de averías. El ingeniero encargado del mantenimiento preventivo debe determinar el punto de equilibrio entre costos del mantenimiento preventivo y del correctivo, tomando en cuenta que este último representa un elevado riesgo, si a un servicio *courier express* se refiere.

1.3.2. Predictivo

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad de las instalaciones, mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas, como temperatura,

vibración, consumo de energía, entre otras, cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos específicos.

1.3.3. Correctivo

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos. Estas fallas se van atendiendo a medida que se van presentando, ya sea por síntomas claros y avanzados, o por el paro de equipo o instalaciones. El empleo único del mantenimiento correctivo origina cargas de trabajo incontrolables que provocan actividades intensas y lapsos sin trabajo. Además, cuando las necesidades son imperiosas obligan al pago de horas extras, no se controla la actividad, se interrumpe el servicio o la producción, y hay necesidad de comprar todos los materiales en un momento dado. Estas son las consecuencias lógicas que se presentan cuando sufren un daño inesperado.

Esta forma de aplicar el mantenimiento impide el diagnóstico exacto de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falla por mal trato, por abandono o por desconocimiento del manejo adecuado; en todo caso sería muy probable haberlo evitado con una revisión y reparación temprana.

1.3.4. De clase mundial

Es una capacidad competitiva fundamental de una organización situada entre los líderes de su sector de actividad. Esta capacidad se obtiene a través

de procesos de aprendizaje permanente, acumulación de conocimientos y utilización efectiva de la experiencia adquirida a través de los años, con procesos estratégicos, únicos, que sirven para reforzar la posición competitiva de la empresa. El mantenimiento de clase mundial (MCM) garantiza los procesos operativos como Lean Management o manejo de apoyo, Total Quality Control (TQC) o control total de calidad, Total Productive Manufacturing (TPM) o manufactura productiva total, Just in Time (JIT) o justo a tiempo, entre otros. Estos procesos operativos hacen que la probabilidad de fallo inesperado se vuelva casi nula.

Las diez mejores prácticas que sustentan el MCM son:

- Organización centrada en equipos de trabajo
- Contratistas orientados a la productividad
- Integración con proveedores de materiales y servicios
- Apoyo y visión de la gerencia
- Planificación y programación proactiva
- Procesos orientados al mejoramiento continuo
- Gestión disciplinada de procura de materiales
- Integración de sistemas
- Gerencia disciplinada de paradas de plantas
- Producción basada en confiabilidad

1.4. Mantenimiento preventivo vehicular

El mantenimiento y sus diversas modalidades se aplican a cualquier sistema, especialmente si de un parque vehicular se trata. El mantenimiento preventivo de cualquier vehículo debe ir encabezado, principalmente por las especificaciones de operación del fabricante. Este mantenimiento se basa en

dos parámetros principales: el kilometraje y el tiempo en operación. Las especificaciones de inspección, lubricación, reparación o sustitución van de acuerdo a uno de estos dos parámetros, el que se presente primero. Sin embargo, existen buenos hábitos de manejo que deben ser implementados, y esto incluye indudablemente la inspección visual antes de la conducción.

1.4.1. Inspección visual general

La observación primaria debe ser realizada por el responsable de las unidades antes de poner el motor en marcha o por el mismo conductor. Esta se realiza de manera directa y objetiva, y su aplicación responsable puede ser una herramienta para advertir tempranamente una falla o falla potencial o elementos que sean potencialmente peligrosos para el funcionamiento del vehículo o para la propia conducción.

1.4.1.1. Estado del motor

La inspección visual de los componentes externos del motor, cuando este está apagado, debe realizarse periódicamente. En la mayoría de ocasiones, esto puede ser visto como pérdida de tiempo, pero si se planifica una inspección periódica, se convierte en parte propia de la conducción. El motor debe estar limpio en su exterior, libre de grasa o aceite; de esta manera se asegura una mejor ventilación y liberación de calor al ambiente. Es importante revisar la parte inferior en busca de golpes al cárter de aceite, poleas u otros elementos expuestos, ya que estos percances usualmente no son reportados en caso de no ser muy notorios.

1.4.1.2. Derrames y fugas de fluidos

La fuga de algún aceite, combustible u otro fluido indica una avería, salvo si se trata de la salida del depósito de condensación del aire acondicionado. El peligro radica en el porqué del derrame. Un sobrecalentamiento del motor puede causar desajuste en la culata, lo cual podría provocar una fuga de refrigerante de los conductos de refrigeración internos hacia el exterior o hacia el interior del propio motor. Esta situación es perjudicial para el estado del aceite del motor, alterando sus diversas propiedades y el potencial de hidrógeno (PH), y el funcionamiento en sí.

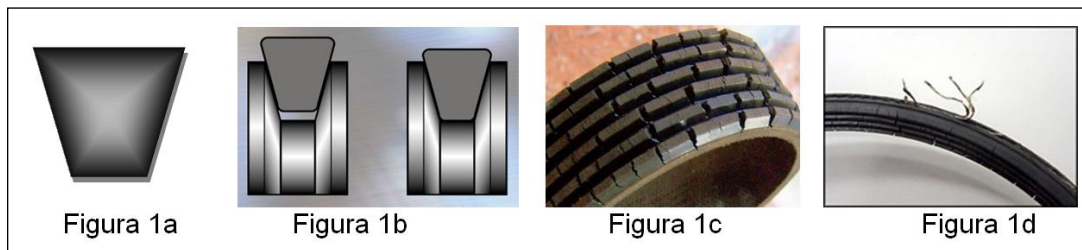
Por otro lado, la disminución de cualquier fluido por debajo de los límites aceptables expone a un funcionamiento riesgoso para el cual el motor no fue construido. La inspección es simple, ya que requiere observar en busca de goteos o charcos por debajo de la carrocería, debajo del motor, debajo de la caja de velocidades, radiador, mangueras, entre otros. Se debe poner atención también a los diversos rodamientos, cojinetes o chumaceras, y partes del vehículo que utilizan lubricación interna.

1.4.1.3. Fajas y poleas

El estado de las fajas es importante para el correcto funcionamiento, y la guía más adecuada para la sustitución y evitar el daño a las poleas es el manual del fabricante. Sin embargo, malas prácticas en el uso puede provocar deterioro prematuro. La energía mecánica es transmitida desde un eje primario hacia otro u otros ejes secundarios por medio de fricción, por lo tanto, la tensión es importante, ya que si se excede se corre el riesgo de torcer los ejes de las poleas o agrietar las fajas, y si se reduce demasiado ya no existirá fricción suficiente para transmitir la energía desgastándose rápidamente.

Los tipos de fajas usualmente son dos: tipo V y acanaladas. El tipo V posee un perfil como se observa en la figura 1a y pueden ser lisas o dentadas. Las acanaladas poseen más de una muesca en V. Dado que la transmisión se da por fricción, las fajas acanaladas proveen mayor superficie de contacto. Esta fricción debe darse en los costados, como se aprecia en la figura 1b, pero cuando existe desgaste en la faja, la fricción en los costados disminuirá y el contacto se dará en la base. Esto se puede detectar fácilmente al observar abrillantamiento en los costados de la faja. Al detectar este desgaste, es necesario cambiarla inmediatamente.

Figura 1. Tipos y formas de fajas



Fuente: *Inspección y ajuste de correas de motor*. http://www.cdxetextbook.com/-procedures_sp/adjdrivebeltSP.html. Consulta: agosto de 2015.

El desgaste de la faja no es la razón más común de sustitución, ya que la misma puede fallar de otras maneras. La más notoria es el agrietamiento según la figura 1c, cuando el revestimiento que protege se daña; este esmalte evita el estiramiento de la faja, pero permite elasticidad para rodar alrededor de una polea sin lubricación. A pesar de que son fabricadas de materiales de alta resistencia a la abrasión y a las acciones de elementos ambientales, el uso constante provoca fatiga de los alambres internos, notándose un deshilamiento en la parte externa, según figura 1d; esto, sumado a una inapropiada tensión, ya sea alta o baja, hará que la vida útil se acorte. Otro agente sumamente

nocivo es el aceite, ya que reduce la fricción necesaria para transmitir el movimiento, pero sobre todo corroe el revestimiento protector.

1.4.1.4. Conducto de escape

El conducto de escape puede revelar anomalías en el motor. Todos los motores de combustión interna producen humo, mas no deberían producir humo negro. Al observar el interior del caño de escape se puede constatar si existe exceso de hollín, especialmente en motores de ciclo diésel. El hollín no es más que combustible no quemado, por lo que de presentarse, señala una mezcla rica. La mezcla aire-combustible tiene una relación teórica de 14,5 veces más aire que combustible, pero este valor es cambiado constantemente por una computadora que procesa muchos datos de varios sensores en tiempos muy cortos. A medida que se enriquece la mezcla se disminuye esta relación, y a diferencia de los motores a gasolina donde no afecta la potencia, aquí se percibe una disminución de la misma, aumentando el consumo de combustible. Para evitar esto, debe existir exceso de aire, una relación 25 a 30 % mayor que la teórica de 14,5. Esto introduce suficiente oxígeno para que todo el combustible sea quemado adecuadamente en milésimas de segundo.

El humo negro, típico de los vehículos diésel, se debe al exceso de combustible que no logra quemarse, usualmente provocado manualmente por los mecánicos o pilotos que, erróneamente, creen que al haber más diésel en la mezcla habrá más potencia. De no ser provocado, el excesivo humo negro al acelerar, o el exceso de hollín en el tubo de escape indica que hay problemas en los sensores de presión, sensores de oxígeno, cierre inadecuado de los inyectores, y poco probable sería el fallo en la computadora misma. De no poner atención a este problema, el rendimiento se verá afectado, y el hollín mezclado con la humedad del ambiente forma residuos pegajosos que tapan

los inyectores, el sistema de escape, y hace trabajar forzosamente al motor, reduciendo la vida útil por desgaste.

1.4.1.5. Pintura y rotulación

La pintura y el esmalte protector son importantes para proteger el metal de la carrocería. Estos previenen que la suciedad y los elementos externos como el sol, humedad, cambios drásticos de temperatura, entre otros, hagan contacto directo con la chapa y la corroan. Una forma muy básica de evitar esta suciedad es lavar el auto periódicamente, evitando que se acumule la suciedad en áreas difíciles de llegar. Es necesario evitar estacionar debajo de los árboles debido a la savia o al excremento de pajarillos y otros animales.

Encerar el automóvil, al menos cuatro veces al año, evita inicios de óxido y evita que entren directamente los rayos del sol a la pintura, especialmente si el auto visita zonas costeras donde exista ambiente salino. Es importante inspeccionar por golpes y rayones, ya que estos exponen directamente la chapa al exterior. Al notar estos rayones se debe pulir inmediatamente, y si no se logra eliminar el rayón, hay que trabajar en la pintura.

Cuando un vehículo presenta rotulación, esta debe cumplir con normas de sentido común, como: la visibilidad en los vidrios, claridad en las placas, entre otros. Cuando es una empresa sería siempre se busca mantener una buena imagen, por lo que el logo de la empresa debe mantenerse bien posicionado, colorido y estético.

1.4.1.6. Puertas y parachoques

Aunque es poco probable en condiciones normales que una puerta falle, la inspección de las mismas se debe realizar periódicamente. Las cerraduras de todas las puertas deben inspeccionarse, ya que la seguridad de los ocupantes está en juego. Si se transportan valores, estos se ven en riesgo a altas velocidades si las cerraduras fallan, o si no existe un buen ajuste en el cierre de las mismas.

Una rápida inspección del funcionamiento de las puertas, y del estado del parachoques trasero y delantero es importante, especialmente en el área de sujeción a la carrocería. Esto en búsqueda de corrosión.

1.4.1.7. Vidrios

Los vidrios del automóvil deben estar totalmente limpios y con amplia visibilidad. Es prudente inspeccionar visualmente el estado, aunque en muchas ocasiones los daños al vidrio son muy notorios, pueden existir grietas o fisuras como un cabello que por seguridad no deben pasar inadvertidas.

El parabrisas es laminado, por lo que al impacto solo se rajará pero no saldrán trozos del mismo. Los parabrisas laminados nacieron como medida de seguridad para evitar que, en un choque, saliesen despedidos los cortantes fragmentos de cristal hacia la cara de los ocupantes o que una piedra agrietase el parabrisas por completo y dejase al conductor sin visión. Como un sándwich, el cristal laminado está formado por dos capas de vidrio entre las que se intercala una lámina de plástico traslúcido, técnicamente, PVB, polivinilo butiral, que con el calor y la temperatura del proceso de fabricación del parabrisas, se une y vuelve transparente.

Por el contrario, los vidrios de las ventanas son tratados térmicamente y enfriados rápidamente. Este tratamiento se conoce como templado. Esto provee mayor resistencia a golpes, pero en caso de rotura, debido a la presión interna del vidrio, este se romperá en pequeños fragmentos redondeados los cuales no dañarán fuertemente la piel. Estos no son laminados debido a que puede ser necesario romper el cristal en caso de emergencia.

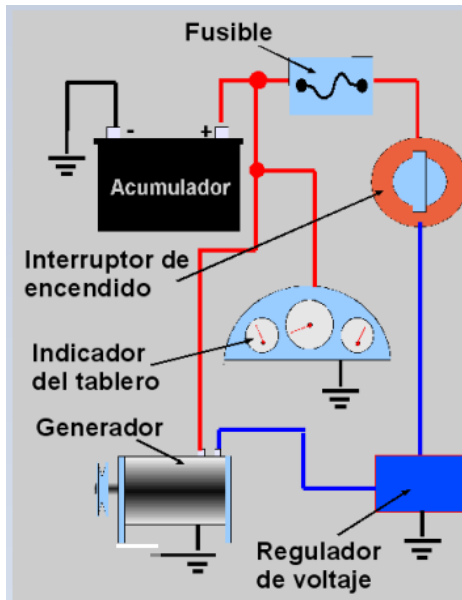
1.4.1.8. Sistema eléctrico y electrónico

El sistema eléctrico del automóvil es el encargado de repartir alimentación hacia todo el automóvil, sin él no se podría arrancar el mismo o encender las luces, ya que funciona como el sistema nervioso central. Generalmente está formado por:

Este subsistema del sistema eléctrico del automóvil está constituido comúnmente por cuatro componentes: el generador, el regulador de voltaje, que puede estar como elemento independiente o incluido en el generador, la batería de acumuladores y el interruptor de la excitación del generador. Como se observa en la figura 2, el borne negativo de la batería de acumuladores está conectado a tierra para que todos los circuitos de los sistemas se cierren por esa vía.

Del borne positivo sale un conductor grueso que se conecta a la salida del generador, por este conductor circulará la corriente de carga de la batería producida por el generador. Esta corriente en los generadores modernos puede estar en el orden de 100 amperios.

Figura 2. Diagrama del subsistema del sistema eléctrico



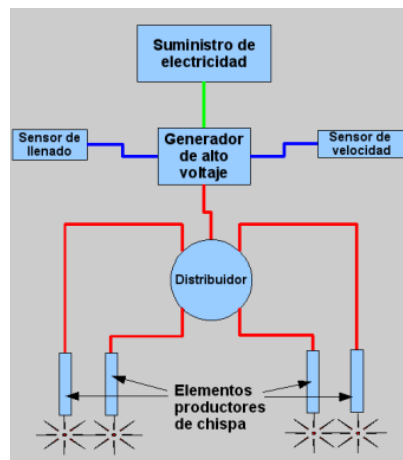
Fuente: *Mantenimiento de automóviles*. <https://www.mantenimientodeautomoviles.blogspot&sisema+electrico&espv2&>. Consulta: 1 de agosto de 2015.

De este cable parte uno para el indicador de la carga de la batería en el tablero de instrumentos, generalmente un voltímetro en los vehículos actuales. Este indicador mostrará al conductor el estado de trabajo del sistema.

Desde el borne positivo de la batería también se alimenta, a través de un fusible, el interruptor del encendido. Cuando se conecta este interruptor se establece la corriente de excitación del generador y se pone en marcha el motor, la corriente de excitación será regulada para garantizar un valor preestablecido y estable en el voltaje de salida del generador. Este valor preestablecido corresponde al máximo valor del voltaje nominal del acumulador durante la carga, de modo que cuando este esté completamente cargado, no circule alta corriente por él y así protegerlo de sobrecarga.

Es el sistema necesario e independiente capaz de producir el encendido de la mezcla de combustible y aire dentro del cilindro en los motores de encendido por chispa. En los motores de gasolina resulta necesario producir una chispa entre dos electrodos separados en el interior del cilindro en el momento justo y con la potencia necesaria para iniciar la combustión. En la figura 3 se detalla el sistema de encendido por chispa. Este punto no se profundizará debido a que el enfoque de este programa de mantenimiento va dirigido a motores diésel, los cuales por su naturaleza no utilizan este sistema sino el de compresión.

Figura 3. **Diagrama del sistema de encendido**



Fuente: *Mantenimiento de automóviles*. <https://www.mantenimientodeautomoviles.blogspot&CgZufk37I9ELUM%2>. Consulta: 1 de agosto de 2015.

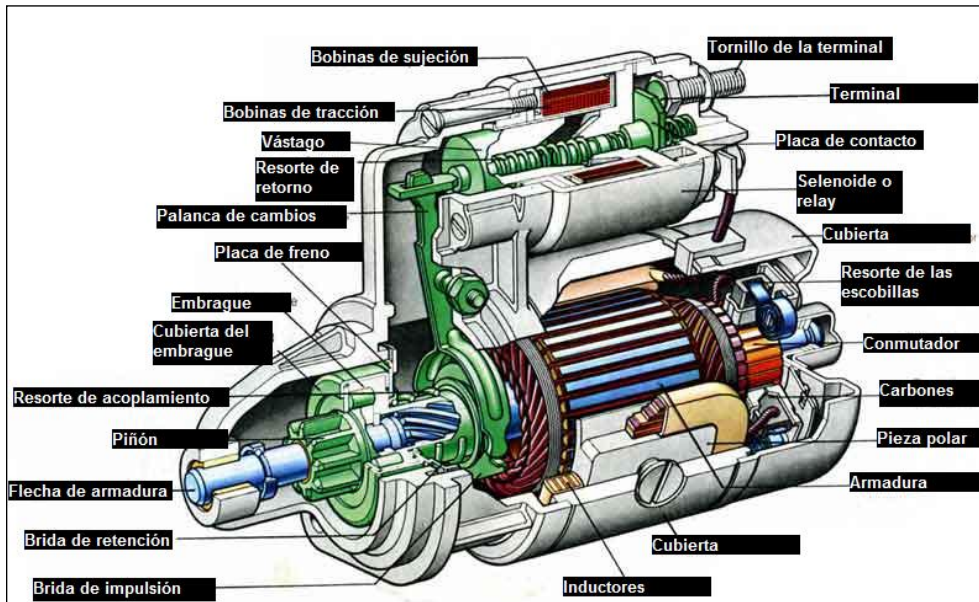
El motor de arranque es el que inicia el movimiento dentro del motor. En la actualidad, todos los automóviles llevan incorporado el motor eléctrico de arranque, que ofrece unas prestaciones extraordinarias. En los primeros pasos del automovilismo el sistema de encendido se iniciaba por medio de la acción manual de una manivela. Cuando la industria logró dominar y perfeccionar los

mecanismos eléctricos se desarrolló el motor de arranque. Básicamente, el motor de arranque pone a girar el volante y cigüeñal del motor hasta el punto en que se activa la sincronización del ciclo dentro de los pistones. Este sistema se logra a través de un circuito eléctrico de arranque el cual consta de batería, interruptor de arranque, conmutador y motor.

Los motores con conmutador electromagnético son los que se sirven del efecto electromagnético producido en el electroimán del conmutador para desplazar una horquilla que, a su vez, traslada el piñón de arrastre que engranará con la corona del cigüeñal. El eje del inducido, en el extremo del colector, posee unas estrías en forma de hélice dentro de las cuales se desplaza el piñón de arrastre.

Este mecanismo de rueda libre consta de dos discos de giro independiente, uno que transmite el giro del inducido y otro el del piñón, que por medio de unos rodillos, según la velocidad de giro de cada uno de ellos, los embraga o los separa de modo que cuando se produce un giro acelerado del motor se obtiene la desconexión del piñón. El interior de un motor de arranque se puede apreciar en la figura 4.

Figura 4. Interior del motor de arranque



Fuente: *Fondear*. http://www.fondear.org/infonautic/Motores_Helices-/Arrancar-Motor/Rearrancar-Motor.htm. Consulta: septiembre de 2015.

El esquema de funcionamiento podría sintetizarse diciendo que cuando se pulsa el interruptor de arranque, la corriente llega al electroimán, el cual atrae el ancla, circunstancia que por una parte, al desplazar la palanca, hace que el piñón engrane con la corona y que por otra, el conmutador envíe corriente al motor de arranque que se pone en marcha. Cuando el interruptor de arranque se desconecta, el electroimán no recibe corriente, el resorte cobra su posición inicial, la horquilla desconecta el piñón de la corona y el motor de arranque se para. Si cuando arranca el motor continua recibiendo corriente, por no desconectar convenientemente el interruptor, la corona, que es quien normalmente recibe el esfuerzo del giro del piñón, actúa a la inversa transmitiendo su giro al piñón, que automáticamente actúa como mecanismo de rueda libre, con lo que se evita el giro desproporcionado del inducido que podría

tener efectos sumamente perjudiciales. El motor con piñón deslizable es el sistema más empleado para el arranque de motores de automóviles es el que constituye el motor con dispositivo de inercia, que comúnmente se conoce como bendix, en honor a su inventor Vincent Hugo Bendix.

Figura 5. **Motor de arranque con piñón deslizable**



Fuente: *Bendix Acoplamiento*. <http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/-bendix-acoplamiento/-gmx-niv15-con193149.htm>. Consulta: mayo de 2015.

El diseño que se observa en la figura 5 se basa en la inercia producida por el eje del motor cuando este se pone en marcha. Al producirse el arranque y la aceleración del motor, la corona dentada imprime al piñón una rotación más rápida que la del eje del inducido, por lo que le hace retroceder, a través de la parte roscada, desconectándose de la corona. El sistema bendix ofrece un excelente rendimiento, puesto que tanto la conexión como la desconexión del piñón sobre la corona se hacen de forma automática; además el acoplamiento de los dos elementos se puede hacer cuando el motor de arranque gira notablemente revolucionado, cosa que favorece a la batería, al necesitar poco consumo de corriente.

El sistema de iluminación es vital al conducir de noche o bajo la lluvia. Cada vez es más frecuente la utilización de circuitos electrónicos de control en el sistema de iluminación del automóvil, de esta forma en un auto actual es frecuente que las luces de carretera se apaguen solas si el conductor se descuida y las deja encendidas cuando abandona el vehículo, o, las luces de cabina estén dotadas de temporizadores para mantenerlas encendidas un tiempo después de cerradas las puertas, y otras muchas, lo que hace muy difícil generalizar. Todos estos circuitos se alimentan a través de fusibles para evitar sobrecalentamiento de los cables en caso de posible corto-circuito. En el panel de control existen dos permutadores de luces, uno para permutar las luces de carretera de altas a bajas y otro para seleccionar las luces intermitentes de vía de acuerdo al giro a efectuar. Como indicadores de vía en algunos vehículos se usan las propias lámparas de frenos, en otros, lámparas aparte, comúnmente de color amarillo o ámbar.

En todos los automóviles resulta necesario la presencia de ciertos instrumentos o señales de control en el tablero, al alcance de la vista, que permitan al conductor mantener la vigilancia de su funcionamiento con seguridad y cumpliendo con los reglamentos de tránsito vigentes. Aunque es variable el modo de operar y la cantidad de estos indicadores de un vehículo a otro, en general pueden clasificarse en cuatro grupos:

- Instrumentos para el control de los índices de funcionamiento técnico del vehículo.
- Instrumentos para indicar los índices de circulación vial.
- Señales de alarma: estas señales pueden ser luminosas, sonoras o ambas, y están destinadas a mostrar alarma en caso de fallo de alguno de los sistemas vitales para la seguridad vial o la integridad del automóvil. Las más común es que estas señales den la alarma cuando:

- Falle el sistema de frenos.
 - Exista valor bajo o nulo de la presión de aceite del motor
 - Exista valor bajo del nivel de combustible en el depósito
 - El generador no está produciendo electricidad
 - La temperatura del motor está demasiado alta
 - Avería en el sistema de inyección de gasolina
- Señales de alerta: estas señales no representan necesariamente una alarma, pero alertan al conductor el estatus de operación de alguno de los sistemas que están bajo su responsabilidad, a fin de mantenerlo informado de ello, y pueda hacer las modificaciones adecuadas al caso. Pueden ser luminosas, sonoras o ambas al igual que las de alarma. Entre estas señales están:
 - Indicador luminoso de la luz de carretera encendida.
 - Indicador de la posición de la palanca de cambios, especialmente en los automáticos.
 - Indicador luminoso de la aplicación del freno de mano con el encendido conectado.
 - Las puertas no están bien cerradas y el encendido conectado.
 - No está colocado el cinturón de seguridad de los pasajeros y el encendido conectado.
 - Las llaves están en el interruptor de encendido y la puerta del conductor está abierta.

La creciente tendencia actual a la utilización de microprocesadores electrónicos en los vehículos ha hecho que la responsabilidad de administrar los indicadores y las señales de alerta y alarma esté cada día más en manos de

estos dispositivos, ellos reciben la señal del sensor, la procesan y toman las decisiones pertinentes

Los instrumentos de control técnico más comunes son los siguientes:

- Indicador de la temperatura del refrigerante del motor
- Indicador del nivel de combustible en el depósito
- Indicador del nivel de carga del acumulador
- Indicador de la presión del aceite lubricante en el motor
- Indicador de la velocidad de giro del motor

Los instrumentos para el control vial normalmente son dos:

- Indicador de la velocidad de circulación (velocímetro)
- Indicador de la distancia recorrida (odómetro)

En algunos casos, especialmente en las máquinas de la construcción y agrícolas el velocímetro no existe y el odómetro está sustituido por un contador de horas de trabajo.

1.4.2. Sistema GPS

Un sistema de navegación automotor es un sistema de geoposición (GPS) diseñado para navegar en vehículos de carretera tales como automóviles, autobuses y camiones. Al contrario de otros GPS, este usa datos de posición para ubicar al usuario en una calle mapeada en un sistema de base de datos. Usando la información de los archivos de calles en esta base, la unidad puede dar direcciones de otros puntos a lo largo de la ciudad. Con cálculos por inferencia, datos de distancia desde sensores estratégicamente instalados en la

ciudad, y un sistema de guía inercial con giróscopo de estructura vibratoria puede mejorarse enormemente la seguridad, ya que la señal GPS puede perderse o sufrir múltiples rebotes de multipasos por cañones urbanos o túneles.

Honda creó el primer sistema de navegación en 1983, culminándolo en 1990 para el Honda Legend Acura . Este sistema usaba un sistema analógico y un acelerómetro para fijar las localidades, ya que el sistema GPS no estaba aún disponible. Pioneer afirma también ser pionera en tener un sistema de navegación automotor con GPS, en 1990. En la actualidad, el sistema de mapeo de google hace disponible un sistema completo sobre ubicación y mapeo para muchas aplicaciones. Existen muchas aplicaciones en el uso de GPS, como es el de navegación, monitoreo de flotas, y sobre todo en seguridad.

1.4.3. Revisión del aceite

La inspección del aceite es importante, ya que por medio de este se puede conocer el estado del motor. Un examen muy confiable es el análisis de aceite, el cual lo proporcionan laboratorios especializados, y se basan en analizar las partículas de metales que posee la muestra. Estas partículas se presentan debido al desgaste normal en las piezas del motor, pero el análisis de aceite puede detectar partículas con la cantidad y el tamaño diferentes a los de desgaste normal.

La propiedad más importante del aceite es la viscosidad, la cual se ve afectada con la temperatura; a mayor temperatura, menor viscosidad. Los aditivos ayudan al aceite a preservar propiedades, como el aceite multigrado, que tiene la capacidad de mantener la viscosidad dentro de un rango de

temperatura. Las diversas propiedades se pueden ir modificando por medio de aditivos que se pueden adquirir por separado, o pueden venir incluidas en la calidad y precio del aceite. Entre los más importantes están los siguientes aditivos:

- Antiespumante: impide que se formen burbujas de espuma cuando el cigüeñal golpea el aceite reposado en el cárter. La formación de espuma en un lubricante es motivo de serios problemas, debido a que la capacidad lubricante del aceite disminuye y favorece la oxidación. Afortunadamente pequeñas cantidades de varias siliconas pueden controlar muy bien la formación de espuma, rompiendo la interface líquido-aire.
- Antioxidante: el lubricante tiene tendencia a reaccionar con el oxígeno formando barnices, lodos, resinas y ácidos, que actúan incrementando la viscosidad del lubricante. La disminución de fluidez hace que el aceite pierda su capacidad circulante y refrigerante, ocasionando de esa forma el desgaste del motor. Los aditivos antioxidantes retardan la degradación del aceite.
- Antiherrumbre: la corrosión es el resultado del ataque químico a las superficies metálicas. En el caso de metales ferrosos, este tipo de corrosión se llama herrumbre y es el resultado del ataque químico del agua a las superficies de hierro en presencia de aire. El mecanismo de acción de estos aditivos se basa en la formación de una película hidrófoba, que se adhiere a la superficie del metal evitando así el ataque del agua.
- Detergente: son sustancias que actúan como el jabón común que dispersa las partículas de sucio. En los lubricantes los detergentes mantienen en suspensión las partículas contaminantes, evitando la formación de depósitos, tales como: lacas, barnices, lodo y hollín; los cuales son originados en el motor por los productos de combustión incompleta y por

la descomposición oxidativa del aceite. Además, estos aditivos neutralizan los productos ácidos resultantes de los dos procesos mencionados anteriormente: oxidación del aceite y combustión incompleta.

1.4.4. Nivel de aceite

El nivel del aceite es muy fácil de verificar. Se debe de poner en marcha el motor, para luego apagar durante cinco minutos. Después de esto, se espera un tiempo prudente mientras una buena parte del aceite cae al depósito, se toma el indicador de nivel que se encuentra en una parte accesible y visible del motor. En el extremo de la varilla se notaran las marcas de nivel máximo y mínimo; el nivel de aceite debe estar y mantenerse dentro de estos márgenes.

1.4.5. Estado del aceite

El estado del aceite se determina por medio del análisis de aceite, y es incorrecto el determinar su estado de otra manera. En ocasiones se comete el error de decidir no cambiar el aceite porque no aparenta estar oscuro, o debido a la percepción de una viscosidad aparentemente normal al palparlo con los dedos. Estas decisiones se basan en juicios subjetivos que aumentan el riesgo dentro del motor. El cambio del aceite lo determina el fabricante de acuerdo al kilometraje y las condiciones de uso.

1.4.6. Nivel de agua en los sistemas

Los niveles de líquidos en el motor deben ser monitoreados. Técnicamente, el agua se encuentra en dos sistemas, el de enfriamiento y el de limpieza del parabrisas.

1.4.6.1. Sistema de enfriamiento

El motor de combustión interna puede producir temperaturas en el entorno de los 2 500 °C. Aproximadamente el 70 % de la energía de la combustión se convierte en calor. Esto requiere un sistema de enfriamiento de alta capacidad para evitar el sobrecalentamiento del motor.

Tabla I. Datos del refrigerante

Refrigerante	Agua pura	50/50 etilenglicol/agua	70/30 etilenglicol/agua
Punto de congelación	0 °C	(-) 37 °C	(-) 55 °C
Punto de ebullición	100 °C	106 °C	113 °C

Fuente: *Anticongelantes*. http://www.kurimexicana.com/-pdf/boletin_julio2011.pdf.

Consulta: septiembre de 2015.

Los motores de los automóviles más recientes están refrigerados por agua. Para el objetivo de refrigeración de los automóviles, el agua tiene la ventaja de una alta capacidad calorífica, pero las desventajas de un punto de congelación relativamente alto y un punto de ebullición relativamente bajo. Por lo general, para transferir el calor del bloque motor, se utiliza un sistema de enfriamiento presurizado basado en una mezcla de etilenglicol y agua. En la tabla I se muestra el efecto del etilenglicol sobre los puntos de congelación y ebullición.

La ventaja sobre el punto de congelación bajo es obvia, pero la cuestión planteada sobre el punto de ebullición también es significativa y hace que la solución del anticongelante en el verano sea también importante.

Los puntos de ebullición de arriba son a la presión atmosférica, pero se puede lograr una superior temperatura máxima de operación, mediante la presurización del sistema de refrigeración. Es típico tener un resorte de presión en el tapón del sistema de refrigeración, que permite que suba la presión hasta aproximadamente 14 a 15 lb/in² por encima de la atmosférica (es decir, una presión absoluta de alrededor de dos atmósferas). Esto puede aumentar el punto de ebullición de la mezcla refrigerante unos 25 °C o 45 °F.

Es importante notar que el agua corriente de la tubería posee minerales y depósitos que se vuelven incrustación dentro de los finos tubos del radiador, por lo que se debe usar agua desmineralizada para asegurar una larga vida útil al sistema de enfriamiento.

1.4.6.2. Depósito del limpiabrisas

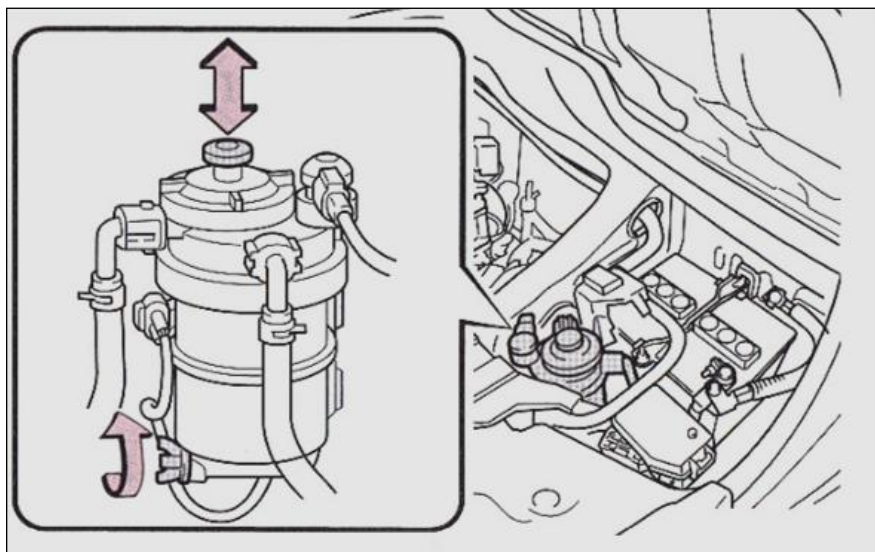
El limpiabrisas posee un sistema de rociado automático para limpiar de emergencia cualquier obstrucción en el mismo. Este sistema se alimenta de agua corriente que se almacena en su depósito, el cual debe estar en su nivel normal. Esto se debe revisar periódicamente para evitar cualquier situación incómoda al conductor.

1.4.6.3. Drenaje del agua en filtro de combustible

Los filtros de combustible retienen los contaminantes no deseados en el combustible. Dejados sin atender, esos contaminantes pueden causar daños

serios y costosos a muchos componentes del sistema, incluyendo bombas, líneas e inyectores. Los contaminantes del combustible vienen de muchas fuentes, siendo el más común, el agua. Esta puede introducirse en el diésel durante la carga, cuando el aire caliente, cargado de humedad se condensa en las paredes del tanque de combustible o debido a malas prácticas de limpieza. Los efectos del agua en el diésel pueden ser serios. Sin embargo, la Hiace contiene un filtro, el cual atrapa las partículas de agua. Este filtro debe ser depurado al momento que se presente la alarma acústica y visual en el tablero. Este filtro se muestra en la figura 6, y las flechas muestran el procedimiento para purgar.

Figura 6. **Filtro depurador de agua**

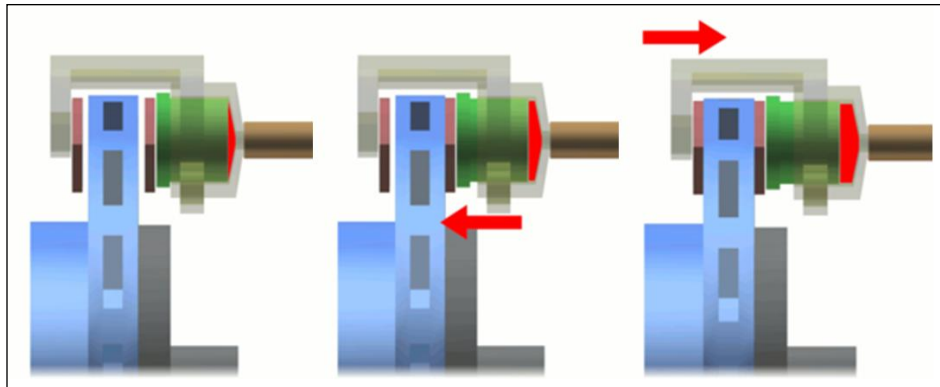


Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 359.

1.5. Revisión del sistema de frenado

El freno de disco es un sistema de frenado usado normalmente para ruedas de vehículos, en el cual una parte móvil (el disco), solidario con la rueda que gira, es sometido al rozamiento de unas superficies de alto coeficiente de fricción (las pastillas), que ejercen sobre ellos una fuerza suficiente como para transformar toda o parte de la energía cinética del vehículo en movimiento, en calor, hasta detenerlo o reducir su velocidad, según sea el caso. Esta inmensa cantidad de calor ha de ser evacuada de alguna manera, y lo más rápidamente posible. El mecanismo es similar en esto al freno de tambor, con la diferencia de que la superficie frenante es menor pero la evacuación del calor al ambiente es mucho mejor, compensando ampliamente la menor superficie frenante.

Figura 7. **Mecanismo de frenado de un pistón**



Fuente: *Frenos de disco*. <http://e-auto.com.mx/enew/index.php/85-boletines-tecnicos/3506-frenos-4-frenos-de-disco>. Consulta: julio 2015.

El sistema está ilustrado en la figura 7, donde el líquido de frenos circula por el circuito hidráulico hasta presionar el pistón y empujar la pastilla contra el disco. La presión contra el disco hace que la pastilla se aleje del pistón,

empujando la otra pastilla contra el disco. El rozamiento entre las pastillas y el disco frena la rueda.

Los discos pueden sufrir diferentes daños, siendo los más comunes el alabeo, rayado, rotura y cristalización.

- Alabeo: este se produce por un sobrecalentamiento de la superficie de frenado que provoca una deformación en el disco. Esto provoca vibraciones en la frenada y una disminución en la potencia de frenado. El alabeo puede ser prevenido con una conducción menos exigente con los frenos, aprovechando el freno motor con un uso inteligente de la caja de cambios para reducir la carga del freno de servicio. Pisar el freno continuamente provoca una gran cantidad de calor, por lo que debe evitarse. para verificar se mide con micrómetro (el espesor) y con un comparador de dial o carátula (para medir la deformación).
- Rotura: es igualmente probable en todos los tipos de discos, en los que pueden aparecer grietas entre los agujeros (para los ventilados y súper ventilados), y grietas en la superficie de fricción que tiene el disco.
- Rayado: es producido cuando las pastillas de freno no están bien instaladas o son de material más duro que el material proveniente de los discos, esto al frenar provoca un rayado en el cual hace que el disco, en la superficie de fricción se deforme. la solución para este problema es el rectificado de ambos discos. Pero a veces es a causa de la mal instalación de ese sistema.
- Cristalización: el disco se cristaliza cuando, al momento de frenar, el material de fricción del disco con las pastillas generan una mayor

temperatura (por ejemplo, al frenar desembragado en la bajada de una cuesta), y a su vez generan que la resina que contiene el material de fricción se haga líquida y suba a la superficie formando una capa que evita el rozamiento y la abrasión entre ambos objetos, provocando que el disco o la pastilla se deterioren, quedando la pastilla con un brillo en la superficie y con textura ultra dura y el disco en cambio de un color azulado, pudiendo aparecer microfisuras a raíz de dicha cristalización. Cuando ocurre este daño hay que reemplazar el disco o la pastilla de freno por uno nuevo. Sin embargo, esta peligrosa práctica puede dejar al vehículo sin frenos, ya que puede causar el desvanecimiento de estos, es decir la pérdida momentánea de gran parte o la totalidad de la capacidad de frenado en tanto los frenos no se enfríen.

Los daños en los frenos son aumentados cuando no se conoce la teoría del frenaje, la que podría resumirse de la siguiente manera: para poder cumplir su cometido los sistemas de freno tienen que ejecutar dos funciones, la primera es convertir la energía cinética, es decir la que posee todo vehículo en movimiento, en otra forma de energía que pueda ser sacada del móvil, causando la reducción de la velocidad o la detención en caso necesario, en la mayoría de los casos la energía cinética es convertida en calor por medio del roce entre zapatas y tambores o entre discos y pastillas.

La segunda función es la de disipar el calor producido por el roce antes mencionado en el medio ambiente, por lo tanto puede decirse que la capacidad de los frenos está limitada por la cantidad de calor que puedan disipar al medio ambiente, también es necesario saber que con cada frenada se reduce momentáneamente la capacidad de frenado, razón por la cual los frenos deben usarse lo estrictamente necesario y nunca para ir aguantando o refrenando un vehículo en el descenso de una larga o empinada cuesta, cuestión que podría

resultar fatal, no sólo para el conductor y sus acompañantes, sino que también, para muchas otras personas. La cristalización de zapatas y pastillas es una evidencia concluyente de que los frenos fueron abusados, y por lo tanto, recalentados.

El freno de tambor es un tipo de freno en el que la fricción se causa por un par de zapatas que presionan contra la superficie interior de un tambor giratorio, el cual está conectado al eje o la rueda. Como en todo, existen algunas ventajas y desventajas respecto a las zapatas y tambores. Las zapatas eran un elemento que había que ajustar regularmente hasta que en los años 50 se introdujo un sistema de adaptación automática que hacía innecesario el ajuste manual.

En los años 60 y 70 se empezaron a dejar de fabricar vehículos con frenos de tambor en el eje delantero. En su lugar se fue introduciendo el freno de disco al igual que en las motos y actualmente todos los vehículos los incorporan al menos en el eje delantero. Esto es debido a que los frenos de tambor con zapatas internas tienen poca capacidad de disipar el calor generado por la fricción, lo que hace que se sobre calienten fácilmente. En esos casos el tambor se deforma lo que hace necesario presionar con más fuerza para obtener una frenada aceptable. Los frenos de tambor presentan la ventaja de proteger el sistema contra elementos externos del ambiente, haciéndoles más idóneos para condiciones climatológicas de nieve o lluvia en caminos o carreteras secundarias.

Actualmente, los frenos de tambor se siguen utilizando en los vehículos de gama baja, sobre todo en las ruedas traseras, debido a su menor coste sobre los frenos de disco. En los vehículos de gran tonelaje, con sistemas de frenado por aire a presión, como los camiones, siguen empleándose por la gran

superficie de intercambio de energía por fricción que presentan, mucho mayor que la de una pastilla de disco.

1.6. Revisión de llantas

Las llantas son un punto muy importante a considerar para evitar accidentes y ahorrar en combustible. La revisión de las mismas dependerá del uso que se le dé al vehículo, pero una revisión de la presión debe hacerse al menos cada dos días. Para medir la profundidad de la banda de rodadura se procede con el método establecido, que utiliza un medidor que mide la profundidad de la banda de rodadura en milímetros. La mayoría de neumáticos nuevos para autos de pasajeros y camiones ligeros tienen una profundidad de alrededor de 20 mm.

El primer paso es posicionar el medidor con la aguja totalmente fuera del cilindro, para luego posicionarla en la banda central de la llanta. En este punto se presiona la base contra las bandas de rodadura, permitiendo que la aguja toque el fondo del canal. Hay que evitar posicionar el medidor sobre unas protuberancias dentro de los canales, que son los indicadores de desgaste, ya que estos indican el nivel máximo de desgaste dentro de los límites seguros.

Seguido a esto se toma la lectura de otros dos puntos alejados entre sí en el mismo canal, para luego repetirlo con el canal interno y el externo. Se saca el promedio, y esta se considera la lectura adecuada para ir midiendo el porcentaje de desgaste en relación a los kilómetros recorridos. Este procedimiento se ilustra en la figura 8.

Figura 8. **Medición de profundidad de banda de rodadura**



Fuente: Comprobar el desgaste de los neumáticos. <http://www.auto10.com/-report/comprobar-el-desgaste-de-los-neumaticos/5109>. Consulta: julio de 2015.

Utilizando un método objetivo para medir el desgaste de llantas se puede detectar un patrón de desgaste irregular, pudiendo encontrar la causa de esta avería y evitar el daño total de los neumáticos. El método visual no es muy preciso en este sentido. La inspección a realizar es la siguiente:

- Presión de aire adecuada: ya que en exceso se gastan del dentro y produce demasiada vibración a la carrocería; si están por debajo de la presión normal, causará un desgaste en los orillas de la llanta, y provocará un aumento en el consumo de combustible desde un 10 hasta un 40 %, además de forzar más el motor.
- Mantener una correcta alineación: ya que sin ella la vida útil de la llanta se acorta.
- Detectar tempranamente el desgaste en las llantas para preservar su tiempo de vida.
- Rotar las llantas para que estas no se desgasten de manera irregular es una práctica eficaz; cuando los neumáticos presentan desgaste desigual entre las ruedas delanteras y las traseras, es porque hay diferencias en las funciones de éstas. Para reducir a un mínimo los ruidos y el desgaste

se recomienda la rotación de los neumáticos delanteros con los traseros cada 10 000 km o cada tres meses.

1.7. Herramienta de emergencia

El equipo de emergencia puede ser una salvación cuando el vehículo queda varado en la carretera. Los accidentes y percances no se planean, y nunca está de más el tomar en cuenta las herramientas de emergencia. Entre las necesarias están:

- Linterna.
- Extinguidor.
- Triángulos reflectivos o conos plásticos.
- Cables de puente eléctrico.
- Sellador de neumáticos/inflador. Puede ser un recipiente de aire presurizado con un sellador de neumáticos para mantener la llanta con presión adecuada hasta donde se pueda reparar el neumático desinflado.
- Sogas para remolque.
- Cinta adhesiva.
- *Kit* de primeros auxilios, una manta y el equipo impermeable para la lluvia. Estos permitirán a los tripulantes a mantenerse secos y no sufrir frío en caso de emergencia.

Nadie quiere pensar en la opción de tener que romper la ventanilla para poder salir del auto. No obstante, lo ideal es tener un destornillador de punta plana o una herramienta para romper ventanillas, como el martillo de emergencia en la guantera.

2. DEUTSCHE POST DHL

DHL es una empresa de paquetería integrada en el grupo Deutsche Post DHL, con sede principal en Alemania. Fue fundada en San Francisco por Adrian Dalsey, Larry Hillblom y Robert Lynn, de la letra inicial de sus apellidos surge el nombre de la compañía. Con una red global extendida a más de 220 países y territorios en todo el mundo, DHL es la compañía más internacional del globo, y forma parte del grupo líder mundial en servicios postales y logísticos, Deutsche Post DHL, el cual consta de tres divisiones empresariales que son DHL Express, DHL Global Forwarding, Freight y DHL Supply Chain.

2.1. Historia

En 1969, estos tres empresarios visionarios crearon una industria totalmente novedosa, DHL. Ellos inician servicios de expreso aéreo, puerta a puerta entre San Francisco y Hawai.

Figura 9. **Fundadores de DHL**



Fuente: *Historia de DHL*. <http://www.historiasdegrandes exitos.com/-2010/01/historia-de-dhl.html>. Consulta: agosto de 2015.

En 1971, se expande hacia Japón, Hong Kong, Singapur y Australia. Tres años después, inicia la entrega aérea *express* internacional en Europa, y cuatro años después, inicia operaciones en Latinoamérica, donde las primeras oficinas se establecen en Caracas, Venezuela.

En 1982, DHL inicia operaciones en Guatemala, estableciendo su propia subsidiaria para el transporte aéreo expreso de documentos a nivel internacional. Fue inicialmente dirigida por un guatemalteco de éxito que logró un crecimiento rápido, ubicando a la empresa a la cabeza del mercado. En 1997, DHL Guatemala adquiere un Boeing 727, el cual cubre la ruta que años antes operaba un Falcon 20, que a su vez reemplazó a una avioneta Sessna arrendada para la ruta Guatemala–Panamá–Miami.

En 1998 DHL Guatemala se divide en dos unidades de negocio, DHL Express y DHL Aviación. En el año 2000, se autoriza el primer recinto fiscal en el aeropuerto La Aurora, siendo los primeros y los únicos en contar con un servicio así, que agilice de manera muy eficiente el tramite aduanal. Al siguiente año, DHL Express adquiere sus propias instalaciones localizadas en avenida Hincapié 25-10 zona 13 de la ciudad capital.

En 2004, DHL Express se fusiona con CORMAR y EXEL, empresas de logística, formando así DHL Express & Logistics, separándola dos años después y creando así DHL Global Forwarding.

En Guatemala existen tres grandes divisiones, DHL Aviación ubicada en el recinto aduanal, DHL Global Forwarding, dedicada a la carga marítima, aérea y terrestre, y DHL Express. Esta última está dedicada a la paquetería y carga exprés en ciudad de Guatemala, y lugares aledaños.

2.2. Departamento de Operaciones

El presente proyecto está enfocado a la empresa DHL Express, la cual consta de 175 empleos directos, y departamentos principales los cuales son: Operaciones, Servicio al Cliente, Finanzas, y Tecnología Informática. El Departamento de Operaciones, liderado por un gerente posee tres subdivisiones, las cuales son importaciones, exportaciones, y *courier*.

2.2.1. Servicio *courier*

Está dividido en tres grupos, los cuales son: AM quienes trabajan medio tiempo durante la mañana, PM medio tiempo en la tarde, y los tiempo completo, quienes trabajan el día entero. Actualmente laboran alrededor de 34 personas encargadas de la distribución de paquetería mayor y menor, dirigidos por dos supervisores, uno de la mañana quien supervisa también los de tiempo completo, y el supervisor de la tarde.

2.2.2. Flota vehicular

La flota vehicular consta de 35 vehículos, 29 páneces de marca Toyota de la línea Hiace. Utilizan motor 5L-E, con inyección electrónica, y dos de la flota utilizan el motor 2K-FTV, los cuales poseen turbo alimentación. 2 vehículos son de marca Volkswagen, de la línea Transporter los cuales utilizan motor CAAA, dos Chevrolet Microvan CMV panel STD con motor F8CB800 y por último, una motocicleta Honda. El parque vehicular, sometido a trabajo diario, consta de las páneces Toyota. Por lo que en este programa de mantenimiento no se toma en cuenta el resto de vehículos, ya que su uso es nulo o bien no es significativo. La tabla II resume los vehículos del parque vehicular activo de DHL Express.

Tabla II. Flota vehicular de DHL Express

UNIDAD	PLACAS	MARCA	LÍNEA	MODELO	MOTOR	CHASIS
13	C – 855BLT	Toyota	Hiace	2011	5L 3000	JTFHK02P4B0007129
14	C – 854BLT	Toyota	Hiace	2011	5L 3000	JTFHK02P3B0007137
15	C – 856BLT	Toyota	Hiace	2011	5L 3000	JTFHK02P3B0007123
16	P – 130DYM	Toyota	Hiace	2011	5L 3000	JTFHK02P8B0007134
17	P – 131DYM	Toyota	Hiace	2011	2KD 5058169	JTFHS02P5B0094278
18	P – 132DYM	Toyota	Hiace	2011	2KD 5047115	JTFHK02P4B0094207
19	P – 902FCD	Toyota	Hiace	2011	5L 3000	JTFHK02P6B0007732
20	P – 912FCD	Toyota	Hiace	2011	5L 3000	JTFHK02P9B0007739
21	P – 914FCD	Toyota	Hiace	2011	5L 3000	JTFHK02P9B0007742
22	P – 119FDG	Toyota	Hiace	2012	5L 3000	JTFHK02P9C0008097
23	P – 120FDG	Toyota	Hiace	2012	5L 3000	JTFHK02P6C0008106
24	P – 121FDG	Toyota	Hiace	2012	5L 3000	JTFHK02P7C0008115
25	P – 447FFF	Toyota	Hiace	2012	5L 3000	JTFHK02P6C0008381
26	P – 455FFF	Toyota	Hiace	2012	5L 3000	JTFHK02P6C0008378
27	P – 910FFF	Toyota	Hiace	2012	5L 3000	JTFHK02P8C0008379

Continuación de la tabla II.

28	P – 911FFF	Toyota	Hiace	2012	5L 3000	JTFHK02P8C0008390
29	P – 915FFF	Toyota	Hiace	2012	5L 3000	JTFHK02P6C0008400
30	P – 371FFH	Toyota	Hiace	2012	5L 3000	JTFHK02P8C0008513
31	P – 480FMM	Toyota	Hiace	2013	5L 3001	JTFHK02P2D0009786
32	P – 692FMM	Toyota	Hiace	2013	5L 3002	JTFHK02P6D0009760
33	P – 693FMM	Toyota	Hiace	2013	5L 3003	JTFHK02P8D0009761
34	P – 049FNQ	Toyota	Hiace	2014	5L 6226907	JTFHK02P9E0009995
35	P – 023FPD	Toyota	Hiace	2014	5L 6234494	JTFHK02P6E0010344
36	P – 024FPD	Toyota	Hiace	2014	5L 6232939	JTFHK02P0E0010274
37	P – 906FPG	Toyota	Hiace	2014	5L 6234776	JTFHK02P4E0010357
38	P – 834FTR	Toyota	Hiace	2015	5L 6242535	JTFHK02P5F0010738
39	P – 578FTS	Toyota	Hiace	2015	5L 6242566	JTFHK02P5F0010742
40	P – 579FTS	Toyota	Hiace	2015	5L 6242893	JTFHK02P5F0010755

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa.

Para fines prácticos DHL Express consta de una flota con unidades numeradas como lo muestra la tabla anterior. De esta manera se identifican mejor y la asignación de estacionamiento es más práctica.

3. ANÁLISIS DE OPERACIONES

La logística *courier* está interconectada a la red de distribución global; esta interacción está finamente sincronizada. Esto significa que el departamento de operaciones, encargado de la distribución final, necesita un sistema altamente fiable.

3.1. Descripción de unidades

La flota es utilizada en su totalidad los días lunes o posterior a algún asueto. Esto se debe a la acumulación de material por entregar. Sin embargo, entre semana no se utilizan tres o cuatro paneles. Esto genera una disparidad en la utilización y desgaste de la flota.

Figura 10. Flota vehicular



Fuente: estacionamiento de DHL Express.

Por lo tanto se debe tener especial cuidado en la rotación de las unidades para evitar un notorio desgaste en los vehículos más utilizados, y uno menor en los menos utilizados. Por esta razón se realizó un análisis de las rutas y los recorridos de las mismas.

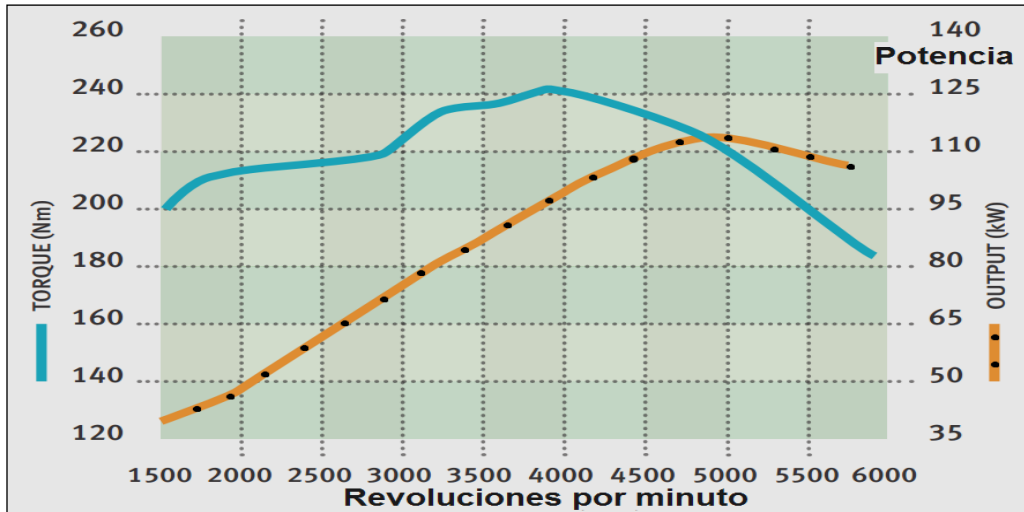
Es importante notar que los modelos van cambiándose o renovándose cada cinco años, por lo que se tratará de equilibrar el nivel de uso en dichos vehículos. Esto dependerá del ingeniero encargado de la flota, y del control en la administración en el kilometraje que lleve a cabo.

Los modelos más antiguos son del año 2011, siendo estas 9 unidades, del 2012 son 9 del 2013 son 3, y del año 2014 son 4 unidades. Este año la flota renovó tres vehículos, sumando un total de 28 unidades Toyota.

3.2. Diagnóstico general de unidades

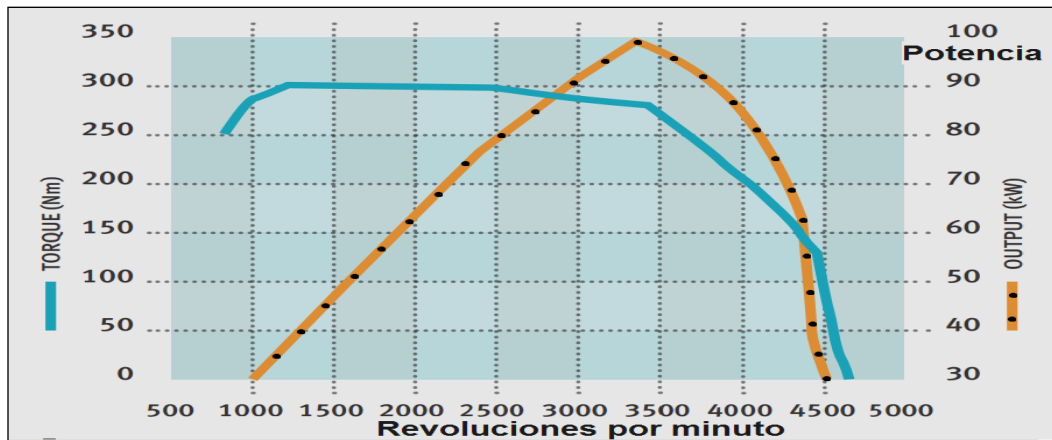
Como se puede apreciar, la flota es relativamente nueva, por lo que el mantenimiento dependerá mucho del kilometraje directamente, y del tipo de manejo que recibe cada una. Las gráficas siguientes muestran el torque y la potencia en relación a las revoluciones por minuto de un motor diésel sin turbo en la figura 11 y con turbo en la figura 12.

Figura 11. Gráfica de rendimiento



Fuente: Toyota New Zealand. <http://www.toyota.co.nz/Global/Hiace/hiace-web-brochure-SB319-April-2014.pdf>. Consulta: septiembre de 2015.

Figura 12. Gráfica de rendimiento de motor con turbo

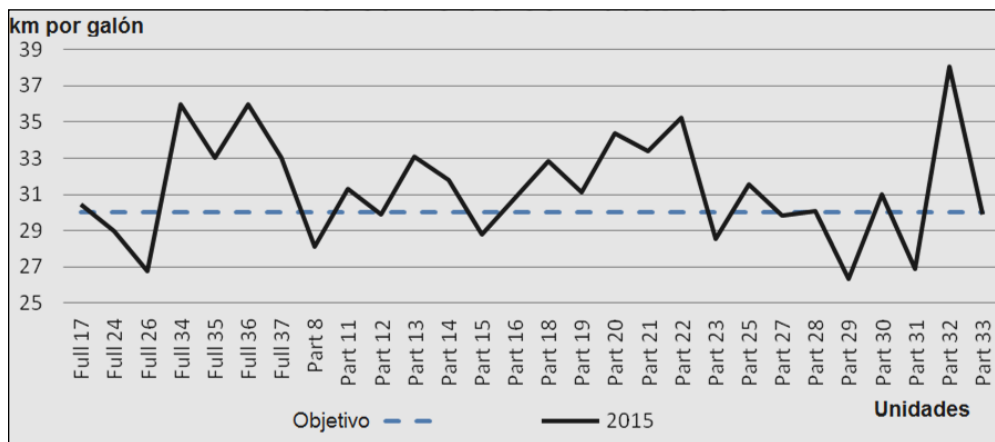


Fuente: Toyota New Zealand. <http://www.toyota.co.nz/Global/Hiace/hiace-web-brochure-SB319-April-2014.pdf>. Consulta: septiembre de 2015.

3.3. Recorridos y rendimiento

Como uno de los objetivos en cualquier empresa es reducir costos de operación, es importante medir el rendimiento, ya que lo que no se mide no se controla, y lo que no se controla no se mejora. A continuación se presenta la figura 13 que muestra el rendimiento que ha tenido cada unidad durante el año 2015 agosto, siempre tomando en cuenta que el tipo de manejo es una variable no registrada, así como la carga que se transportó durante este recorrido.

Figura 13. Consumo de combustible



Fuente: base de datos de la empresa.

3.3.1. Rutas AM

El recorrido de las unidades que cubren rutas AM son dentro del casco urbano de la capital, y estas cubren en general, las zonas 1, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15 y algunas partes de Mixco. Parte de zonas 11 y 1 se incluyen como rutas AM, así como la parte de Villa Nueva en la calzada Raúl Aguilar Batres.

3.3.2. Rutas PM

El recorrido de las rutas PM cubre la misma área que las rutas AM. Sin embargo, cabe mencionar que el recorrido incluye la recolecta del material para exportación. Esto implica que el combustible y motor sufrirán el desgaste en la ida y el regreso a la empresa, porque el vehículo siempre se mantendrá cargado. El material de exportación se coordina con el departamento de servicio al cliente, donde los clientes que enviarán solicitan la visita del *courier*. En la mayoría de casos la recolecta se realiza durante la tarde.

3.3.3. Rutas de turno completo

Se hace la observación de que la asignación de rutas y horarios está sujeta a cambios según la demanda y disponibilidad del SPORH. Las rutas de turno completo son vehículos que cubren parte de la ciudad de Guatemala, zonas 2, 5, 6, 10, 16 y 18, parte de la carretera al Atlántico, parte de Bárcenas y Villa Nueva, San Miguel Petapa, todo el recorrido hasta el puerto San José, al igual que el recorrido a Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

La comparación del recorrido de las unidades de acuerdo a la ruta asignada se presenta en la tabla III.

Tabla III. **Tabla comparativa de recorridos**

Área	No. de Unidad	km diarios
Carretera a Puerto Quetzal, Escuintla, Palín	38	257
San Cristóbal, carretera Interamericana, San Lucas, Antigua Guatemala	39	143
Carretera a El Salvador, Fraijanes, Santa Catarina Pinula	40	129
Capital zonas 2, 6, 18 y partes de zonas 5, 16 y 17	35	121
Boca del Monte, Villa Canales, Villa Nueva	37	103
Capital zonas 7 y 11, y Mixco zonas 3, 4, y 6	41	81
Capital partes de zona 12 y 18, y el sector de Oakland	17	36
Capital zona 10, entre Centro Empresarial Europlaza y zona Pradera	34	36
RUTA AM	Promedio	35
RUTA PM	Promedio	39

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa.

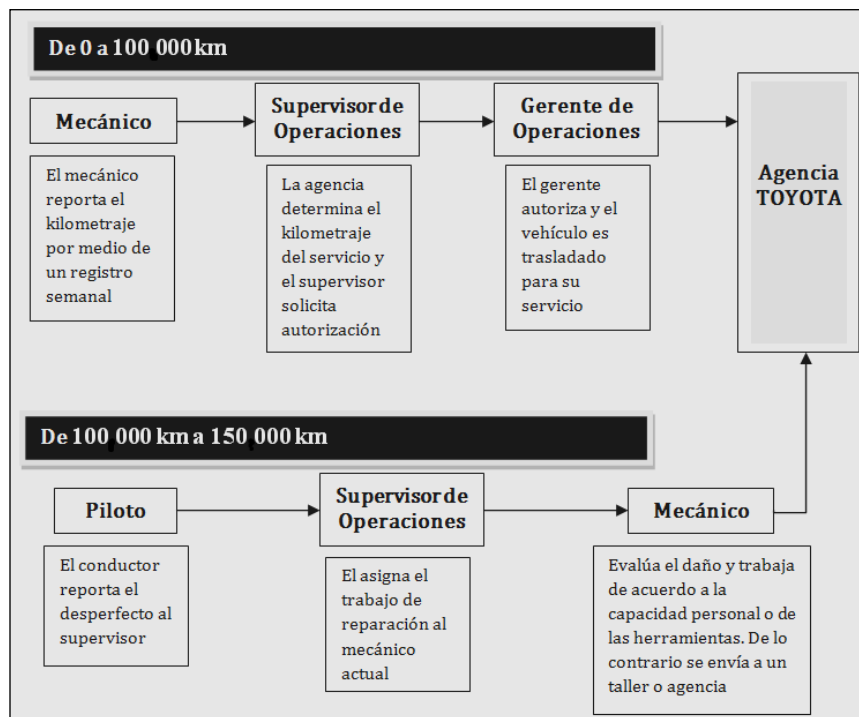
Las rutas de las unidades 35, y 37 al 41 exceden, por mucho, al promedio del resto de unidades. La que sobreexcede en recorrido es la unidad 38, con alrededor de 250 km diarios. Esta información es vital al momento de rotar las unidades para evitar un desgaste prematuro en relación al resto de la flota. Hay que tomar en cuenta que el muestreo se tomó del mes de agosto del 2015, ya que a lo largo del año la demanda varía. Este es un punto del cual partir.

3.4. Vínculos con la agencia Toyota

Actualmente se brinda mantenimiento a los vehículos según el cronograma que indica la agencia Toyota. Ellos deciden el momento o kilometraje para el servicio mecánico. Cuando hay desperfectos o alguna sospecha, es el conductor quien solicita la revisión con el mecánico actual.

La figura 14 muestra el orden del procedimiento actual del mantenimiento en DHL, el cual es una mezcla de mantenimientos preventivo y correctivo.

Figura 14. Procedimiento actual de los servicios



Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa.

Las políticas de la agencia requieren que el vehículo sea trabajado en la misma concesionaria, ya sea para servicios mayores como menores. También requieren que los servicios después de los primeros 5 000 km recorridos del vehículo se deben realizar cada 5 000 km o 6 meses. Sin embargo, existe un servicio menor que se programa cada 2 500 km debido a la exigencia del vehículo. La garantía estará vigente durante el período de tres años calendario o hasta que el vehículo adquirido haya recorrido 100 000 km, lo que ocurra primero.

Es condición para gozar de la garantía que el vehículo haya recibido todos los servicios de mantenimiento que recomienda el distribuidor en los centros de servicio de este durante la vigencia de la misma. La falta de uso del vehículo durante el período y vigencia de la garantía no implica ampliación. El período de vigencia de esta garantía inicia a partir de la fecha de facturación del vehículo. La garantía no incluye los componentes sujetos a desgaste u otros tales como: neumáticos, baterías, plumillas, rajaduras o quebraduras de cristales o vidrios, retrovisores, faros, neblineras, fajas, correas, pastillas de freno.

La garantía se vence o anula automáticamente en cualquiera de las siguientes condiciones:

- Si se altera en cualquier forma el diseño o especificaciones de fábrica del vehículo o si se introducen accesorios o mecanismos instalados por personas o talleres ajenos a la red de centros de servicio Toyota y si la unidad fuera empleada en competencias de cualquier naturaleza ejemplo: blindaje, modificaciones o instalaciones eléctricas o mecánicas.
- Si la unidad es sometida a sobrecarga o trato negligente o sufre algún choque, volcadura o impacto de cualquier magnitud.
- Si el mantenimiento no es cumplido de acuerdo con lo recomendado por el distribuidor (kilometraje o período de tiempo)
- Si el vehículo es intervenido o reparado en talleres diferentes a los autorizados.
- Si se cambia la estructura física o mecánica del vehículo o se substituyen los componentes originales.

- Con la ocurrencia de cualquiera de los casos indicados, se tendrá por vencida la garantía sin que sea necesario ningún requisito, procedimiento o formalidad alguna.
- La garantía no cubre remolque o fletes, estos corren a cargo del propietario.

3.5. Tipos de servicio

Los tipos de servicio que ofrece la agencia están divididos en cuatro clasificaciones según la agencia Toyota. Estos son 1KD, 2DK, 3KD y 4DK. Estas cuatro clasificaciones se detallan a continuación:

1KD (cada 2 500 km)

Motor:

- Cambio de aceite al motor
- Cambio de filtro de aceite al motor
- Limpieza o reemplazo de filtro de aire
- Revisión de batería y su nivel
- Revisión de fajas impulsoras

Chasis y carrocería; revisión de:

- Luces exteriores
- Luces interiores
- Luces de indicadores de tablero
- Medidores y accesorios

- Limpiaparabrisas, plumillas y lavador
- Juego libre del volante de dirección
- Niveles en general
- Radiador y mangueras
- Tubo de escape
- Tapón de tanque de combustible
- Presión y estado de neumáticos
- Fugas en general

2KD (cada 5 000 km)

Motor:

- Cambio de aceite al motor
- Cambio de filtro de aceite al motor
- Limpieza o reemplazo de filtro de aire
- Revisión de batería y su nivel
- Revisión de fajas impulsoras

Chasis y carrocería; revisión de:

- Ajuste de freno de estacionamiento
- Luces exteriores
- Luces interiores
- Luces indicadores de tablero
- Medidores y accesorios
- Limpiaparabrisas, plumillas y lavador
- Juego libre del volante de dirección

- Niveles en general
- Radiador y mangueras
- Tubo de escape
- Tapón de tanque de combustible
- Presión y estado de neumáticos
- Fricciones y tambores de frenos
- Pastillas y discos de frenos
- Suspensión delantera y dirección
- Suspensión trasera
- Guardapolvos de semiejes
- Guardapolvos de cremalleras
- Fugas en general
- Rotación de llantas (si el cliente autoriza)

3KD (cada 20 000 km)

Motor:

- Lavado de motor
- Cambio de aceite al motor
- Cambio de filtro de aceite al motor
- Limpieza o reemplazo de filtro de aire
- Revisión de batería y su nivel
- Reemplazo de filtro de combustible
- Revisión del sedimentador de agua
- Revisión de fajas impulsoras

Chasis y carrocería; revisión de:

- Ajuste de freno de estacionamiento
- Luces interiores
- Luces indicadores de tablero
- Medidores y accesorios
- Limpiaparabrisas, plumillas y lavador
- Juego libre del volante de dirección
- Niveles en general
- Radiador y mangueras
- Tubo de escape
- Tapón de tanque de combustible
- Presión y estado de neumáticos
- Fricciones y tambores de frenos
- Pastillas y discos de frenos
- Suspensión delantera y dirección
- Suspensión trasera
- Guardapolvos de flechas
- Guardapolvos de cremalleras
- Fugas en general
- Rotación de llantas (si el cliente autoriza)

Torque a:

- Tornillos y tuercas de chasis

4KD (cada 40 000 km)

Motor:

- Lavado de motor
- Cambio de aceite al motor
- Cambio de filtro de aceite al motor
- Cambio de filtro de combustible
- Limpieza o reemplazo de filtro de aire
- Revisión de batería y nivel de electrolito
- Revisión y ajuste de fajas impulsoras

Chasis y carrocería; revisión de:

- Ajuste de freno de estacionamiento
- Luces interiores
- Luces exteriores
- Luces indicadores de tablero
- Medidores y accesorios
- Limpiaparabrisas, plumillas y lavador
- Juego libre del volante de dirección
- Niveles en general
- Engrase
- Radiador y mangueras
- Tubo de escape
- Tapón de tanque de combustible
- Presión y estado de neumáticos
- Fricciones y tambores de frenos

- Pastillas y discos de frenos
- Suspensión delantera y dirección
- Suspensión trasera
- Guardapolvos de flechas
- Guardapolvos de cremalleras
- Fugas en general
- Rotación de llantas (si el cliente autoriza)

Cambio de:

- Líquido de frenos
- Líquido de embrague
- Aceite de transmisión manual y caja
- Aceite diferencial
- Grasa de cojinetes de ruedas

Torque a:

- Tornillos y tuercas de chasis

La tabla detalla el monto aproximado que se invierte en los servicios en la agencia en el periodo vigente de la garantía. Los costos mostrados pueden variar en un 35 % del valor real.

Este procedimiento requiere que el mecánico que trabaja brindando soporte actualmente utilice parte de su tiempo en transportar el vehículo al lugar designado, y que posteriormente vaya también a recogerlo. El tiempo destinado a este procedimiento no se tomó en cuenta en el presupuesto de la tabla IV.

Tabla IV. **Procedimiento actual de los servicios**

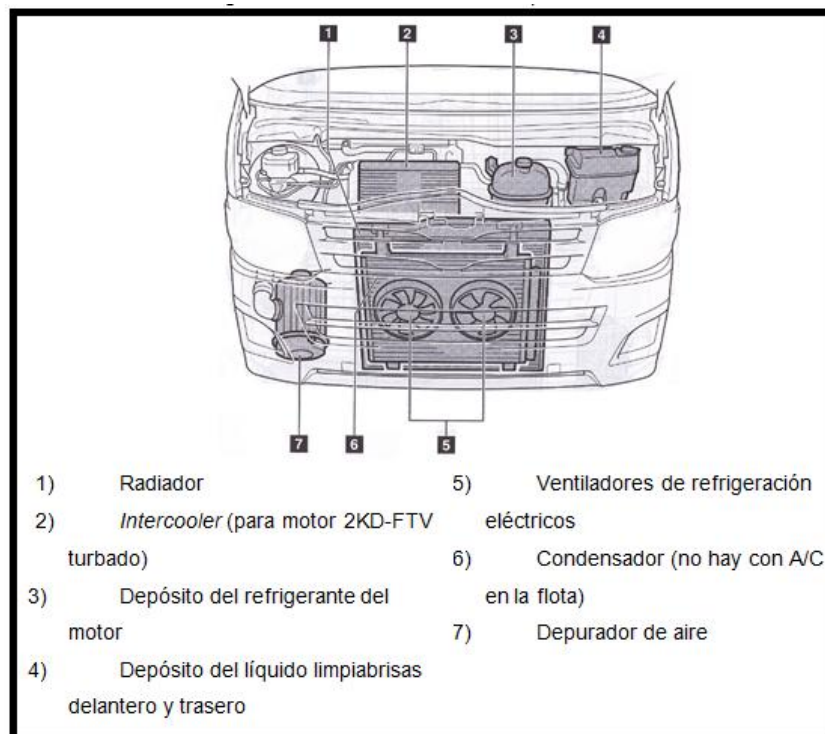
Tipo de servicio	Frecuencia de servicio	Valor estimado del servicio	Subtotal
1KD	Cada 2 500 km	Q 1 000,00	Q 40 000,00
2 KD	Cada 5 000 km	Q 2 000,00	Q 40 000,00
3 KD	Cada 20 000 km	Q 3 000,00	Q 15 000,00
4 KD	Cada 40 000 km	Q 4 000,00	Q 8 000,00
TOTAL en 100 000 km de servicio por vehículo			Q 103 000,00

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa.

4. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las indicaciones de mantenimiento deben seguirse rigurosamente, ya que el complejo mecanismo de un vehículo debe operar según su diseño. La ingeniería del fabricante establece las especificaciones exactas de operación y mantenimiento, por lo que trabajar fuera de estas condiciones daña el performance de esta bella sinfonía mecánica.

Figura 15. **Ubicación de los componentes básicos**



Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 352.

Especificaciones del motor

- Motor 5L-E:

4 cilindros en línea, 4 tiempos, diésel.

Cilindro con diámetro 99,5 mm y carrera 96,0 mm, cilindrada 2 986 cm³

Holgura de válvulas (motor frío) en admisión de 0,20 a 0,30 mm, en escape de 0,40 a 0,50 mm.

- Motor 2KD-FTV:

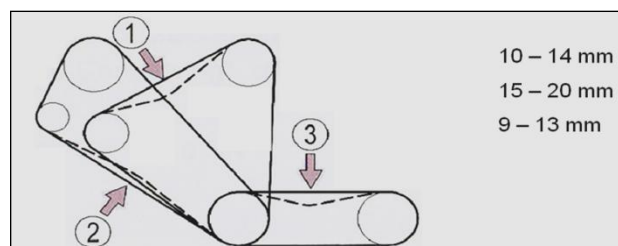
4 cilindros en línea, 4 tiempos, diésel, con turbocompresor.

Cilindro con diámetro 92,0 mm y carrera 93,8 mm, cilindrada 2 494 cm³

Holgura de válvulas (motor frío) en admisión de 0,20 a 0,30 mm, en escape de 0,35 a 0,45 mm.

La tensión de la correa de transmisión debe ser la adecuada. Las tensiones permitidas en esta correa de los motores 5L-E y 2KD-FTV están ilustradas en la figura 16.

Figura 16. **Tensión de correa de transmisión**

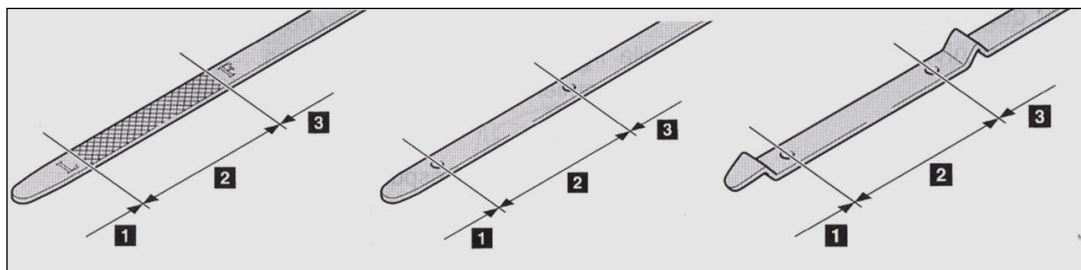


Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 465.

Esta desviación de la correa debe generarse con una fuerza de 98 N, la que se ejerce con un pulgar firme.

El aceite es un elemento crucial para el monitoreo del motor. Este lubricante debe ser medido por medio de una varilla y los tipos de varilla varían de motor a motor. Sin embargo, los niveles están indicados de la misma manera. El nivel 1 significa bajo, el nivel 2 es normal, y si excede al nivel 3 el nivel se considera excesivo. El consumo de aceite del motor puede variar de un motor a otro y a lo largo de su vida útil. El consumo de aceite puede ser de hasta 1 litro por cada 2 000 km en función del estilo de conducción y de las condiciones en las que se utilice el vehículo. En caso de los vehículos nuevos, pueden consumir más aceite. Esto sucede durante los primeros 5 000 km. También el conducir a altas velocidades y el acelerar y desacelerar constantemente provoca mayor consumo de aceite. En caso de que el vehículo consuma más de un litro cada 1 000 km es porque hay una avería dentro del mecanismo del motor.

Figura 17. **Medición del nivel de aceite**

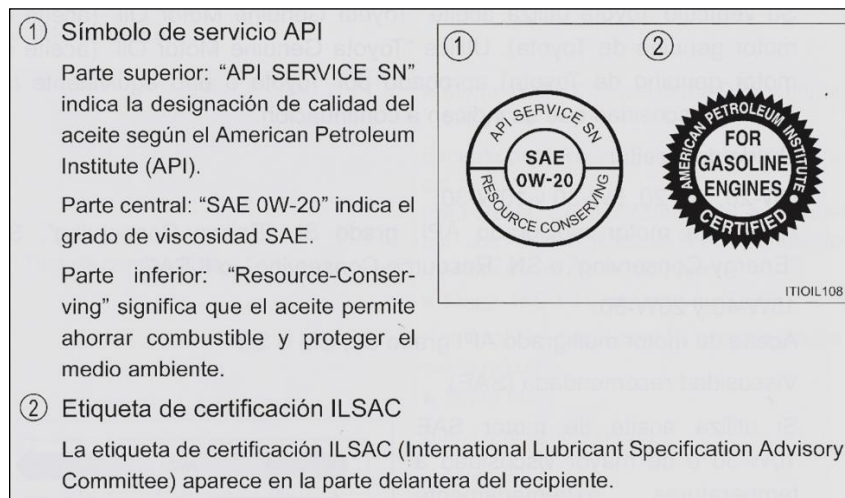


Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 354.

El aceite a utilizar debe estar dentro de las especificaciones. Los motores 5L-E y 2KD-FTV utilizan el mismo grado de aceite: API CF-4, CF, o ACEA B1.

También el API CE o CD están dentro de las especificaciones. La viscosidad SAE recomendada es 10W-30 a 20W-50 según los intervalos de temperatura de Guatemala.

Figura 18. **Símbolo de servicios API**



Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 468.

La capacidad del motor 5L-E es de 6,5 L incluyendo el filtro, y 5,7 L sin incluir el mismo. La capacidad del motor 2KD-FTV con filtro es de 6,2 L y sin filtro es de 6,0 L.

El refrigerante del motor es otro fluido que debe ser monitoreado constantemente. El nivel de dicho fluido es satisfactorio si se encuentra entre las líneas *full* y *low* del depósito cuando el motor está frío. La capacidad en un motor 5L-E sin calefacción es 12,3 L y con calefacción delantera es 13,3 L. El motor 2KD-FTV sin calefacción tiene una capacidad de 13,2 L y con calefacción delantera es de 14,2 L. Si el nivel está por debajo de la línea *low* puede que

sea necesario purgar aire después de añadir refrigerante. La figura 19 muestra el depósito y las marcas de llenado.

Figura 19. **Depósito del refrigerante**



Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 367.

Otros fluidos a monitorear son los lubricantes del diferencial, transmisión manual y embrague. El diferencial (catarina) utiliza aceite de engranajes hipoides API GL-5, con una viscosidad SAE 90. La capacidad es de 3,1 L para los modelos que se tienen en la flota. La transmisión manual (caja de cambios) utiliza aceite API GL-4 de engranajes para transmisión manual, con una viscosidad SAE 75W-90. Si no se utiliza el aceite con estas especificaciones se pueden provocar ruidos en los engranajes u otros daños. El embrague debe tener un juego libre del pedal de 5 – 15 mm, y 1 – 5 mm en el juego de la varilla de empuje. El lubricante que utiliza es un SAE J1703 o FMVSS N° 116 DOT 3.

4.1. Revisión del Manual de Operación Toyota Hiace

El programa de mantenimiento debe realizarse según los intervalos y la programación establecidos. Estos intervalos de mantenimiento preventivo están determinados por la lectura del cuentakilómetros o bien por el tiempo transcurrido desde la última revisión si no se han recorrido los kilómetros necesarios, tal y como viene indicado en el programa. Las tareas de mantenimiento posteriores al último periodo deberán realizarse con los mismos intervalos.

Con un mínimo de conocimientos mecánicos y de herramientas básicas de automóvil, muchas de las tareas de mantenimiento puede efectuarlas el conductor, o no necesariamente un experto en la mecánica. No obstante, es necesario tener en cuenta que ciertas tareas de mantenimiento requieren herramientas y conocimientos especiales. Por ello, es aconsejable que sean efectuadas por mecánicos especializados. En todo trabajo realizado al vehículo, es necesario llevar un registro del trabajo realizado, del estado en el que se encuentra, y de la fecha en que se realiza el trabajo. La referencia del plan de mantenimiento se basa en el *Manual del Propietario* sección 4-2 en las paginas 320 en adelante. El mantenimiento se basa en los siguientes criterios: estado de la carretera y condición de conducción. Las condiciones que se adecuan a la situación real que se enfrenta la flota es la siguiente:

- Estado de la carretera: carretera con baches, funcionamiento en carreteras polvorientas, y funcionamiento en carreteras en ambiente salino (aplica para ruta Puerto San José, Escuintla).
- Condiciones de conducción: en trayectos cortos frecuentes de menos de 8 km, conduciendo de forma prolongada a ralentí o a baja velocidad, y

conduciendo a alta velocidad (80 % o más del límite máximo de velocidad del vehículo) durante dos horas ininterrumpidamente (aplica para ruta a Puerto San José).

De acuerdo a estos criterios se determinan los parámetros de mantenimiento. Sin embargo, el manual antes mencionado debe ser consultado en caso de necesitarse más detalle sobre los materiales y procedimientos.

4.2. Procedimientos y bitácoras de inspección

Las operaciones de mantenimiento preventivo se indican en las casillas de las tablas siguientes de acuerdo al cuentakilómetros o a los meses con respecto al último servicio.

I: Inspeccionar, corregir o sustituir según sea necesario

R: Sustituir, cambiar o lubricar, según sea necesario

T: Ajustar al par especificado

Tabla V. **Mantenimiento a componentes básicos del motor**

Intervalo de servicio en función del kilometraje o tiempo, lo que suceda primero																	
Componentes básicos del motor																	
Cuentakilómetros x 1.000 km	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	MESES
Correa de distribución															R		Sustitución
Holgura de válvulas				I				I									48
Correas de transmisión:																	
Motor 2KD-FTV										I		I		I		I	72/12
Motor 5L-E		I		R		I		R		I		R		I		R	I: 24, R:48
Sistema de refrigeración y de calefacción				I				I									24
Aceite de motor	Sustitución cada 5 000 Km															6	
Filtro de aceite de motor	Sustitución cada 5 000 Km															12	
Refrigerante del motor				I				I				I				R	-
Tubos de escape y piezas de montaje		I		I		I		I		I		I		I		I	12

Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 322.

Tabla VI. Mantenimiento al sistema de encendido

Intervalo de servicio en función del kilometraje o tiempo, lo que suceda primero																	
Sistema de encendido																	
Cuentakilómetros x 1 000 km	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	MESES
Batería	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	12

Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 324.

Tabla VII. Mantenimiento al sistema de combustible

Intervalo de servicio en función del kilometraje o tiempo, lo que suceda primero																	
Sistema de combustible																	
Cuentakilómetros x 1 000 km	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	MESES
Acumulador del sedimentador de agua	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	12
Filtro del depurador de aire	I	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I:12, R:120
Humo diesel				I				I				I				I	48
Manguera de aceite de bomba de vacío (Motor 5L-E)		I		I		I		I		I		I		I		I	12
Tapón del depósito de combustible, tuberías de combustible y válvula de control del vapor de combustible				I				I		I		I		I		I	24/12 .

Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 326.

Tabla VIII. **Mantenimiento a chasis y carrocería**

Intervalo de servicio en función del kilometraje o tiempo, lo que suceda primero																	
Chasis y carrocería																	
Cuentakilómetros x 1.000 km	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	MESES
Pedal del freno y freno de estacionamiento	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	6
Forro de frenos y tambores		I		I		I		I		I		I		I		I	12
Pastillas y discos de los frenos	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	6
Líquido de frenos	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I:6, R:24
Líquido de embrague	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	6
freno		I		I		I		I		I		I		I		I	12
Bomba de vacío para servofreno	Revisar cada 200 000 Km; sustituir pala y nunca reutilizarla															-	
Líquido de la servodirección	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	6
Volante, varillaje y caja de engranajes		I		I		I		I		I		I		I		I	12
transmisión		T		T		T		T		T		T		T		T	12
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	6
Líquido de la transmisión manual				I				I				I				R	48
Aceite de engranaje diferencial		I		R		I		R		I		R		I		R	I:12, R:48
Neumáticos y presión de aire	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	6
Suspensión delantera y trasera		I		I		I		I		I		I		I		I	12
Todas las luces, claxon, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	6

Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 328.

Se propone un programa de mantenimiento implementado por un equipo de tres mecánicos liderados por un ingeniero mecánico. Más adelante se provee mayor información sobre el taller dentro de las instalaciones de DHL Express.

La garantía se estaría manteniendo durante los primeros 20 000 km de recorrido, y el resto de la vida útil se trabajaría en el taller interno. Durante los últimos 5 años no se ha tenido que reclamar la garantía por fallas que requieran un reclamo de la misma, por lo que estadísticamente se puede disminuir desde 100 000 km a 20 000 km la cobertura de la misma. De esta manera, los costos se reducirían drásticamente.

Tabla IX. **Estimado de costos del mantenimiento propuesto**

Tipo de servicio	Frecuencia de servicio	Valor del servicio	Subtotal
1KD	Cada 2 500 km	Q 1 000,00	Q 8 000,00
2 KD	Estos servicios se sustituyen a partir de los 20 000 km	Monto proyectado hasta los 100 000 km	Q 34 300,00
3 KD			
4 KD			
Total en 100 000 km de servicio por vehículo			Q 42 300,00

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta que la flota consiste en 29 vehículos, el costo de los servicios actualmente ascienden a Q 103 000,00 por vehículo, haciendo un total de Q 2 987 000,00 durante los primeros 100 000 km de recorrido. Según los registros del año 2014 se recorrieron 859 416 km, con una flota de 29 vehículos se obtiene un promedio de 29 532 km por vehículo cada año. Tomando en cuenta que la edad máxima de la flota es de 5 años y se proyectan 150 000 km de recorrido, el promedio de kilómetros recorridos es de 30 000 por año, muy cercano a lo registrado en el 2014. A continuación se presenta la tabla comparativa de los servicios en la actualidad con la propuesta dada durante los primeros 100 000 km.

Tabla X. **Estimado comparativo de costos**

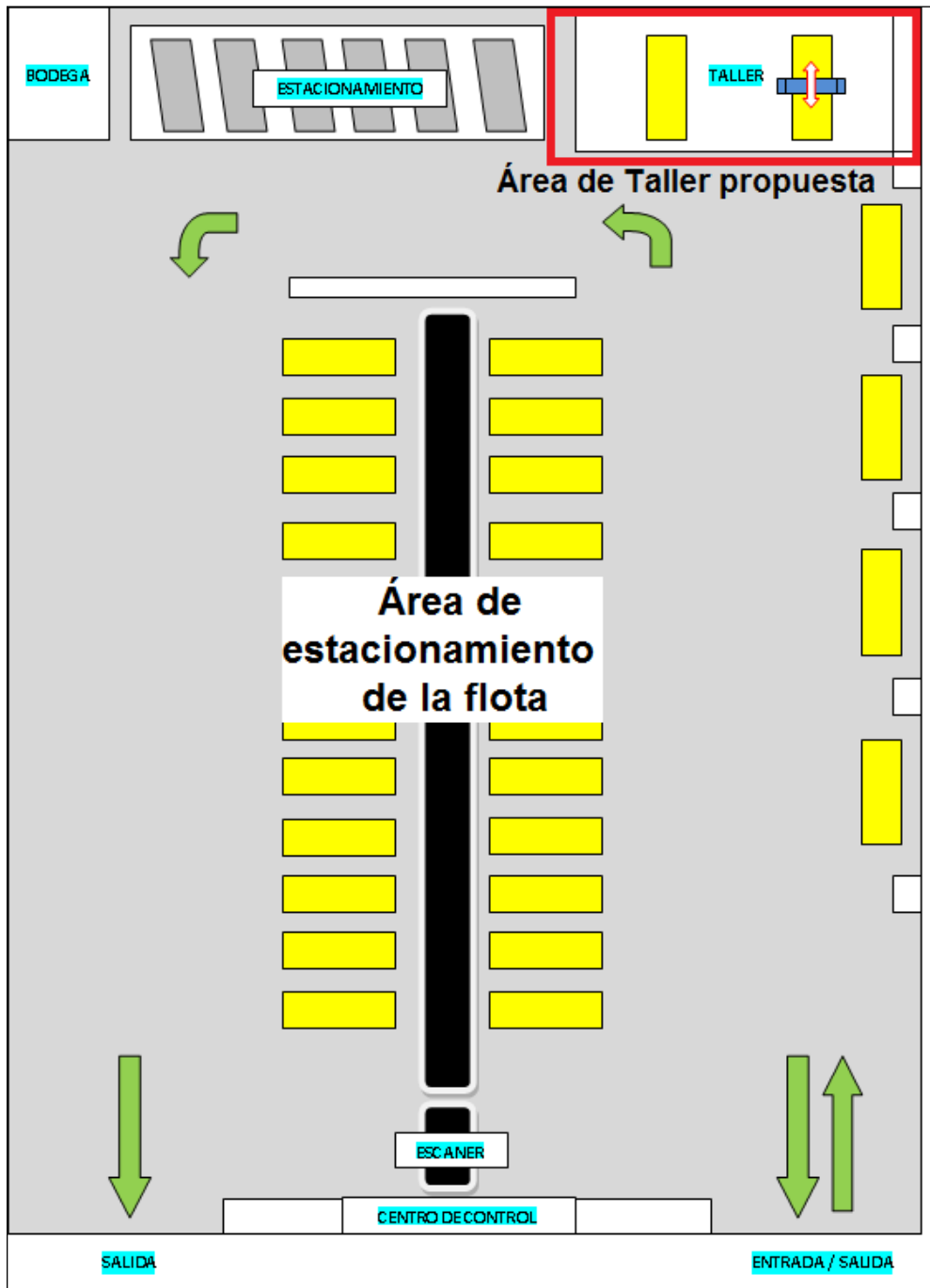
Servicio en agencia		Servicio en taller propio	
Cada vehículo	Flota	Cada vehículo	Flota
Q 103 000,00	Q 2 987 000,00	Q 42 300,00	Q 1 226 700,00

Fuente: elaboración propia.

El ahorro en el mantenimiento sería de Q 1 760 300,00 en el total de la flota durante los primeros 100 000 km. Esto estadísticamente sucede durante los primeros cuarenta meses de cada automóvil, siendo el ahorro Q 44 008,00 cada mes, ya que el monto del servicio en el programa propuesto está incluida la mano de obra y los lubricantes.

Se propone la implementación de un taller con la herramienta adecuada para realizar la inspección y reparación mecánica según sea el caso, con su debida señalización y zona de trabajo. Todo trabajo realizado debe ser fielmente documentado con su respectivo kilometraje.

Figura 20. Propuesta de ubicación del taller



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2007.

Para el procedimiento de inspección se sugiere la instalación de un elevador de dos columnas estratégicamente instalado, para facilitar el acceso a la parte inferior del vehículo, y además garantizar la seguridad del mecánico. Un elevador que podría funcionar perfectamente es el MAPOWER II 3.5 VP 251174, el cual está capacitado para elevar 3,5 toneladas, suficiente para las 3,2 que pesa en promedio la panel Toyota Hiace.

La descripción y especificaciones técnicas son las siguientes:

- Capacidad de carga de 3 500 kg
- 2 columnas con panel de control en una columna
- 2 brazos largos y dos brazos doble telescópicos
- Sistema de fijación de platos con distanciador

Figura 21. **Vista lateral de elevador**



Fuente: *Fahrzeug*. http://members.aon.at/ffelder/default_AM.html. Consulta: septiembre 2015.

Figura 22. **Vista frontal de elevador**



Fuente: *Fahrzeug*. http://members.aon.at/ffelder/default_AM.html. Consulta: septiembre 2015.

Figura 23. **Elevador instalado**



Fuente: *Fahrzeug*. http://members.aon.at/ffelder/default_AM.html. Consulta: septiembre 2015.

Tabla XI. **Datos técnicos del elevador**

Fusible lento	16 A
Peso propio	650 kg
Capacidad de carga	3500 kg
Potencia motriz por columna	3.0 kW
Embalaje: ancho	1150 mm
Embalaje: alto	670 mm
Embalaje: largo	3240 mm
Rango de extensión mínima de brazos cortos	660 mm
Rango de extensión mínima de brazos largos	920 mm
Ancho de paso	2430 mm
Ancho total	3420 mm
Altura de oscilación total de brazos de soporte	105 mm
Altura de elevación máxima	2000 mm
Altura de columnas	2950 mm
Tiempo de subida aproximado en función de carga	40 s
Tiempo de bajada en función de la carga	40 s
Tensión de red	400 V
Fases	3

Fuente: *Fahrzeug*. <http://members..espanol/t.html>. Consulta: septiembre 2015.

Los elementos generales a inspeccionar son los siguientes:

- Elementos externos: espejos y retrovisores, cámara y pantalla de retroceso, visibilidad y estado del parabrisas, platos de llantas, fijación de placas, estado de las etiquetas.
- Elementos internos: funcionamiento de las puertas, estado de la rejilla de seguridad, manecillas y perillas internas, mecanismos de cierre y candado, cinturones de seguridad, estado y fijación de las alfombras, bastidor y protector del piso.
- Sistema eléctrico: luces media, alta y baja, pivevías e intermitentes, luz de freno y retroceso, iluminación interna, y prueba del sistema de seguridad y activación de alarma.
- Holguras en el tren delantero, lubricación en cremalleras.
- Funcionalidad de la dirección para detectar si existen holguras.
- Suspensión y ejes: rótulas, amortiguadores y articulaciones.

Los elementos a inspeccionar bajo el capó son los siguientes:

- Con el motor en frío revisar el nivel de aceite.
- Verificar que el nivel esté dentro de los límites seguros para el funcionamiento, entre la marca de máximo y mínimo.
- Inspeccionar el nivel del refrigerante, puede ser a través del visor o, si el motor no está caliente, retirar la tapa del radiador y revisar que el nivel del mismo esté visible.
- Verificar el nivel del líquido de dirección asistida. Hay que comprobar que el nivel sea el adecuado, entre el mínimo y máximo indicado en el contenedor.
- Inspeccionar la tensión de las bandas del compartimiento del motor. La tensión de las siguientes bandas o correas pueden tener un juego de

hasta $\frac{3}{4}$ de pulgada o 1,90 centímetros en el centro de la banda. También se debe revisar si tienen grietas o están desgastadas. Las bandas son las siguientes: banda de la dirección asistida, banda de la bomba de agua, banda del alternador, y banda del compresor de aire en caso de tener aire acondicionado.

Al realizar una inspección o realizar un trabajo mecánico, se deben tomar las precauciones necesarias para evitar daños a la integridad física. La figura 24 indica algunas advertencias para acentuar la importancia de la seguridad en el taller.

Figura 24. **Símbolos de seguridad**

	No fumar, no exponer a llamas directas, no exponer a chispas		Ácido de la batería
	Protéjase los ojos		Siga las instrucciones de manipulación
	Mantener fuera del alcance de los niños		Gas explosivo

Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 364.

La vestimenta de los mecánicos juega un papel importante en la seguridad. Estos deberán utilizar botas con punta de acero, calzado protector hecho con acero reforzado en el área de los dedos, diseñado para prevenir heridas en los pies cuando caen objetos pesados. Al trabajar con la batería deben protegerse los ojos, utilizar guantes de protección si se es alérgico al ácido de batería al momento de manipular la misma. Tomar en cuenta que al provocarse un corto circuito con la batería, el cable puede elevar su

temperatura muy rápidamente y provocar quemadura. También las chispas pueden provocar daños en los ojos si no se tienen protegidos. Los guantes deben usarse siempre que manipule químicos u objetos afilados.

También un punto importante es la seguridad al trabajar debajo del vehículo. El elevador viene a minimizar los riesgos con respecto a trabajar con el vehículo elevado. En caso de trabajar debajo del mismo sin utilizar el elevador, es necesario utilizar borriquetes apoyando el vehículo en una zona sólida y en puntos con área adecuada. Es indispensable el uso de calzos o cuñas en al menos dos llantas como se muestra en la figura 25.

Figura 25. **Borriquetes y cuñas de seguridad**



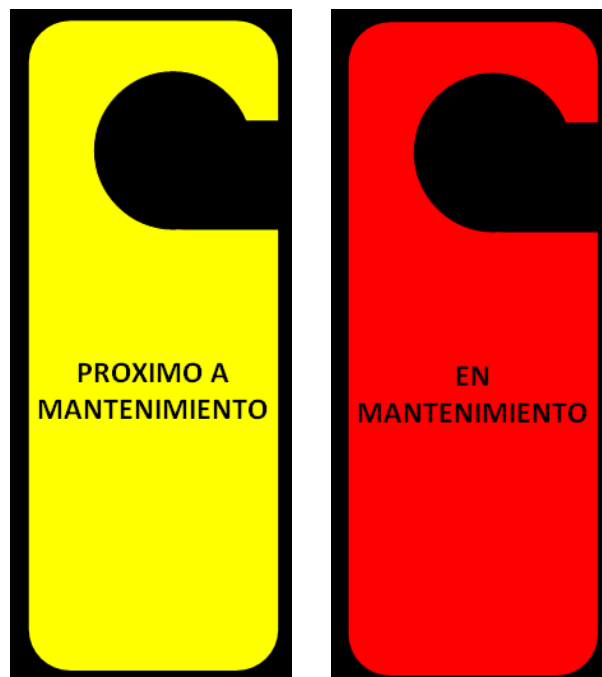
Fuente: *Soporte para coche*. <http://www.mipropiaenergia.es/005-t-3-t-2-borriquetas-mannesmann-217-p.asp>. Consulta: agosto de 2015.

Es importante que el piso del taller cuente con una base antideslizante. Usualmente los calzos son de caucho, lo que aumenta el coeficiente de fricción. Sin embargo, las cuñas pueden ser de madera, pero nunca utilizar material frágil y quebradizo.

El etiquetado es una práctica muy buena. Es un método para proteger a los empleados contra la puesta en marcha accidental de una máquina mediante el bloqueo y etiquetado apropiado de las máquinas que están sometidas a mantenimiento. Esto se aplica al equipo como el elevador y equipo neumático, puede fijarse de manera segura a una máquina o fuente de energía para alertar a los empleados que el equipo no debe operarse hasta que se retire la etiqueta.

También se debe etiquetar las pánles que están programadas para mantenimiento, y las que están recibiendo mantenimiento. El marbete amarillo se le coloca al vehículo que recibirá mantenimiento durante esa semana con el cuentakilómetros cercano al servicio, mientras que el marbete rojo se le coloca cuando ya haya ingresado al taller y se encuentre totalmente fuera de flota.

Figura 26. **Propuesta de marbetes de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2007.

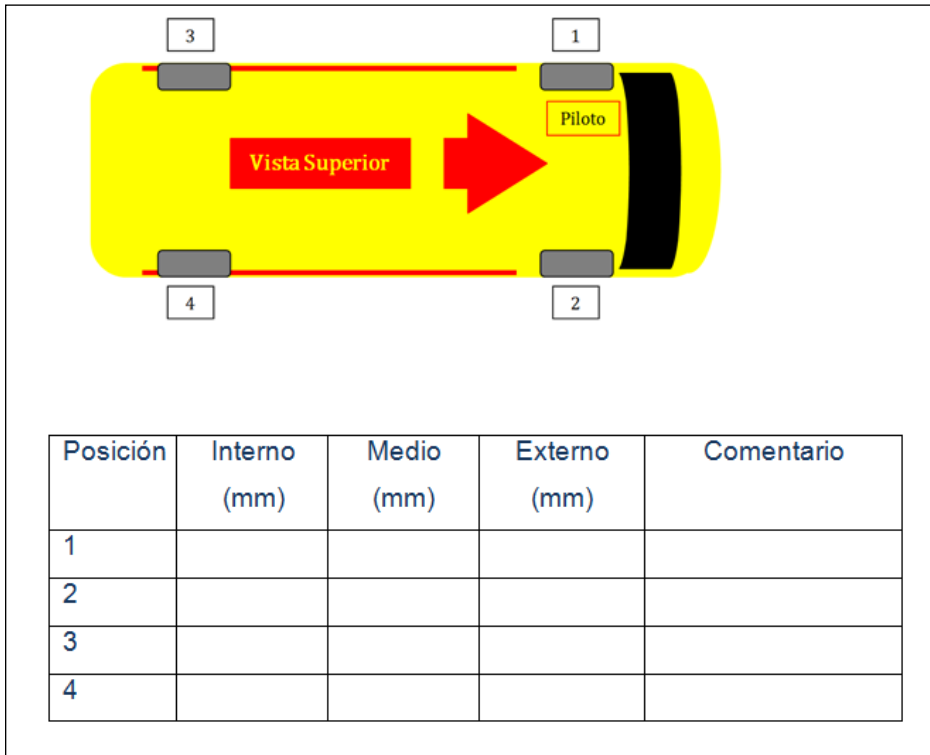
También se deben rotular el equipo y las herramientas para mantener un orden en el taller, con la respectiva ubicación de las piezas, repuestos y lubricantes.

Para llevar un control de la inspección, se precisa un listado de los procedimientos y actividades a realizar. La bitácora general propuesta se detalla en la figura 27. En la parte frontal se encuentra todo lo relacionado al motor y chasis, y en la parte dorsal todo lo relacionado a los neumáticos y la rotación de los mismos.

Figura 27. Bitácora de inspección

BITÁCORA GENERAL DE MANTENIMIENTO	MECÁNICO:			
	KILOMETRAJE	FECHA	UNIDAD	PLACA
Ficha Técnica Taller DHL Express				
TRABAJO A REALIZAR	OBSERVACIONES			
Correa de distribución				
Holgura de válvulas				
Correas de transmisión:				
Motor 2KD-FTV				
Motor 5L-E				
Sistema de refrigeración y de calefacción				
Refrigerante del motor				
Tubos de escape y piezas de montaje				
Batería				
Acumulador del sedimentador de agua				
Filtro del depurador de aire				
Humo diesel				
Manguera de aceite de bomba de vacío (Motor 5L-E)				
Tapón del depósito de combustible, tuberías de combustible y válvula de control del vapor de combustible				
Pedal del freno y freno de estacionamiento				
Forro de frenos y tambores				
Pastillas y discos de los frenos				
Líquido de frenos				
Líquido de embrague				
Tubos y mangueras de los latiguillos de freno				
Líquido de la servodirección				
Volante, varillaje y caja de engranajes				
Pernos de apriete del árbol de transmisión				
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo				
Líquido de la transmisión manual				
Aceite de engranaje diferencial				
Neumáticos y presión de aire				
Suspensión delantera y trasera				
Todas las luces, claxon, limpiaparabrisas y lavaparabrisas				
otros				
FIRMA	AUTORIZACION			

Continuación de la figura 27.



Fuente: elaboración propia.

Se realizan tres mediciones por cada llanta. Esto es para detectar alguna desalineación o desperfecto de la llanta. Este cuadro también va en el dorso de la bitácora, y es el indicador de rotación de llantas o de alineación y balanceo.

Se recomienda la compra de un programa de mantenimiento vehicular. Sin embargo, la base de datos se puede llevar en una hoja de cálculo. Actualmente, DHL Express cuenta con una base de datos engorrosa, y los datos no están del todo unificados. Esto impide una visibilidad completa de las carencias de la flota. Si no se cuenta con el programa profesional de mantenimiento, como mínimo se debe encargar un documento de cálculo o programa informático que

localice rápidamente los datos que necesite, que tenga una interfaz sencilla y que ofrezca seguridad.

El ingreso de datos lo debería realizar el ingeniero a cargo, quien actualizará el programa diariamente, dependiendo de los servicios realizados. De esta manera se garantiza un mejor control, y veracidad en los datos.

4.3. Calendarización de servicios

La programación de los servicios mayores y menores estará basada en el kilometraje registrado dos veces por semana. De esta manera se tendrá el tiempo aproximado para interceptar un servicio con un error máximo de 250 km para el promedio de la flota.

La siguiente calendarización no incluye los servicios cada 5 000 km los cuales se realizarán con precisión y únicamente se sustituye el aceite y el filtro de aceite. El análisis de aceite se realizará en cada servicio mayor. Este análisis se puede negociar con los proveedores de lubricante, ya que usualmente tienen los laboratorios para ello, y lo brindan como una regalía por consumo.

Tabla XII. **Servicio menor 10 K**

SERVICIO A LOS 10 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Inspección
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XIII. **Servicio menor 20 K**

SERVICIO A LOS 20 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Reparación/sustitución
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección/ajuste
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Correas de transmisión únicamente para motor 5L-E	Inspección
Tubos de escape y piezas de montaje	Inspección
Manguera de aceite de bomba de vacío (motor 5L-E)	Inspección
Forro de frenos y tambores	Inspección
Tubos y mangueras de los latiguillos de freno	Inspección
Volante, varillaje y caja de engranajes	Inspección
Pernos de apriete del árbol de transmisión	Ajustar al par especificado
Aceite de engranaje diferencial	Inspección
Suspensión delantera y trasera	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XIV. **Servicio menor 30 K**

SERVICIO A LOS 30 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Inspección
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XV. **Servicio mayor 40 K**

SERVICIO A LOS 40 000 km	Servicio mayor
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Reparación/sustitución
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección/ajuste
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Reparación/sustitución
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Correas de transmisión únicamente para motor 5L-E	Sustitución
Tubos de escape y piezas de montaje	Inspección
Manguera de aceite de bomba de vacío (motor 5L-E)	Inspección
Forro de frenos y tambores	Inspección
Tubos y mangueras de los latiguillos de freno	Inspección
Volante, varillaje y caja de engranajes	Inspección
Pernos de apriete del árbol de transmisión	Ajustar al par especificado
Aceite de engranaje diferencial	Sustitución
Suspensión delantera y trasera	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución
Líquido de la transmisión manual	Inspección
Holgura de válvulas	Inspección
Refrigerante del motor	Inspección
Humo diésel	Inspección
Tapón del combustible, tuberías de combustible y válvula de control del vapor de combustible	Inspección
Lavado de motor y <i>flushing</i>	Lubricación
Análisis de aceite	Laboratorio

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XVI. **Servicio menor 50 K**

SERVICIO A LOS 50 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Inspección
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XVII. **Servicio menor 60 K**

SERVICIO A LOS 60 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Reparación/ sustitución
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección/ajuste
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Correas de transmisión únicamente para motor 5L-E	Inspección
Tubos de escape y piezas de montaje	Inspección
Manguera de aceite de bomba de vacío (motor 5L-E)	Inspección
Forro de frenos y tambores	Inspección
Tubos y mangueras de los latiguillos de freno	Inspección
Volante, varillaje y caja de engranajes	Inspección
Pernos de apriete del árbol de transmisión	Ajustar al par especificado
Aceite de engranaje diferencial	Inspección
Suspensión delantera y trasera	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XVIII. **Servicio menor 70 K**

SERVICIO A LOS 70 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Inspección
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XIX. Servicio mayor 80 K

SERVICIO A LOS 80 000 km	Servicio mayor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Reparación/sustitución
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección/ajuste
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Reparación/sustitución
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Correas de transmisión sólo para motor 5L-E	Sustitución
Tubos de escape y piezas de montaje	Inspección
Manguera aceite de bomba de vacío (motor 5L-E)	Inspección
Forro de frenos y tambores	Inspección
Tubos y mangueras de los latiguillos de freno	Inspección
Volante, varillaje y caja de engranajes	Inspección
Pernos de apriete del árbol de transmisión	Ajustar al par especificado
Aceite de engranaje diferencial	Sustitución
Suspensión delantera y trasera	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución
Líquido de la transmisión manual	Inspección
Holgura de válvulas	Inspección
Refrigerante del motor	Inspección
Humo diésel	Inspección
Tapón del combustible, tuberías de combustible y válvula de control del vapor de combustible	Inspección
Lavado de motor y <i>flushing</i>	Lubricación
Análisis de aceite	Laboratorio

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XX. **Servicio menor 90 K**

SERVICIO A LOS 90 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Inspección
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XXI. **Servicio menor 100 K**

SERVICIO A LOS 100 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Reparación/sustitución
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección/ajuste
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Correas de transmisión únicamente para motor 2KD-FTV	Inspección
Correas de transmisión únicamente para motor 5L-E	Inspección
Tubos de escape y piezas de montaje	Inspección
Manguera de aceite de bomba de vacío (motor 5L-E)	Inspección
Forro de frenos y tambores	Inspección
Tubos y mangueras de los latiguillos de freno	Inspección
Volante, varillaje y caja de engranajes	Inspección
Pernos de apriete del árbol de transmisión	Ajustar al par especificado
Aceite de engranaje diferencial	Sustitución
Suspensión delantera y trasera	Sustitución
Aceite de motor	Reparación/sustitución
Filtro de aceite de motor	Reparación/sustitución
Tapón del combustible, tuberías de combustible y válvula de control del vapor de combustible	Inspección

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XXII. **Servicio menor 110 K**

SERVICIO A LOS 110 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Inspección
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Aceite de motor	Reparación/sustitución
Filtro de aceite de motor	Reparación/sustitución

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XXIII.

Servicio mayor 120 K

SERVICIO A LOS 120 000 km	Servicio mayor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Reparación/sustitución
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección/ajuste
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Reparación/sustitución
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Correas de transmisión sólo para motor 2KD-FTV	Inspección
Correas de transmisión sólo para motor 5L-E	Sustitución
Tubos de escape y piezas de montaje	Inspección
Manguera aceite de bomba de vacío (motor 5L-E)	Inspección
Forro de frenos y tambores	Inspección
Tubos y mangueras de los latiguillos de freno	Inspección
Volante, varillaje y caja de engranajes	Inspección
Pernos de apriete del árbol de transmisión	Ajustar al par especificado
Aceite de engranaje diferencial	Sustitución
Suspensión delantera y trasera	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución
Líquido de la transmisión manual	Inspección
Holgura de válvulas	Inspección
Refrigerante del motor	Inspección
Humo diésel	Inspección
Tapón del combustible, tuberías de combustible y válvula de control del vapor de combustible	Inspección
Lavado de motor y <i>flushing</i>	Lubricación
Análisis de aceite	Laboratorio

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XXIV. **Servicio menor 130 K**

SERVICIO A LOS 130 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Inspección
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Aceite de motor	Reparación/sustitución
Filtro de aceite de motor	Reparación/sustitución

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XXV. **Servicio menor 140 K**

SERVICIO A LOS 140 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Reparación/sustitución
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección/ajuste
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Correas de transmisión únicamente para motor 2KD-FTV	Inspección
Correas de transmisión únicamente para motor 5L-E	Inspección
Tubos de escape y piezas de montaje	Inspección
Manguera de aceite de bomba de vacío (motor 5L-E)	Inspección
Forro de frenos y tambores	Inspección
Tubos y mangueras de los latiguillos de freno	Inspección
Volante, varillaje y caja de engranajes	Inspección
Pernos de apriete del árbol de transmisión	Ajustar al par especificado
Aceite de engranaje diferencial	Sustitución
Suspensión delantera y trasera	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución
Tapón del depósito de combustible, tuberías de combustible y válvula de control del vapor de combustible	Inspección

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

Tabla XXVI. **Servicio menor 150 K**

SERVICIO A LOS 150 000 km	Servicio menor
Batería	Inspección
Acumulador del sedimentador de agua	Inspección
Filtro del depurador de aire	Inspección
Pedal del freno y freno de estacionamiento	Inspección
Pastillas y discos de los frenos	Inspección
Líquido de frenos	Inspección
Líquido de embrague	Inspección
Líquido de la servodirección	Inspección
Juntas esféricas de la suspensión y cubierta antipolvo	Inspección
Neumáticos y presión de aire	Inspección
Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavaparabrisas	Inspección
Aceite de motor	Sustitución
Filtro de aceite de motor	Sustitución
Correa de distribución	Sustitución
Filtro del depurador de aire	Reparación/sustitución
Análisis de aceite (Opcional)	Laboratorio

Fuente: elaboración propia, con datos del manual del propietario Hiace.

4.3.1. **Servicios menores**

Están distribuidos en los kilometrajes siguientes según la propuesta de mantenimiento preventivo:

Tabla XXVII. **Detalle de servicios menores**

KILOMETRAJE	PRESUPUESTO	
Antes de 20 000 km	Q 8 000,00	Realizado en la concesionaria Toyota

Continuación de la tabla XVII.

20 000 km	Q 1 900,00	Q 28 500,00 Presupuesto proyectado para los primeros 100 000 km en servicios menores para cada vehículo
25 000 km	Q 1 900,00	
30 000 km	Q 1 900,00	
35 000 km	Q 1 900,00	
45 000 km	Q 1 900,00	
50 000 km	Q 1 900,00	
55 000 km	Q 1 900,00	
60 000 km	Q 1 900,00	
65 000 km	Q 1 900,00	
70 000 km	Q 1 900,00	
75 000 km	Q 1 900,00	
85 000 km	Q 1 900,00	
90 000 km	Q 1 900,00	
95 000 km	Q 1 900,00	
100 000 km	Q 1 900,00	Q 13 300,00 Continuidad del programa de mantenimiento preventivo
105 000 km	Q 1 900,00	
110 000 km	Q 1 900,00	
115 000 km	Q 1 900,00	
130 000 km	Q 1 900,00	
135 000 km	Q 1 900,00	
145 000 km	Q 1 900,00	
150 000 km	Q 1 900,00	

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Servicios mayores

Se aplican de acuerdo al cronograma según recorrido. El presupuesto para estos servicios se detalla en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. **Detalle servicios mayores**

KILOMETRAJE	PRESUPUESTO	
40 000 km	Q 2 900,00	Q 5 800,00 Presupuesto asignado a Servicios Mayores
80 000 km	Q 2 900,00	
120 000 km	Q 2 900,00	Q 5 800,00 Continuidad del programa de mantenimiento preventivo
150 000 km	Q 2 900,00	

Fuente: elaboración propia.

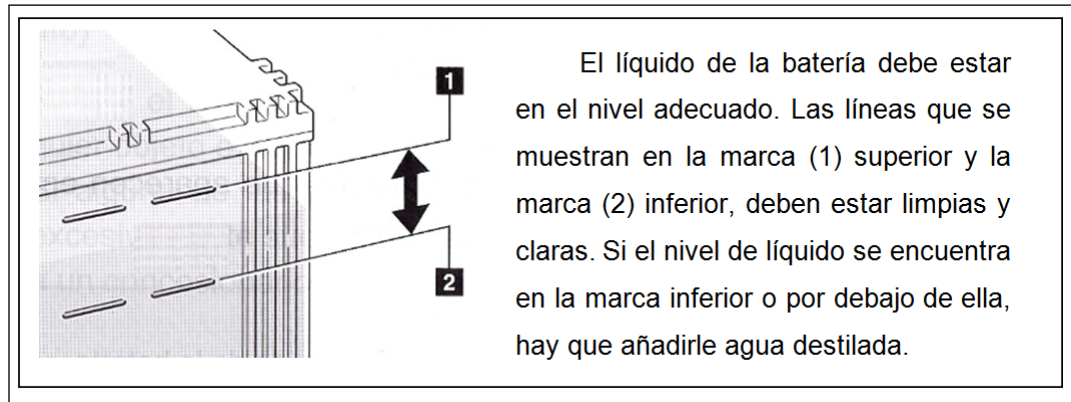
4.4. **Manual de consejos y recomendaciones**

Las recomendaciones están dadas por el fabricante en el manual del propietario. A continuación se resumen las recomendaciones para un buen mantenimiento preventivo.

Al trabajar en mecánica la integridad física se puede ver amenazada, por lo que se enfatiza en la seguridad. El compartimiento del motor y el compartimiento bajo el capó contienen mecanismos y fluidos que pueden moverse bruscamente, calentarse o cargarse de electricidad. Las manos, ropa y herramientas deben estar lejos del ventilador y correa de transmisión del motor en movimiento.

La batería y alternador son elementos importantes en el mantenimiento preventivo. Para maximizar el tiempo de la batería, es necesario incluir la mima en el programa de mantenimiento preventivo. Al trabajar con la batería, los símbolos son una guía para la adecuada intervención. Al inspeccionar el exterior los bornes deben estar limpios de cualquier signo de corrosión, y no debe haber conexiones sueltas, sin grietas ni abrazaderas sin apretar.

Figura 28. **Nivel de electrolitos de batería**

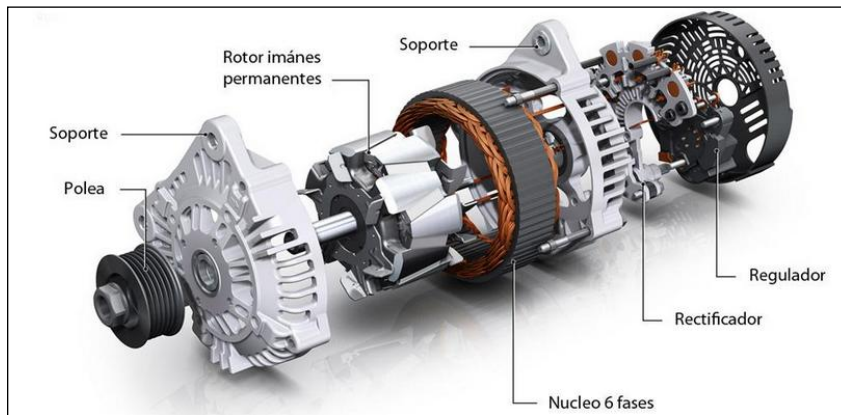


Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 362.

La batería, junto con el motor de arranque y el alternador, forman el circuito de carga del vehículo. Cuando el motor se pone en marcha, la batería genera una descarga equivalente a una chispa de 15 000 voltios.

Posteriormente, el alternador genera la energía que se almacena en la batería para dar servicio. También hay que tener en cuenta que las baterías para los vehículos diésel suelen ser ligeramente mayores que las de gasolina. Esto se debe a que necesitan mayor potencia para poder arrancar el motor, el cual, además de tener elementos más robustos, y por tanto más pesados, su relación de compresión también es mayor, por lo que la resistencia inicial es grande. Se necesitan circular al menos 10 km para recuperar la energía necesaria para arrancar el vehículo. Por ello, los pequeños trayectos son los que más dañan la batería, ya que no permiten que se recargue la batería en su totalidad.

Figura 29. Interior de un alternador



Fuente: *Fallos frecuentes del alternador*. <http://www.ro-des.com/mecanica-/alternador-del-coche-que-es-y-averias-frecuentes/>. Consulta: julio de 2015.

Para maximizar el tiempo de vida útil de la batería hay que cuidar el estado del alternador, ya que este se encarga de transformar energía mecánica en eléctrica. Si un alternador no genera suficiente energía, este no recarga correctamente la batería. De la misma forma si un alternador produce demasiada energía, este sobrecarga la batería produciendo un desgaste prematuro. Por ello, es necesario apegarse a la indicación del alternador de diseño. De esta manera, se garantiza que la relación de la batería con el alternador sea la adecuada. Es pertinente realizar una revisión del funcionamiento del alternador con un multímetro en casos de sospecha.

La forma de conducción es una variable que incide en el rendimiento de un vehículo. Esta también está estrechamente relacionada con la vida útil del mismo. La integridad del mecanismo y el consumo de combustible se pueden proteger de acuerdo al estilo de conducción. El ahorro del combustible puede ascender desde un 10 a un 15 % adoptando un estilo previsor y económico. El motor consume gran parte del combustible cuando se acelera. Si se conduce de

forma previsor, se tendrá que frenar menos y, por consiguiente, también se tendrá que acelerar menos. Es necesario aprovechar la inercia del vehículo siempre que sea posible, por ejemplo, cuando se puede ver el semáforo en rojo en la siguiente esquina. Tampoco se debe pisar los pedales del acelerador y del freno al mismo tiempo durante la marcha, ya que esto limita el par motor. Hay que evitar cambiar de marcha (velocidad) sin pisar a fondo el pedal del embrague.

Después de cambiar de marcha, no se debe soltar el pedal del embrague bruscamente. Puede danar el embrague, la transmisión y las marchas (caja de velocidades). Algunas recomendaciones para evitar danos al embrague se presentan a continuación.

- No dejar el pie sobre el pedal del embrague durante la conducción.
- Utilizar solamente la primera marcha al arrancar e iniciar la marcha para no forzar el embrague.
- No utilizar el embrague para sujetar el vehículo cuando est parado en una pendiente ascendente. Hay que sujetarlo con el freno de mano.
- No colocar la palanca de cambios en reversa mientras el vehículo todavía se encuentre en movimiento. Esto dana el embrague, la transmisión y la caja de velocidades.

Para evitar danos en los componentes de la servodirección, es necesario evitar topar el volante al giro máximo en ambos sentidos por tiempo prolongado. Esto puede danar la bomba de la servodirección.

El motor 2KD-FTV necesita quedarse al ralenti inmediatamente después de conducir a gran velocidad o por pendientes. Hay que detener la marcha del motor únicamente cuando el turbocompresor se haya enfriado. En cualquier

motor, es necesario evitar acelerar demasiado cuando la palanca de cambios está en neutro.

Por último se recomienda especial atención a los neumáticos. La rodadura de un vehículo provoca fricción entre el neumático y el pavimento. Esta fricción se ve aumentada cuando existe una presión de aire inadecuada. Cuando falta presión al neumático, el vehículo puede consumir hasta un 10 % más de combustible, por lo que mantener las 51 psi en las cuatro ruedas es lo más sensato. En la figura 30 se observa la geometría de la rodadura a diferentes presiones, y los diferentes tipos de desgaste y la causa de cada una. Para evitar dicho desgaste es aconsejable rotar las llantas, no sin antes reparar la causa de dicho desperfecto.

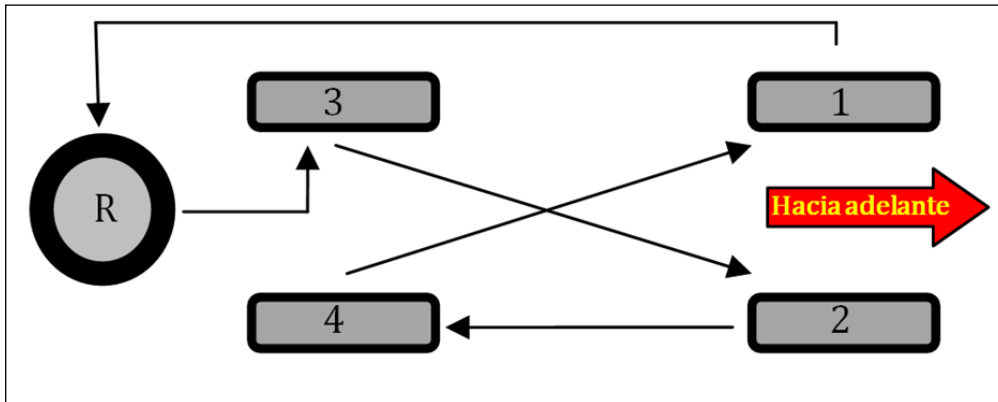
Figura 30. **Desgaste de los neumáticos**



Fuente: *La importancia de los neumáticos*. <http://ahorainternet.net/gestion-de-vehiculos/wordpress/?tag=neumaticos-2>. Consulta: agosto de 2015.

Se recomienda también rotar las llantas como muestra la figura 31, tomando en cuenta la llanta de repuesto. Según el manual, lo recomendado es cada 5 000 km. El tiempo de vida útil de un neumático es de 6 años. Posterior a este tiempo, es preferible cambiarlos incluso si no presenta daños evidentes.

Figura 31. Rotación de neumáticos



Fuente: Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario*. p. 389.

El desgaste permitido para operar dentro de límites de seguridad es de 2 mm. Sin embargo, durante el invierno es necesario tener la banda de rodadura con una labor de 4 mm de profundidad. La eficacia de los neumáticos para la conducción en invierno será nula si es menor a dicha profundidad.

CONCLUSIONES

1. El programa desarrollado detalla las tareas de mantenimiento preventivo aplicado a una flota de vehículos Hiace de la marca Toyota; este explica las tareas, plazos en tiempo recomendados, recambios a realizar; en general, efectúa tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.
2. Se detalló el concepto de mantenimiento, los diferentes tipos y los objetivos de cada uno. El mantenimiento preventivo es el desarrollado en este trabajo, el cual busca prevenir averías de acuerdo a las indicaciones del fabricante.
3. Al consultar los registros de operación de cada vehículo, se obtuvo el rendimiento de la flota en general, así como el kilometraje promedio anual. De esta manera se pudo determinar que los servicios se espacian cada dos meses a cada vehículo, por lo que, como mínimo habrán 15 servicios cada mes.
4. Se realizó una búsqueda en la base de datos, observando un alto costo *versus* los beneficios de la garantía. En los archivos no hay registro de fallas que ameriten el reclamo de la garantía, por lo que estadísticamente el vehículo es totalmente confiable pudiendo reducir los servicios en la agencia hasta los 20 000 km.

5. A través de una calendarización de los servicios mayores y menores de acuerdo al kilometraje, se determinó que los servicios menores se aplican cada 5 000 km y los mayores cada 40 000 km, incluyendo un análisis de aceite.

RECOMENDACIONES

1. Para que el programa de mantenimiento preventivo pueda alcanzar el objetivo propuesto, es necesario apegarse estrictamente a las indicaciones, y que haya un seguimiento continuo y responsable. Los resultados son observables a mediano y largo plazo, por lo que el programa a falta de continuidad fracasará y los costos serán altos.
2. Para obtener resultados satisfactorios y completos es necesario llevar los registros correspondientes en los cuadros propuestos, y actualizar diariamente el programa u hoja de cálculo. Esta herramienta provee un campo de visión global de la flota, y muestra gráficamente los análisis.
3. El programa puede ser revisado cada seis meses, y en algunos casos será necesario agregar o modificar algunas prácticas para mejora continua. Con el plan en marcha, los indicadores como frecuencias, tiempos, y fallas comunes, brindarán retroalimentación sobre algunas tendencias no tomadas en cuenta en el programa.
4. Es necesario ajustes y modificaciones en los presupuestos para las actividades de mantenimiento preventivo, estos deben incluir los costos indirectos, y algunos análisis y reparaciones fuera de la capacidad interna.

5. Tomar en cuenta la propuesta del taller interno, donde se puede cubrir la totalidad de las exigencias del mantenimiento preventivo e incluso superar los servicios. De esta manera, el presupuesto dedicado al mantenimiento puede disminuir drásticamente, con un ahorro aproximado de Q 50 000,00 mensuales.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARIZAES SEMPÉ, Roberto Carlos. *Elaboración de programa de mantenimiento preventivo de las unidades de transporte local de DHL Global Forwarding*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2010. 79 p.
2. DE VITA, Yiovanina. *Aditivos para lubricantes para motores a gasolina*. Venezuela: Universidad de los Andes, Escuela de Ingeniería Química. 1995. 98 p.
3. ESTEBAN VISO. *Consejos para conservar la batería en buen estado*. [en línea] <http://www.circulaseguro.com/consejos-para-conservar-la-bateria-en-buen-estado/>. [Consulta: 23 de abril de 2015].
4. GIRÓN CHEW, Edwin Omar. *Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para los vehículos del Gremial de Transportistas de Cemento*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2006. 122 p.
5. Goulds Pumps. *Installation, operation and maintenance manual*. ANSI Family Form No. ANSIFAM IOM 99, ITT Industries. [en línea]: <http://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=goulds+pumps+operation+and+maintenance&ie=UTF-8&oe=UTF-8>. [Consulta: 3 de abril de 2015].

6. KATES, Edgar J., LUCK, William E. *Motores diésel y de gas de alta compresión*. España: Reverte, 2002. 181 p.
7. *Las cuñas de estabilización*. Mundo Rescate. [en línea] <http://mundorescate.blogspot.com/2012/02/las-cunas-de-estabilizacion.html>. [Consulta: 10 de mayo de 2015].
8. *Manual de especificaciones Hiace Toyota New Zeland Web Brochure*. [en línea] <http://www.toyota.co.nz/Global/Hiace/hiace-web-brochure-SB319-April-2014.pdf>. [Consulta: 9 de agosto de 2015].
9. MASCHINENBAU HALDENWANG GMBH. *Elevador de dos columnas*. [en línea] <http://www.maha.de/elevador-de-dos-columnas-mapower-ii-3-5.htm> [Consulta: 23 de abril de 2015].
10. Medir la profundidad de la banda de rodamiento, Tire Rack. [en línea]: <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=148&ln=sp> [Consulta: 12 de abril de 2015].
11. MORA GUTIÉRREZ, Alberto. *Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios*. Colombia: A. M. 2006. 269 p.
12. SALGUERO MORALES, Haroldo René. *Proceso de gestión de calidad en mantenimiento preventivo*. Trabajo de graduación de Maestría en Mantenimiento. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2007. 182 p.

13. *Seguridad para el trabajo mecánico*. Tooling U. [en línea]
<http://www.toolingu.com/class561105seguridadparaeltrabajoecanico1-0-5.html> [Consulta: 18 de mayo de 2015].
14. Sistema de refrigeración del automóvil; Hyper Physics. [en línea]
<http://hyperphysics.phyastr.gsu.edu/hbasees/thermo/autocool.html>
[Consulta: 5 de abril de 2015].
15. Toyota Motor Corporation. *Manual del propietario Hiace*. Japón: No. OM26827S 01-1312-00. 2013. 462 p.

