



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

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONES DE
SERVICIO PESADO DE LA UNIDAD DE CONVOYES DE LA
SECRETARÍA DE COORDINACIÓN EJECUTIVA DE LA
PRESIDENCIA**

**LEONIDAS DANIEL GUZMÁN HIDALGO
Asesorado por Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres**

Guatemala, septiembre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONES DE
SERVICIO PESADO DE LA UNIDAD DE CONVOYES DE LA
SECRETARÍA DE COORDINACIÓN EJECUTIVA DE LA
PRESIDENCIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LEONIDAS DANIEL GUZMÁN HIDALGO

ASESORADO POR Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

NÒMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos.
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahàn Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada.
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz.
VOCAL V	Elisa Yazminda Vides Leiva.
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Vèliz Vargas.

TRIBUNAL QUE PRACTICÒ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuells Milson
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
EXAMINADOR	Ing. Pablo Rodolfo Zúñiga Ramírez
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Arrivillaga Ramazinni

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo 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 PARA CAMIONES DE SERVICIO PESADO DE LA UNIDAD DE CONVOYES DE LA SECRETARÍA DE COORDINACIÓN EJECUTIVA DE LA PRESIDENCIA,

tema que me fue asignado por la Coordinación de la Carrera de Ingeniería Mecánica con fecha agosto de 2004

LEONIDAS DANIEL GUZMÁN HIDALGO

Guatemala 08 de agosto de 2005

Ingeniero:

José Arturo Estrada Martínez

Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director.

De la manera mas atenta me dirijo a usted, para informarle que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante, **Leonidas Daniel Guzmán Hidalgo** titulado, **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONES DE SERVICIO PESADO DE LA UNIDAD DE CONVOYES DE LA SECRETARIA DE COORDINACION EJECUTIVA DE LA PRESIDENCIA.**

Después de leer y analizar los conceptos expuestos en este trabajo de graduación y estando satisfecho en mi calidad como asesor me permito aprobarla y a su consideración.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente.

Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres

Colegiado No. 5641

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por ser la fuente de iluminación en mi vida.

MIS PADRES

Mario Antonio Guzmán Godinez Luz Herlinda Hidalgo de Guzmán, que Dios los bendiga porque a través de sus esfuerzos y amor hoy ven realizados sus anhelos y los míos.

MIS ABUELOS

Daniel Guzmán (QEPD); Rosa Linda Godinez Florencio Hidalgo (QEPD); Paula Godinez.

MI ESPOSA

Ondina de León, por el amor, apoyo moral y confianza que siempre me ha brindado.

MIS HIJOS

Mario Daniel y Olga Mariana, por ser mi fuente de inspiración.

MIS HERMANOS

Jorge Mario y Vinicio, que mi triunfo le sirva de ejemplo

MI FAMILIA

Que Dios derrame bendiciones sobre cada uno de ellos y los proteja y ampare siempre y en especial a mi tío Elvis por sus consejos.

LOS ESPOSOS

Ubaldo Velásquez y Elodia Calderón por brindarme un espacio en su casa.

MIS AMIGOS

Que me apoyaron, Claver, Sergio, Esvin, Mario, Paco, Miguel Ángel, Juan Antonio, Jonathan, Amilcar, Gustavo, gracias por la amistad que hemos y seguiremos conservando.

FINCA FINLANDIA

Tierra que me vio nacer

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Unidad de convoyes de la SCEP	1
1.2 Como se ejecutan los proyectos a través de convenios en la unidad de convoyes de la SCEP.....	2
1.3 Organización de la unidad de convoyes.....	3
1.4 Distribución de las regiones de la Unidad de Convoyes	7
2. CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN POR COMPONENTES DE LOS CAMIONES.....	9
2.1 Clasificación de los camiones del servicio pesado.....	9
2.1.1 Camión de Volteo	9
2.1.2 Camión Cisterna	10
2.1.3 Camión de lubricación	11
2.1.4 Camión taller	11
2.1.5 Cabezales	12
2.2 Motor	13

2.3 Sistema de lubricación del motor.....	14
2.4 Sistema de enfriamiento.....	16
2.5 Sistema de alimentación de combustible.....	16
2.6 Sistema de frenos	17
2.7 Sistema eléctrico	18
2.8 Sistema de dirección hidráulica	18
2.9 Sistema de suspensión	19
2.10 Sistema de embrague.....	19
2.11 Caja de velocidades.....	19
2.12 El diferencial.....	20
2.13 Instrumentos	20
2.13.1 Velocímetro.....	20
2.13.2 Tacógrafo.....	20
2.13.3 Manómetro de aire	21
2.13.4 Indicador de la temperatura de refrigerante del motor	21
2.13.5 Indicador de combustible.....	21
2.13.6 Indicador de aceite.....	22
2.14 Neumáticos.....	22
3. DEFINICIONES DE MATENIMIENTO.....	23
3.1 El mantenimiento	23
3.2 Mantenimiento preventivo.....	23
3.2.1 Inspecciones.....	23
3.2.2 Visitas	24
3.3 Mantenimiento correctivo	25
3.4 Costo de mantenimiento	25
3.4.1 Costo inicial	26
3.4.2 Costo por falla	26

3.4.3 Costo total	26
4. ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE TALLERES..	29
4.1 Instalaciones	29
4.1.1 Área de Bodega	29
4.1.2 Área de Lubricación	29
4.1.3 Área de Garaje	29
4.1.4 Área de electromecánica	29
4.1.5 Área para maquinaria en descarte	30
4.1.6 Área de mantenimiento	30
4.2 Estructura organizacional	30
4.2.1 Atribuciones del jefe de taller de mantenimiento	30
4.2.2 Atribuciones del jefe técnico de taller	31
4.2.3 Atribuciones del mecánico	31
4.2.4 Atribuciones del ayudante de mecánico	31
5. METODOLOGÍA PARA LLEVAR UN CONTROL EFICIENTE	33
5.1 Registro de inventario de camiones	33
5.2 Ficha de camión	34
5.3 Historial de fallas y averías	34
5.4 Ficha de control de inspección	35
5.4.1 Operaciones de lubricación	35
5.4.2 Revisiones preventivas	37
5.4.3 Correcciones preventivas	37
5.5 Orden de trabajo	38
5.6 Informes de prioridad	39
6 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.....	47
6.1 Sistema de alimentación de combustible	47
6.1.1 Bomba de inyección	47
6.1.2 Prueba a inyectores	48

6.1.3 Comprobación del funcionamiento de la bomba alimentadora de combustible	50
6.1.4 Cambio de filtro primario de combustible	50
6.1.5 Cambio de filtro secundario de combustible	51
6.1.6 Depurador de aire	51
6.1.7 Inspección y limpieza del filtro de aire	52
6.2 Sistema de lubricación	52
6.2.1 Bomba de aceite	52
6.2.2 Filtro de aceite del motor	53
6.2.3 Lubricación de la transmisión	54
6.2.4 Lubricación del diferencial	55
6.2.5 Lubricantes recomendados	55
6.2.6 Cuadro de normas internacionales de lubricación	57
6.3 Sistema de enfriamiento	58
6.3.1 Bomba de agua	58
6.3.2 Líquido refrigerante	58
6.3.3 Precauciones relacionadas con el uso de refrigerantes	58
6.3.4 Método de inspección del funcionamiento del termostato	59
6.3.5 Nivel del líquido de refrigeración	60
6.3.6 Radiador	60
6.4 Sistema Eléctrico	62
6.4.1 Batería	63
6.4.2 Comprobación del nivel del electrolito de la batería	63
6.4.3 Fusibles	63
6.4.4 Alternador	64
6.4.5 Motor de arranque	65
6.5 Sistema de frenos	67
6.5.1 Freno de estacionamiento	67
6.5.2 Comprobación del nivel del fluido de los frenos	67
6.5.3 Carrera de la varilla de empuje de la cámara de frenos	68
6.5.4 Purga del sistema de freno	68
6.5.5 Comprobación del freno de escape del motor	69
6.6 Sistema de Embrague	69

6.6.1 Purga del sistema de embrague	69
6.6.2 Comprobación del funcionamiento del embrague.....	70
6.6.3 Ajuste del pedal de embrague.....	70
6.7 Sistema de suspensión	71
6.7.1 Ballestas	71
6.7.2 Método de inspección del paralelismo de las ruedas	71
6.7.3 Amortiguadores	72
6.7.4 Barra estabilizadora	73
6.8 Sistema de dirección hidráulica	73
6.8.1 Servo dirección	73
6.8.2 Lubricación de la servo dirección.....	73
6.8.3 Comprobación del mecanismo de dirección	74
6.8.4 Holgura entre la articulación y el eje delantero.....	74
6.8.5 Método de inspección del desgaste y deterioro de las juntas de varillas y brazos	74
6.9 Tipo de Palancas.....	74
6.9.1 Palancas de preselección del alcance de la transferencia	75
6.9.2 Palanca de cambios	75
6.9.3 Palanca del freno de estacionamiento	75
6.10 Neumáticos.....	75
6.10.1 Comprobación de la presión	76
6.10.2 Alineación y balanceo	76
6.10.3 Método de inspección de la profundidad de los surcos y desgaste	76
7. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	79
7.1 Informes de mantenimiento	79
7.2 Rendimiento pre y post mantenimiento.....	80
7.3 Rendimiento de combustible por kilómetro	81
7.4 Reparación mayor y menor	83
7.5 Costo de reparaciones	84

CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	95

..

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1.	Organigrama de la unidad de convoyes	1
2.	Mapa de regionalización de los convoyes de la SCEP	8
3.	Recorrido del lubricante dentro de un motor	15
4.	Sistema de alimentación de combustible	17
5.	Diagrama de sistema de frenos de camión de volteo	18
6.	Grafica de análisis de costos	27
7.	Orden de trabajo por día	40
8.	Control de consumos	44
9.	Control de combustible	45
10.	Reporte de actividades	46
11.	Formato de vale	47
12.	Control de desgastes de Neumáticos	48
13.	Formulario de rutina diaria	49
14.	Diagrama de una bomba de inyección diesel	48
15.	Prueba de la presión de inyección de tobera	50
16.	Inspección y limpieza del elemento del filtro de aire	52
17.	Elemento de filtro de aceite	54
18.	Clasificación SAE de los aceites	56
19.	Inspección de termostato	59
20.	Diagrama de radiador	61
21.	Diagrama de la prueba de la tapa del radiador	62
22.	Comprobación de la gravedad específica del electrolito en una batería .	64
23.	Diagrama de un alternador	65
24.	Diagrama de un motor de arranque (starter)	66
25.	Inspección del paralelismo de las ruedas	72
26.	Inspección de la profundidad de los surcos y el desgaste	77

27. Reparaciones de emergencia de los camiones de la unidad de convoyes	88
28. Reparaciones de los camiones, dentro del taller de la unidad de convoyes	88
29. Reparaciones de los camiones fuera del taller de la unidad de convoyes	89

TABLAS

I. Ficha de Especificaciones del Camión de Volteo	10
II. Ficha de Especificaciones del Camión Cisterna	10
III. Ficha de Especificaciones del Camión Lubricación	11
IV. Ficha de Especificaciones del Camión Taller	12
V. Ficha de Especificaciones de los cabezales	13
V. Tabla de rendimientos pre-mantenimiento	80
VI. Tabla de rendimientos post-mantenimiento	81
VIII. Fallas y averías Pre mantenimiento de emergencia de los camiones de la unidad de convoyes	87
IX. Fallas y averías Post Mantenimiento de emergencia de los camiones de la unidad de convoyes	87
X. Reparaciones de los camiones, dentro del taller de la unidad de convoyes	88
XI. Reparaciones de los camiones fuera del taller de la unidad de convoyes	89

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
SAE	Asociación de Ingenieros Automotrices
H.P	Caballos de potencia
R.P.M.	Revoluciones por minuto
Psi	Libras por pulgada cuadrada
kpa	Kilo pascales
kg. / cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
km. / Gal	Kilómetros por galón
km. / h	Kilómetros por hora
MPH	Millas por hora
Off	Apagado
On	Encendido
F	Lleno
E	Vacío
c.c.	Centímetros cúbicos
cm.	Centímetros
Plg.	Pulgadas
°C	Grados centígrados

GLOSARIO

Acumulador	Aparato electroquímico facultado para almacenar energía eléctrica mediante una transformación química reversible.
API	Instituto americano del petróleo.
API GL4	Aceite para engranajes de transmisión y mecanismo de dirección manual.
API GL5	Aceite para engranajes del diferencial, con aditivos antioxidantes.
Bloque	Pieza obtenida por fundición y cuerpo central donde descansan todas las demás partes de un motor de combustión interna.
Cigüeñal	Eje acodado, pieza fundamental del ton alternativo de un motor, encargado de convertir el movimiento lineal de los émbolos en movimiento circular.
Colector de aceite	Parte inferior del carter del cigüeñal de un motor de un automóvil, empleado como deposito de aceite lubricante.
Glicerina	Alcohol trivalente obtenido por hidrólisis de animales y vegetales.
Inyector	Pieza fundamental del encendido de los motores diesel, consiste en una válvula que recibe combustible a presión y que debe inyectarlo sobre la cámara de combustión.
Odómetro	Indica el numero de km. acumulados que el vehiculo ha recorrido.

Radiador	Es un intercambiador de calor que traslada al aire el calor del líquido a refrigerar.
SAE	Asociación de ingenieros automotrices.
SCEP	Secretaria de coordinación ejecutiva de la presidencia.
Tobera	Pulverizador ubicado en los inyectores y que permite por presión nebulizar la mezcla para facilitar la quema del combustible.

RESUMEN

La Unidad de Convoyes de la Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia, es una institución que presta sus servicios a las áreas mas necesitadas del país, cuenta con maquinaria en varias regiones del país para prestar sus servicios. Con el presente trabajo se pretende dar a conocer un programa de mantenimiento general para los camiones con base en la investigación de campo y consultas bibliográficas hechas en la Unidad, lo que permite aumentar la confiabilidad de operación de los camiones e incrementar la eficiencia del servicio prestado a las comunidades en todo el país.

El programa de mantenimiento se fundamentó en visitas e inspecciones, a través de un formato de control para la inspección diaria dirigida a los pilotos de los camiones y otros formatos al personal del departamento de mantenimiento, en la cual se describen las partes de los camiones que deben revisarse y el período de tiempo para hacerlo. Con los resultados obtenidos a través de los formatos de controles para las inspecciones, se evalúa el estado de los camiones y se autorizan las respectivas órdenes de trabajo.

La variable a evaluar fue el rendimiento promedio en Km./gal. de combustible consumido y se notó que el rendimiento de los camiones después de realizarse el mantenimiento preventivo aumentó en 2 Km. por galón, es decir que el rendimiento se vería afectado si no se realizan los servicios a cada 3,000 Km., su cambio y alineación periódica de llantas, los ajustes a las válvulas, la inspección y cambio de los distintos filtros.

OBJETIVOS

General

Presentar una propuesta para un programa de mantenimiento para los camiones del servicio pesado de la Unidad de Convoyes de la Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia de la República.

Específicos

1. Conocer el funcionamiento de la Unidad para determinar el tipo de mantenimiento que realiza.
2. Analizar y definir el tipo de mantenimiento que se va a implementar para realizar un trabajo eficiente.
3. Presentar la propuesta de un programa de mantenimiento para los camiones que cubra las necesidades en historial de fallas y contribuya a mejorar la eficiencia de los servicios que presta la Unidad de Convoyes a toda la población en nuestro país.

INTRODUCCIÓN

Las actividades de mantenimiento en camiones de servicio pesado, se deben hacer con base en cada rutina de trabajo, para mantener la maquinaria en buenas condiciones de funcionamiento y, también, prolongar su vida útil.

Este trabajo consta de siete capítulos, en el primero, se trata de dar a conocer qué es la Unidad de Convoyes actualmente y a qué se dedica y su regionalización a nivel nacional.

En el segundo capítulo, se hace una clasificación y descripción por componentes de los camiones del servicio pesado.

En el tercer capítulo, se da la definición de mantenimiento preventivo y correctivo que son los que se practican para implementar dicho programa y que se realizan para cubrir una falla lo más rápido posible.

El cuarto capítulo, presenta la organización del departamento de talleres y las funciones del personal que labora en el mismo.

El quinto y sexto capítulos, se refieren a la metodología para llevar un control eficiente en el mantenimiento y sus diferentes procedimientos, respectivamente.

El capítulo siete muestra la evaluación del programa de mantenimiento utilizando los diferentes formatos de controles e informes de rendimiento.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones necesarias para el buen funcionamiento del Taller, así como la bibliografía utilizada para la realización de esta investigación.

1. GENERALIDADES

1.1 Unidad de convoyes de la SCEP

En la necesidad que se ha ido desarrollando y conociendo más de cerca las necesidades del país, Convoyes ha adquirido la categoría de UNIDAD de la SCEP, orientando los servicios a las áreas más necesitadas del país.

Entre las necesidades que se atienden en la unidad de Convoyes se encuentran: Apertura de brechas, balastado de caminos, caminos rurales, ampliación de caminos, trabajos de zanjeado, construcción de obras deportivas, (canchas de fútbol, básquetbol), construcción de bordas, dragado de ríos, así como cualquier emergencia que se suscite en cualquier parte del país, tales como desastres naturales, inundaciones, derrumbes, tormentas tropicales, lluvias torrenciales (intensas), crecientes fluviales, inundaciones, sismos, erupciones volcánicas, terremotos, huracanes y otros fenómenos naturales.

- **Misión:**

Ser un equipo multidisciplinario especializado en la ejecución y administración de proyectos de construcción y mantenimiento de caminos rurales en Guatemala, que trabaja con responsabilidad, honestidad y profesionalismo.

- **Visión:**

Ser la unidad ejecutora mejor reconocida en el área rural y en la Secretaria de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia, por su contribución efectiva al realizar trabajos de calidad, en el tiempo requerido y contar con el personal comprometido con el desarrollo del país.

Uno de los objetivos primordiales de la SCEP es hacer transitable las diferentes vías de acceso a las comunidades más apartadas del país en el menor tiempo posible, brindar soporte técnico y operativo a las diferentes municipalidades del interior del país, fundamentalmente en el área rural.

1.2 Como se ejecutan los proyectos a través de convenios en la unidad de convoyes de la SCEP

A través de convenios en base a solicitudes que se reciben en la Secretaria de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia, la Unidad de Convoyes efectúa las inspecciones correspondientes conjuntamente con el Director de Operaciones y las Unidades Ejecutoras, el Coordinador de la Unidad, el Jefe del Departamento de Operaciones y el Supervisor de Convoy de cada región, con base a dicha inspección y dictámenes técnicos, analiza si pueden ser atendidas dichas solicitudes.

Los convenios se suscriben entre la Secretaria de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia y las municipalidades, fundamentalmente se ejecutan en el área rural, en la construcción o mantenimiento de caminos rurales, donde ninguna otra institución llega a cubrir tales necesidades de manera participativa.

En la construcción de caminos rurales participan: Las Municipalidades y las comunidades. Los vecinos también tienen una participación importante

aportando mano de obra local, resguardo de la maquinaria, algunas veces con el hospedaje y alimentación del personal que conforma el convoy.

Las municipalidades apoyan en las labores de mantenimiento preventivo y algunas veces correctivo de la maquinaria, en gastos de pago de horas extras, hospedaje y alimentación del personal que conforma el convoy. Conjuntamente el trabajo que se ejecuta es intenso en el desarrollo de las comunidades del área rural, en la atención de sus necesidades para mejorar la calidad de vida de los vecinos.

1.3 Organización de la unidad de convoyes

La unidad de Convoyes Regionales de la Secretaria de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia está representada por un Coordinador y Sub-Coordinador General; su función es delegar autoridad para que se cumplan los proyectos en cada comunidad. También se cuenta con un Departamento de Operaciones, Departamento de Talleres y un Departamento Financiero-Administrativo.

- **Departamento Administrativo:**

Está formado por un Jefe y Sub-Jefe de Operaciones. Su función es darle un seguimiento y control a las obras. Para ello, necesitan de un archivo y control de maquinaria, y se compone de ocho regiones en todo el país, en cada región hay instalado un Convoy el cual está representado por un Supervisor de Convoy, quien es el encargado del personal y su función empieza con velar el horario de entrada y salida del personal, ya que éstos trabajan en plan once o veintidós. Además, es el encargado de hablar con el Alcalde o representante

de la comunidad para el hospedaje y alimentación de los operarios de maquinaria, esto es un acuerdo con la S CEP para poder realizar el proyecto.

Con ayuda del operario, se lleva una ficha que sirve para controlar el estado de su maquinaria, con esta ficha el encargado y el operario lleva un control de las horas trabajadas. Esto es indispensable para poder solicitar los trabajos de mantenimiento a la Unidad; si alguna maquinaria requiere un trabajo de emergencia se abocará con el jefe inmediato para determinar si la maquinaria se puede reparar en el lugar o es preferible trasladarla al taller central.

- **Departamento de Talleres:**

Está representado por un Jefe de Taller y Mantenimiento, un Jefe Técnico de Talleres, los Mecánicos, Electromecánicos, Soldadores, Pilotos y Ayudantes, cada uno de ellos tiene una función específica.

Las funciones del Jefe de Taller y Mantenimiento son:

1. Asignar al personal un trabajo específico dentro o fuera de las instalaciones del Taller.
2. Asignar un Mecánico con su respectivo ayudante para trabajar en uno o varios convoyes.
3. Velar con el horario de entrada y salida de los trabajadores.
4. Llevar control de la maquinaria que entra y sale de las instalaciones de la unidad.
5. Realizar un listado semanal del personal que se queda disponible para el fin de semana por cualquier emergencia.

- **Departamento Financiero-Administrativo:**

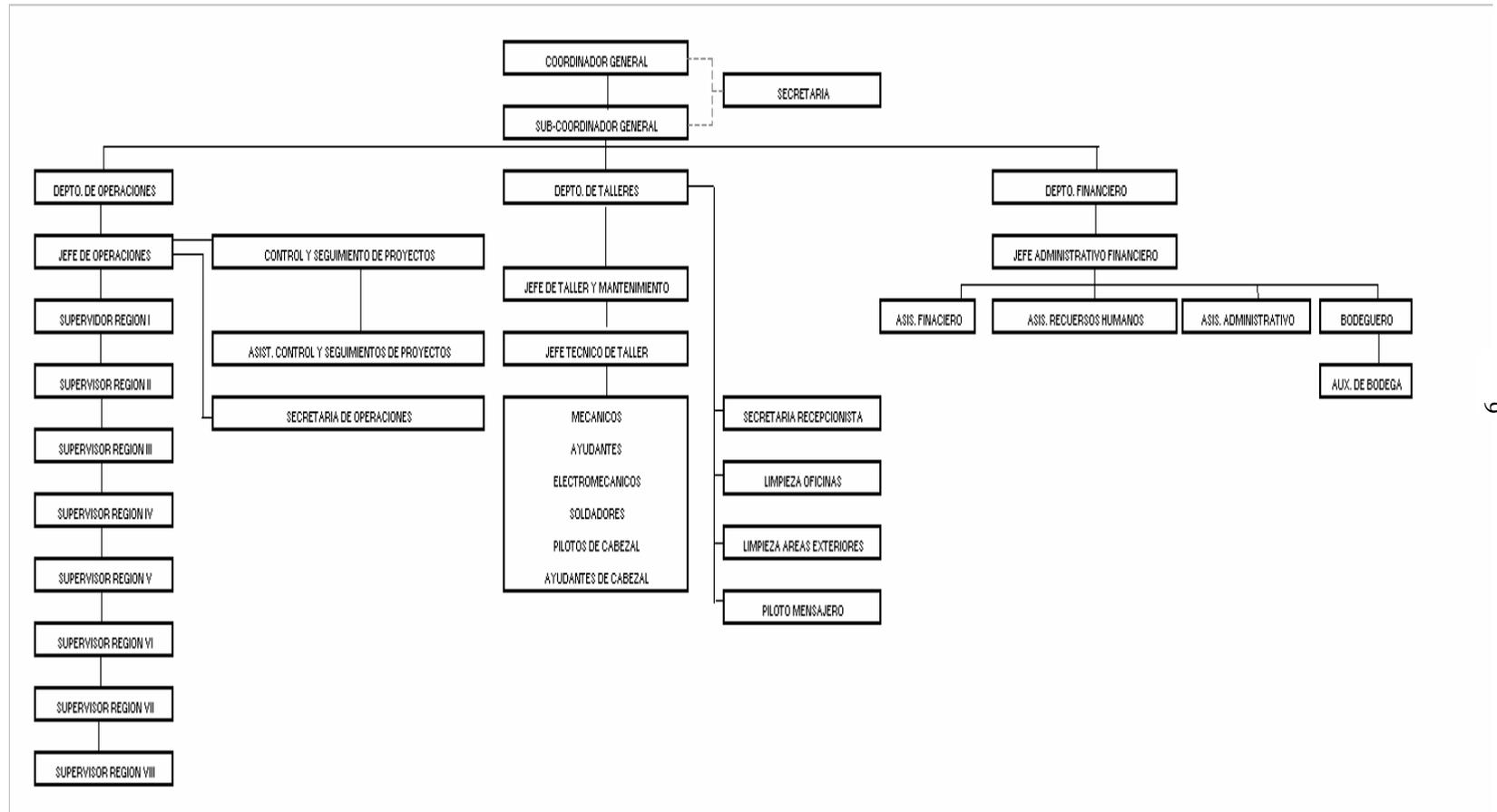
Esta conformado por un Jefe Administrativo Financiero, su respectiva Secretaria, un Asistente Financiero, un Asistente de Recursos Humanos, un Asistente Administrativo, un Bodeguero y Auxiliar de bodega.

El mantenimiento depende mucho del Departamento Financiero-Administrativo y de la Bodega, en ella es donde se pasan todas las requisiciones, y si ésta lo tiene en existencia consulta con el jefe de taller, llenando un vale con el visto bueno del Jefe de Operaciones y del Jefe de Taller y Mantenimiento y se procede a retirar el repuesto de la bodega, si no hubiese en existencia, éste se pone de acuerdo con el Jefe de Taller y Mantenimiento para hacer la solicitud al Jefe Administrativo Financiero para que autorice su compra.

De esta manera, se complementan las acciones de los tres departamentos para alcanzar las metas propuestas por la unidad.

La figura 1 muestra el organigrama de la unidad de convoyes, de la Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia.

Figura 1. Organigrama de la unidad de convoyes



Fuente: Unidad de convoyes regionales de la SCEP

1.4 Distribución de las regiones de la Unidad de Convoyes

La Unidad de Convoyes está distribuida en ocho regiones en todo el país, de la siguiente manera.

Región 1

Guatemala

Región 2

Alta y Baja Verapaz

Región 3

Zacapa

El Progreso

Chiquimula

Izabal

Región 4

Jutiapa

Jalapa

Santa Rosa

Región 5

Escuintla

Sacatepèquez

Chimaltenango

Sololà

Región 6

Suchitepequez

Retalhuleu

San Marcos

Quetzaltenango

Totonicapán

Región 7

Huehuetenango

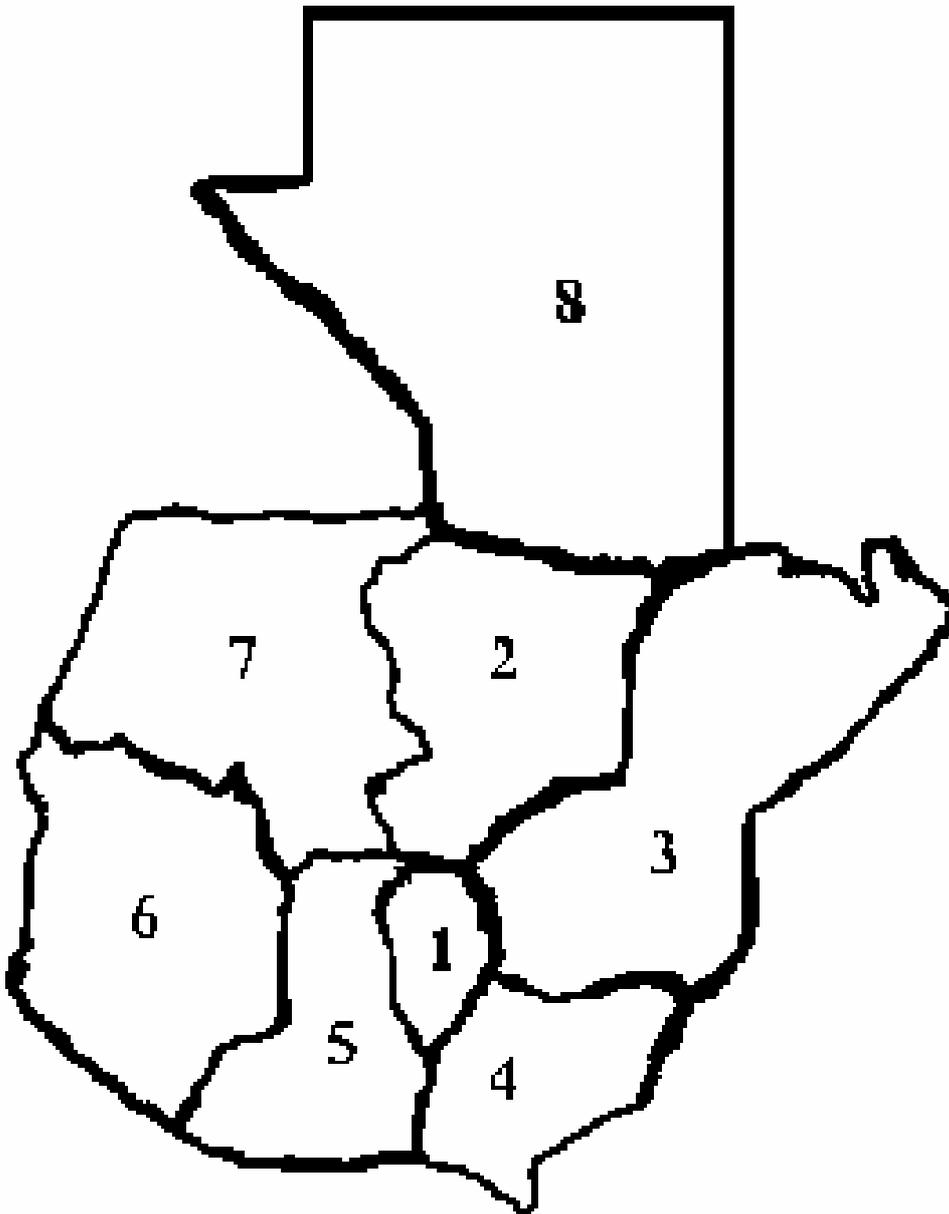
Quiché

Región 8

Petén

La figura 2 representa la distribución de las regiones en la que se encuentran distribuidos los convoyes que operan en el interior del país.

Figura 2. Mapa de regionalización de los convoyes de la SCEP



Fuente: Unidad de convoyes de la SCEP

2. CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN POR COMPONENTES DE LOS CAMIONES

2.1 Clasificación de los camiones del servicio pesado

Los camiones del servicio pesado de la Unidad de Convoyes de la Secretaria de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia pueden proporcionar una diversidad de trabajos y están clasificados de la siguiente manera:

1. Camión de Volteo
2. Camión Cisterna
3. Camión Taller
4. Camión de Lubricación
5. Cabezales

2.1.1 Camión de Volteo

Actualmente se cuenta con 78 camiones de volteo, todos están distribuidos en los diferentes convoyes en las ocho regiones a nivel nacional. Estos pueden proporcionar una diversidad de trabajos, algunos de ellos son el transporte de balastro, piedrin, arena, piedra de bola, etc.

Tabla I. Ficha de Especificaciones del Camión de Volteo

Marca:	Nissan U D	Motor:	PE6T-Z	Color:	Amarillo
# de Cilindros:	6 en línea	Año:	1996	R.P.M.:	2,800
Orden de Encendido:	1-4-2-6-3-5	Alternador:	24 Volts. 50 Amps.	Transmisión:	6 Vel. De marcha 1 Vel. de contramarcha
Volumen de Cilindrada:	11,570 c.c.	Tipo de Frenos:	Mixtos (Neumático e Hidráulico)	Radiador:	62 cm. X 74 cm.
Acumuladores:	12 Volts.	Turbo:	Si	Combustible:	Diesel
Código:	80-012-024	Potencia:	205 H.P.		

Fuente: Manual del conductor de camiones Nissan UD

2.1.2 Camión Cisterna

Se cuenta con 17 camiones cisterna, éstos sirven únicamente para el transporte de agua.

Tabla II. Ficha de Especificaciones del Camión Cisterna

Marca:	Nissan U D	Motor:	PE6T-Z	Color:	Amarillo
# de Cilindros:	6 en línea	Año:	1996	R.P.M.:	2,800
Orden de Encendido:	1-4-2-6-3-5	Alternador:	24 Volts. 50 Amps.	Transmisión:	6 Vel. De marcha 1 Vel. de contramarcha
Volumen de Cilindrada:	11,570 c.c.	Tipo de Frenos:	Mixtos (Neumático e Hidráulico)	Radiador:	62 cm. X 74 cm.
Código:	81-01-1216	Potencia:	205 H.P.	Modelo de Bomba:	655 QPB

Fuente: Manual del conductor para camiones Nissan UD

2.1.3 Camión de lubricación

El camión de lubricación se utiliza para dar mantenimiento a la maquinaria que está fuera de la Unidad. Se cuenta con 2 camiones de lubricación, los cuales están dotados de un compresor y depósitos para aceite SAE 30, SAE 15W40, SAE 90 y SAE 85W140, un depósito de agua, todos ellos con sus respectivas mangueras y sus bombas neumáticas.

Tabla III. Ficha de Especificaciones del Camión Lubricación

Marca:	Nissan U D	Motor:	PE6	Color:	Amarillo
# de Cilindros:	6 en línea	Año:	1996	R.P.M.:	2,200
Orden de Encendido:	1-4-2-6-3-5	Alternador:	24 Volts. 50 Amps.	Transmisión:	5 Vel. De marcha 1 Vel. de contramarcha
Volumen de Cilindrada:	11,670 c.c.	Tipo de Frenos:	Mixtos (Neumático e Hidráulico)	Radiador:	73 cm. X 90 cm.
Acumuladores:	12 Volts.	Turbo:	No	Combustible:	Diesel
Código:	85-012-01	Potencia:	226 H.P.		

Fuente: Manual del conductor para camiones Nissan UD

2.1.4 Camión taller

Existen en la Unidad 2 camiones talleres que se utilizan para dar mantenimiento a la maquinaria que está fuera de la unidad, poseen el mismo motor PE6 que un camión de lubricación, cuentan con un compresor, todo tipo de herramienta para hacer trabajos mecánicos, un marco con polipasto, un esmeril, un banco de trabajo, un planta para generar corriente alterna 110

Voltios, equipo completo de soldadura, eléctrica y autógena, cargador de baterías, esmeril y su respectivo banco de trabajo.

Tabla IV. Ficha de Especificaciones del Camión Taller

Marca:	Nissan U D	Motor:	PE6	Color:	Amarillo
# de Cilindros:	6 en línea	Año:	1996	R.P.M.:	2,200
Orden de Encendido:	1-4-2-6-3-5	Alternador:	24 Volts. 50 Amps.	Transmisión:	5 Vel. De marcha 1 Vel. de contramarcha
Volumen de Cilindrada:	11,670 c.c.	Tipo de Frenos:	Mixtos (Neumático e Hidráulico)	Radiador:	73 cm. X 90 cm.
Acumuladores:	12 Volts.	Turbo:	No	Combustible:	Diesel
Código:	82-012-01	Potencia:	226 H.P.		

Fuente: Manual del conductor para camiones Nissan UD

2.1.5 Cabezales

Los cabezales se utilizan para trasladar la maquinaria a cualquier región del país. La Unidad cuenta con tres cabezales, éstos se acoplan a una rastra, allí es donde se transporta la maquinaria.

Tabla V. Ficha de Especificaciones de los cabezales

Marca:	Nissan U D	Motor:	PF6TA	Color:	Amarillo
# de Cilindros:	6 en línea	Año:	1996	R.P.M.:	2,100
Orden de Encendido:	1-4-2-6-3-5	Alternador:	24 Volts. 50 Amps.	Transmisión:	9 Vel. De marcha 1 Vel. de contramarcha
Volumen de Cilindrada:	12,503 c.c.	Tipo de Frenos:	Neumáticos	Radiador:	75 cm. X 80 cm.
Acumuladores:	12 Volts.	Turbo:	Si	Combustible:	Diesel
Código:	85-012-01	Potencia:	315 H.P.		

Fuente: Manual del conductor para camiones Nissan UD

2.2 Motor

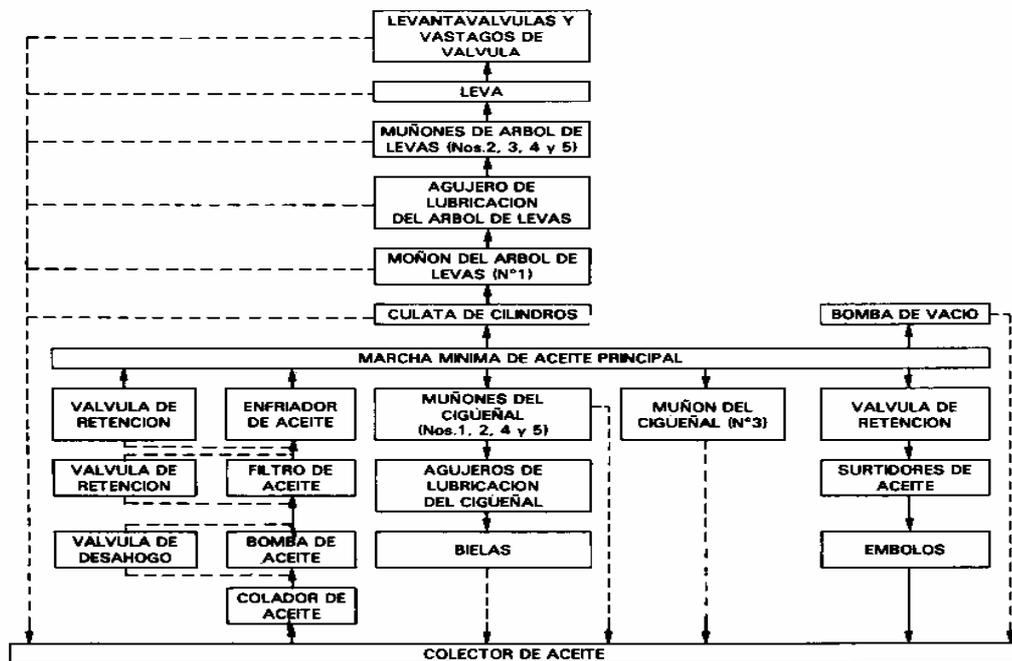
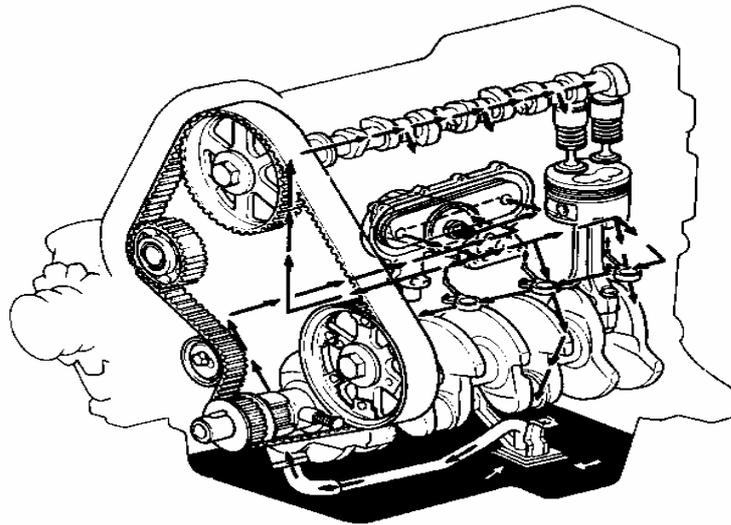
El motor es la unidad que provee la potencia necesaria para que la maquinaria pueda funcionar y hacer el trabajo para el cual fue diseñada, el motor es una máquina de combustión interna, cuando el pistón se mueve hacia abajo en la carrera de admisión, el aire entra al cilindro a presión atmosférica o forzado por un turbo alimentador, el pistón sube, comprime y calienta el aire, el combustible se quema dentro del cilindro y al expandirse los productos gaseosos de la combustión hace que el pistón se mueva hacia abajo, como el pistón está unido a la biela y éste al cigüeñal, el movimiento vertical obtenido queda transformado en movimiento giratorio, que es el que se utiliza para producir trabajo.

2.3 Sistema de lubricación del motor

Se ha adoptado un sistema de lubricación de alimentación por presión para suministrar aceite a las piezas móviles del motor. El sistema de lubricación consta de un colector de aceite, bomba de aceite, filtro de aceite y otras piezas externas que suministran aceite a las piezas móviles en el bloque del motor.

En el motor hay muchas piezas que están en movimiento continuo unas con otras y necesariamente hay que lubricarlas constantemente para minimizar el desgaste y evitar el contacto metal con metal. El aceite proviene del colector bombeado hacia arriba por la bomba de aceite. Después de pasar por el filtro, es alimentado al cigüeñal y al bloque de cilindros a través de los agujeros de lubricación. Luego pasa por el bloque de cilindros y al efectuar la lubricación, regresa al colector por gravedad. En cualquiera de los lados del bloque se encuentra instalada una varilla medidora para comprobar del nivel de aceite.

Figura 3. Recorrido del lubricante dentro de un motor



Fuente: Manual de Mantenimiento para camiones Nissan UD, 1999

2.4 Sistema de enfriamiento

El sistema de enfriamiento está compuesto por la camisa de agua (interior del bloque de cilindros), culata de cilindros, radiador, bomba de agua, termostato, ventilador de enfriamiento y otros componentes.

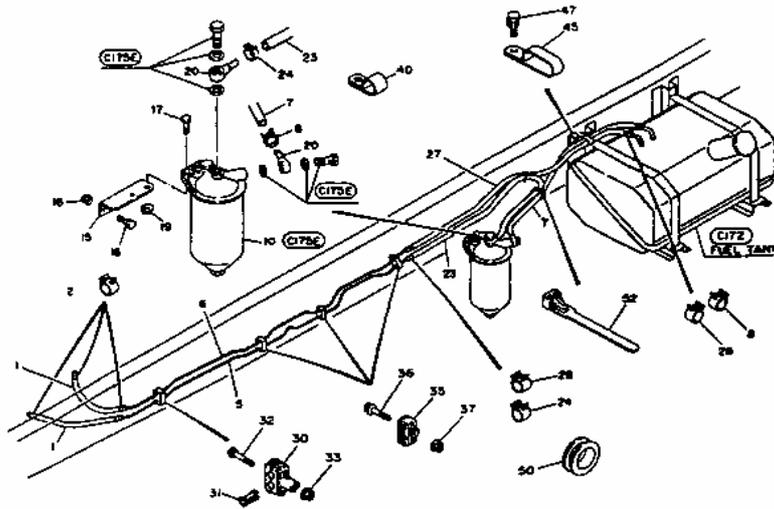
El líquido de enfriamiento es calentado en la camisa de agua (por la acción de la combustión), y posteriormente bombeado al radiador, donde un ventilador es accionado mecánica o eléctricamente para enfriar el líquido que pasa por él. El líquido así enfriado es retornado al motor por la bomba de agua. La camisa de agua es una red de canales en el bloque de cilindros y culata, por la cual pasa el líquido de enfriamiento. El sistema de enfriamiento se diseñó para enfriar las camisas de los cilindros y las cámaras de combustión que se calientan mucho durante la operación.

2.5 Sistema de alimentación de combustible

El combustible es aspirado del tanque a través del filtro, por la bomba de alimentación incorporada en la bomba de inyección. Aquí es comprimido en la envoltura de la bomba y es distribuido a las toberas de inyección según un orden establecido, la presión de inyección depende de la bomba utilizada y ésta varía entre 200 y 230 Kg. /cm² (2844 a 3271 Lb/pulg²). Estas presiones dependen del modelo del motor.

El ciclo de alimentación de combustible a través de la cámara de la bomba calienta el combustible de manera que no se vuelva denso a bajas temperaturas.

Figura 4. Sistema de alimentación de combustible

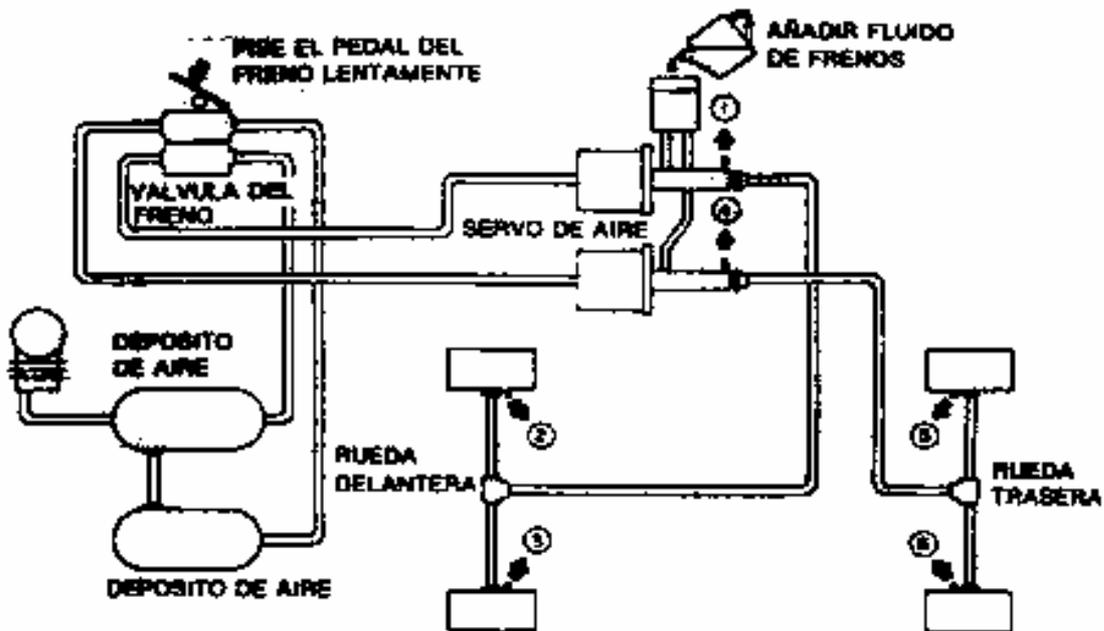


Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999.

2.6 Sistema de frenos

El tipo de frenos que utilizan estos camiones son los frenos mixtos de aire-hidráulico, ya que utilizan aire y fluido de frenos, para que funcionen se debe mantener una presión en el depósito de aire dentro de un rango de aproximadamente 2 a 3 Kg. /cm² (de 28 a 43 lb. /pulg²). Si la presión del aire baja de este nivel, se deberá encender el motor y esperar que la presión del aire quede dentro de este rango.

Figura 5. Diagrama de sistema de frenos de camión de volteo



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

2.7 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico consiste en generar energía por medio del alternador y almacenarla en acumuladores, distribuirla por una instalación eléctrica, para accionar el motor de arranque, iluminación e instrumentación.

2.8 Sistema de dirección hidráulica

El sistema de dirección es un conjunto de mecanismos mediante los cuales pueden orientarse las ruedas directrices (delanteras) del camión.

2.9 Sistema de suspensión

Una de las partes más características de un camión es, sin duda la suspensión. Este tipo de suspensión de ballestas se caracterizan por ser muy rígidas y se ve en todos los vehículos de transporte pesado, éstas son diseñadas para resistir mucho peso. De esta forma es como los camiones adoptaron un sistema de ballestas que son muy resistentes y robustas, pero queda claro que los fabricantes cada día van en busca de mejoras para más comodidad y confort a los pasajeros.

2.10 Sistema de embrague

Es un mecanismo que está compuesto por el pedal, bomba central, bomba auxiliar, horquilla, collarín, canasta, y disco de embrague.

Todos estos componentes unen o separan dos árboles o ejes con el mismo sentido de giro. Esta separación debe efectuarse al accionar el pedal del embrague tanto si los árboles se hallan en movimiento o no.

2.11 Caja de velocidades

Es la parte principal del conjunto de la transmisión del vehículo donde se aloja el sistema de cambio de velocidades con todos sus mecanismos, en los sistemas de transmisión para tracción total.

2.12 El diferencial

Es un mecanismo que en los vehículos sirve para hacer que una de las ruedas motrices gire, en determinadas circunstancias, con velocidad distinta de la otra. Facilita por lo tanto, la diferencia de velocidad de giro de las ruedas propulsoras, cuando el vehículo efectúa algún giro o cambio de dirección.

2.13 Instrumentos

Se encuentran en el tablero y son los que le advierten al conductor el valor de algunos parámetros de funcionamiento del camión, los instrumentos más importantes son:

2.13.1 Velocímetro

En este instrumento, la aguja indica la velocidad del vehículo en kilómetros o millas por hora, cuando la velocidad del vehículo excede 120km/h o 75MPH suena una alarma de aviso que indica que el motor está muy revolucionado (equipo facultativo), ya que las revoluciones del motor están relacionadas con la velocidad del vehículo.

2.13.2 Tacógrafo

El Tacógrafo registra datos del vehículo tales como velocidad de marcha, tiempo, etc. Está equipado con papel de registro, el odómetro que hay en la parte inferior media del velocímetro indica el número de kilómetros acumulados.

El Tacógrafo indica la velocidad de marcha del vehículo y las r.p.m del motor, y registra también la velocidad de marcha, el tiempo y las r.p.m en papel.

2.13.3 Manómetro de aire

Indica la presión del depósito de aire, dependiendo de las especificaciones hay tres tipos de indicadores o escalas de la presión de aire. Un tipo registra la presión del aire en unidades de Kg. /cm², otro en lb. /pulg² y el tercero en KPa.

Los manómetros constan de 2 agujas, una de color amarilla que indica la presión de aire de los frenos delanteros y la de los frenos del eje posterior trasero; y, la aguja naranja indica la presión de los frenos del eje anterior trasero.

2.13.4 Indicador de la temperatura de refrigerante del motor

Indica la temperatura de refrigerante del motor, después de que el motor se haya calentado, la aguja debe posicionarse en la región media del indicador. Cuando el motor se calienta excesivamente, la aguja indicará en la región H (caliente). Se encenderá el testigo de calentamiento del motor y nivel del agua y sonará una señal acústica de aviso.

2.13.5 Indicador de combustible

Indica la cantidad aproximada de combustible en el tanque, cuando se gira la llave de contacto a la posición ON, después de encender, continuará indicando la cantidad de combustible que hay en tanque, F significa lleno y E vacío.

2.13.6 Indicador de aceite

Este testigo se enciende cuando el elemento del filtro de aceite está obstruido o bien cuando el nivel de aceite es muy bajo. No obstante, si se enciende, esto no significa necesariamente que el filtro de aceite esté obstruido, sino que la presión de aceite es baja y se apagará al subir la presión del aceite.

2.14 Neumáticos

La seguridad y desempeño del vehículo depende considerablemente del estado de los neumáticos, por lo que deben ser inspeccionados regularmente (ver figura 26, Pág. 79).

3. DEFINICIONES DE MATENIMIENTO

3.1 El mantenimiento

El mantenimiento está constituido por todas aquellas actividades que están destinadas a mantener vehículos en buenas condiciones, existen varios tipos de mantenimiento orientados al mismo objetivo.

Estos tipos de mantenimiento difieren unos de otros en el momento de su aplicación y en los procedimientos básicos de administrarse, aunque el fin es el mismo. Cada forma de mantenimiento requiere de cierta organización administrativa. Una de las mayores diferencias estriba en el desarrollo con que cuenta su organización administrativa, algunos tipos de mantenimiento son:

3.2 Mantenimiento preventivo

Es la actividad humana desarrollada en los camiones, con el fin de asegurar que la calidad de servicio que éstos proporcionan, permanezca dentro de los límites esperados, etc.

3.2.1 Inspecciones

Las inspecciones se realizan de manera rutinaria, en los camiones pero de forma más profunda. Las inspecciones requieren del desmontaje necesario, para llegar al interior del camión que se inspecciona. Para esto es necesario contar con herramienta adecuada, equipo de análisis y equipo de lubricación.

Para inspeccionar algunas partes claves del camión, a veces es necesario desarmarlas, la inspección también comprende ajustes, aunque no son de mayor trascendencia, se hacen sin necesidad de herramienta especial.

Por eso se aprovecha para realizar otras tareas, como realizar una limpieza y una lubricación de las partes que así lo requieren.

3.2.2 Visitas

Son aquellas revisiones de camiones que se realizan con mayor frecuencia, que no requiere de herramienta ni equipo especial, no se desarman las máquinas, sino únicamente se quitan las cubiertas necesarias para permitir el acceso a las partes susceptibles al fallo.

Durante el transcurso de ésta se hacen trabajos de lubricación sencillos y limpieza superficial. También se efectúan ajustes necesarios que no requieren de mayor herramienta ni equipo especial y que no consuma mucho tiempo.

En el momento de hacer visita, es conveniente contar con una lista en la que se encuentren anotadas todas las partes que han de revisarse en cada máquina Indicando si están en buenas o malas condiciones.

Es necesario usar dos tipos de programas de visita, a largo y corto plazo. El primero debe ser mensual y el segundo debe ser diario. El primero debe ser preparado por el Jefe de Mantenimiento. Dicho programa será fijo y el resultado de una junta de planeación del mantenimiento, en la que intervendrán los supervisores de maquinaria y el encargado de la Unidad de Convoyes, en ésta se discutirá la cantidad y calidad de trabajo a desarrollar de cada visita.

3.3 Mantenimiento correctivo

Es la actividad humana desarrollada en maquinaria, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad de servicio para la que fueron diseñados. Por lo tanto, las labores que en este caso deben llevarse a cabo tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio, es decir, que ésta se coloque dentro de los límites esperados, ya sea que para tal efecto se hagan arreglos provisionales o definitivos.

Toda labor de mantenimiento correctivo, exige una atención inmediata, por lo que ésta no puede ser programada, se controla por medio de reportes de máquina fuera de servicio, por lo que el personal debe efectuar los trabajos absolutamente indispensables evitando arreglar otros elementos de la máquina o hacer cualquier trabajo adicional que no sea necesario para que pueda seguir prestando un servicio.

3.4 Costo de mantenimiento

Son aquellos gastos necesarios para mantener en funcionamiento la maquinaria, el tipo de costo se puede clasificar según el tipo de mantenimiento realizado.

Generalmente dentro de la Unidad de Convoyes el mantenimiento preventivo se realiza dependiendo del kilometraje o de las horas de trabajo lo que hace que este costo parezca elevado.

En el mantenimiento existen varios tipos de costo como lo son el costo inicial, costo por falla y el costo total, cada uno de ellos se define en términos del costo total como respuesta a fluctuaciones en las actividades de costos

seleccionados, el cual puede medirse en horas-hombre trabajadas, horas - máquinas y otros índices.

3.4.1 Costo inicial

Es el que se da al comprar todo tipo de maquinaria y un stock de repuestos, por lo general para cualquier flota de transporte los principales costos son por combustible, llantas, y mantenimiento aun cuando con el resto de costos directos del vehículo y los gastos administrativos que es necesario cumplir para presentar los beneficios obtenidos por el manejo de la flota de transporte.

3.4.2 Costo por falla

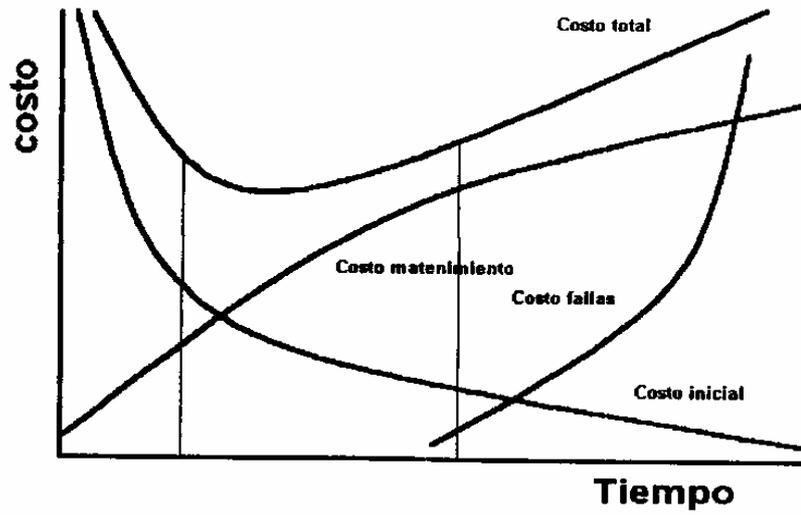
Es aquel que se da conforme se desgasta un equipo por el uso normal conforme se deprecia la maquinaria, éste costo se puede ver alterado por factores físicos:

- Deterioro natural: Es el que se da por desgaste abrasivo.
- Destrucción: Puede resultar por la destrucción física del equipo a causa del uso, desgaste y obsolescencia.
- Obsolescencia: Es cuando un equipo ya no se considera apto para la Unidad por su largo tiempo de servicio.

3.4.3 Costo total

Es la suma de los costos iniciales más los costos por falla, Son todos los gastos que se dan dentro de la unidad en el departamento de mantenimiento.

Figura 6. Gráfica de análisis de costos



Fuente: Manual del ingeniero mecánico

4. ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE TALLERES

4.1 Instalaciones

La Unidad de Convoyes cuenta con dos áreas, una para Oficinas y otra para Talleres, El área para talleres está distribuida de la siguiente manera:

4.1.1 Área de Bodega

La bodega de Convoyes se sub-divide en 3 bodegas, de lubricantes, de grasas y de repuestos, éstas cuentan con un Stock de repuestos que posteriormente son utilizados en la maquinaria que está dentro y fuera de las instalaciones centrales.

4.1.2 Área de Lubricación

En esta área es donde se lleva a cabo todo tipo de servicios de lubricación.

4.1.3 Área de Garaje

Aquí es donde se guardan los camiones cuando los mecánicos están dentro de las instalaciones de la Unidad.

4.1.4 Área de electromecánica

Aquí es donde se hacen trabajos exclusivamente de electromecánica.

4.1.5 Área para maquinaria en descarte

Aquí se deposita toda la maquinaria que ya no tiene ningún uso en la Unidad debido a que no se puede vender como chatarra porque se tiene que hacer un trámite burocrático muy largo.

4.1.6 Área de mantenimiento

En esta área es donde se realiza todo tipo de trabajo de mecánica y se evalúa que los camiones están aptos para ser trabajados, y darle el visto bueno, es aquí donde se hace trabajo de todo tipo.

4.2 Estructura organizacional

Los tipos de estructura sugeridos aquí son orientados para la función y para los objetivos básicos del mantenimiento. Las subdivisiones funcionales deben ser determinadas por la Unidad, mediante estudios, teniendo en cuenta la cantidad de camiones y los recorridos.

Siguiendo el esquema propuesto de organización del taller, se ve que cada puesto tiene una responsabilidad, requisitos y funciones que desempeñan tales como:

4.2.1 Atribuciones del jefe de taller de mantenimiento

1. Comprender la visión y misión de la Unidad para obtener resultados satisfactorios.
2. Programar las actividades de mantenimiento.
3. Crear una organización para hacer posible las metas fijadas.
4. Perfeccionar la calidad y producción para disminuir los costos.

4.2.2 Atribuciones del jefe técnico de taller

1. Asignar los trabajos según sea la especialidad del mecánico.
2. Solicitar los repuestos al proveedor.
3. Dar el visto bueno de los trabajos realizados.
4. Evaluar al personal que solicita empleo en la Unidad.

4.2.3 Atribuciones del mecánico

1. Realiza todo tipo de trabajo de mantenimiento preventivo o correctivo dentro y fuera de la unidad.
2. Hacer requisiciones de repuestos.
3. Evaluar la maquinaria dentro y fuera de la Unidad.

4.2.4 Atribuciones del ayudante de mecánico

1. Trabajar con el mecánico asignado.
2. Encargado del control de la herramienta.
3. Solicitar vales con sus respectivas firmas a los diferentes jefes para poder obtener repuestos de las bodegas.

5. METODOLOGÍA PARA LLEVAR UN CONTROL EFICIENTE

Se ha decidido que el Departamento de Mantenimiento de la Unidad de Convoyes de la Secretaria Ejecutiva de la Presidencia opere en base a un plan de mantenimiento. Para que funcione correctamente se han propuesto los siguientes elementos.

5.1 Registro de inventario de camiones

Para que un encargado de mantenimiento pueda llegar a aplicar un programa de mantenimiento en cualquier convoy, es necesario que antes lo ponga en condiciones adecuadas de operación y esto es algo que pueda tomar tiempo y trabajo. Es necesario contar con un record de los trabajos realizados, además de la información necesaria para conocer la maquinaria.

Es bueno que la persona que ejecute las tareas de mantenimiento esté conciente que es necesario contar con datos exactos, para esto también se ha de hacer conciencia de que mantener un archivo es una tarea diaria y de mucha utilidad y no una acción de relleno, pues este archivo será el que vaya respaldar posteriormente las actividades del departamento de mantenimiento.

Para llevar a cabo el programa de mantenimiento de los camiones, primero se necesita contar con un listado de los camiones que tiene la Unidad, a este listado se le llamará inventario, pues además de ser un listado de camiones, le dará la información técnica de cada uno. Este inventario contará con toda la información que sea necesaria para conocer sobre los camiones de la Unidad.

5.2 Ficha de camión

En el archivo de la Unidad de Convoyes de la SCEP, estará la que se llamará ficha del camión. Esta será la ficha de identificación de cada camión y a la vez, la columna vertebral del inventario de los camiones.

En la ficha de cada camión deberá estar toda la información que sea necesaria para la identificación del mismo. Por ejemplo, deberá aparecer el nombre del camión, la marca, fabricante, modelo, número de serie, número de chasis, código, ubicación, estado actual, previsiones de mantenimiento preventivo, así como servicios y cualquier otro dato que fuese de utilidad para identificarlo y conocer sus necesidades.

5.3 Historial de fallas y averías

Se basa en la ficha histórica de cada camión o su historial de fallas y averías que hayan generado orden de trabajo. Esta dará el historial de sus fallas, sus causas y el costo de las reparaciones en caso fuesen hechas fuera de las instalaciones.

El historial de fallas y averías es fundamental para el programa de mantenimiento porque examinándolas se puede deducir el estado del equipo e incluso el momento de reponerla. Un programa de mantenimiento no debe ser puesto en práctica hasta que no se conozca el estado real del camión, proporcionado por los datos de su historial de fallas y si no hubiese un historial se debe evaluar los camiones uno por uno para poder empezar con el plan de mantenimiento.

5.4 Ficha de control de inspección

En el inventario técnico del departamento de mantenimiento es bueno y es práctico contar con una hoja o ficha de chequeo para la inspección.

La lista de revisión ordena al inspector todos los puntos a ser supervisados en cualquier pieza del equipo. También evita dejar cosas a la memoria, teniendo donde anotar datos como: fecha de inspección y el nombre de la persona que inspeccionó. Es necesario hacer esta lista simple y fácil de entender, de otra manera, su uso complicará la tarea de papeleo que ha de tratar de mantenerse al mínimo para que sea funcional. La ficha de revisión de inspección tiene un doble propósito, porque además recuerda al supervisor como control de que las inspecciones se estén cumpliendo en la fecha estipulada. El uso de esta ficha es importante, pues, los datos, anotados en ésta generan luego órdenes de trabajo específicas para las máquinas que presenten problema en la inspección y hayan sido anotadas en la ficha respectiva.

5.4.1 Operaciones de lubricación

Un problema importante al que se han enfrentado los Ingenieros Mecánicos a través de los años ha sido el de cómo evitar las pérdidas de energía útil debida a la fricción. Se ha estimado que de toda la energía producida en el mundo, se pierde por fricción, una parte de la misma. La fricción se puede definir como la fuerza de oposición que se desarrolla cuando dos superficies se mueven una con respecto de la otra.

La lubricación se define como el arte de reducir la fricción desarrollada entre dos superficies que se están moviendo una con respecto de la otra.

La lubricación es un procedimiento para reducir la fricción o rozamiento en los cojinetes y superficies deslizantes en las máquinas, disminuyendo así el desgaste, calentamiento y posibilidad de agarrotamiento de las piezas. Aunque la presencia de una capa de aceite elimina el rozamiento excesivo en el contacto metal contra metal, hay que tener en cuenta el rozamiento de la capacidad de aceite. Por ello, el estudio de la lubricación se ocupa principalmente de los fenómenos relacionados con la película de aceite existente entre las partes móviles. Los aceites que más se manejan en nuestro medio son los aceites con base mineral.

El aceite mineral es el que se obtiene de la destilación primaria y secundaria. Para la elaboración del aceite mineral se aconseja los crudos parafínicos y nafténicos para luego pasarlos a la torre de destilación. El aceite mineral es un aceite puro, es decir no tiene aditivos.

La lubricación es una de las actividades más importantes en el mantenimiento preventivo. La vida útil del equipo depende en gran parte de una correcta lubricación, pues un alto porcentaje de averías son consecuencia de lubricación defectuosa. La planificación de la lubricación parte de la información dada por el fabricante de los equipos en cuanto a localización de puntos que necesiten lubricantes, periódica aplicación, cambio y limpieza, tipo de lubricante, viscosidad de los mismos, etc.

Disponer en el taller todos los aceites y grasas recomendados por los fabricantes de los equipos, llevará a tener una existencia muy grande y variada, con el consiguiente encarecimiento de operaciones y dificultad de adquisición. Para proceder a la normalización se tabularán las propiedades de los lubricantes requeridos, como:

- Características (densidad, viscosidad, índice de viscosidad, etc.)

- Denominación comercial.
- Indicación de utilización.

Con estos datos se efectúa una comparación con los lubricantes existentes para elegir los más indicados.

También se necesita información sobre la frecuencia de aplicación en cada punto, tipo de lubricante a emplear, limpieza de depósitos y renovación. Las actividades de limpieza tratan sobre la conservación, señalización, acondicionamiento cromático y prevención contra la corrosión.

5.4.2 Revisiones preventivas

Esta es una labor sistemática en la cual se fundamenta el éxito del mantenimiento preventivo y consiste en recoger información sobre el estado de las partes de los camiones con el fin de detectar posibles puntos de fallo o partes descompuestas, dicha información será utilizada para programar una parada de corrección o para generar una orden de mantenimiento correctivo.

5.4.3 Correcciones preventivas

Tienen lugar antes de que ocurra una falla, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el equipo, sino que se hace a determinados ciclos de tiempo. Se realiza a razón de la experiencia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicha corrección.

5.5 Orden de trabajo

Un cierto número de órdenes de trabajo se requieren para describir las tareas a efectuar la reparación general en determinado período, para controlar la calidad de la mano de obra, tiempo, ejecución, mediante el establecimiento de una asignación máxima de horas por cada tarea que permita establecer la cuenta del tiempo acumulado. Las órdenes de trabajo del Departamento de Mantenimiento pueden ser generadas de diferentes formas.

- a. Visitas
- b. Inspecciones
- c. Fallas de los sistemas auxiliares
- d. Averías de partes mecánicas.

Cuando el conductor de un camión detecta una anomalía, durante una inspección, y no puede ser reparada o eliminada en el transcurso de la misma, anotará en su lista de revisión que el equipo no está en condiciones de trabajo.

Luego, el mecánico deberá emitir una orden de trabajo para reparar el camión. Se hará una orden de trabajo por cada camión que requiera reparaciones, para poder llevar un control sobre las mismas.

En la orden de trabajo, se deberá indicar la prioridad de la reparación, así como la reparación necesaria, también deberá llevar datos referentes al vehículo que hay que reparar.

5.6 Informes de prioridad

Su objetivo es mejorar la efectividad del trabajo de mantenimiento programado. Aquí es donde se detallan todas las órdenes de trabajo recibidas durante un intervalo de tiempo, y se califican de acuerdo con el tiempo y prioridad en la reparación del equipo, tomando en cuenta la mano de obra, la maquinaria disponible, así como el área de trabajo, y donde viene la tarea que se va a realizar.

Figura 7. Orden de trabajo por día

Orden de Trabajo

No. de Orden: _____

Fecha: _____

Nombre del _____

Mecánico: _____

Nombre del Ayudante: _____

No. de Unidad: _____

Segmento	Descripción de los trabajos	Tiempo (Hrs.)

Requisiciones aplicadas

No. Req.: _____

Fecha: _____

Tiempo estimado: _____

Tiempo real utilizado: _____

Observaciones: _____

Tiempo utilizado (Hrs.)

Del Día: _____

Al Día: _____

Día: _____

Horas: _____

Jefe de Taller: _____

Figura 9. Control de combustible

Control de Gasto de Combustibles

Bitácora No. _____ Interior de País _____ Tipo de Vehículo _____ Modelo _____ Marca _____
 _____ Placa _____ Motor No. _____ Chasis No. _____ Unidad Administrativa _____

No.	Descripción de Recorrido		Número de Kilómetros							
	De	Para	Salida	Hora	Entrada	Hora	Recorrido	Fecha	Nombre	Firma
01										
02										
03										
04										
05										
06										
07										
08										
09										

Notas :Es obligatorio llenar los datos de está bitácora.
 Tendrá que ser firmada y sellada en cada comisión.

Figura 10. Reporte de actividades

Reporte Diario de Actividades de Talleres

Fecha _____
Mecánico _____
Ayudante _____

Soldador _____
Electromecánico _____

Máquina	Código	Tipo de Trabajo Realizado

Figura 11. Formato de vale

Guatemala, _____

Vale No. _____

Kardex No. _____

A bodega de lubricantes y aditivos, para maquinaria y vehículos por lo siguiente:

Para el vehículo: _____

Responsable: _____

Jefatura del Depto. de Operaciones

Figura 12. Control de desgastes de Neumáticos

Control de Desgaste Neumáticos

Fecha: _____ Código de Camión: _____
 Kilometraje: _____ Horòmetro: _____
 Mediciones en mm/plg. Uso normal 1.6 (0.063) Uso a alta velocidad 3.2 (0.126)

	Marca del Neumático	Serie Radial/Convencional	Tamaño (1000-20 1100-260)	Presión Nominal (Psi)	Estado (Bueno, Regular, Malo)	Profundidad de los surcos : Nervaduras Teturas Mixtos.	Desgast e mm/plg
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Mecánico: _____

Figura 13. Formulario de rutina diaria

Rutina Diaria Pre-Operación

Fecha: _____
 Kilometraje: _____
 Horòmetro: _____

En Orden	A
Con Defecto	B
Reparación	C

	A	B	C
Nivel de aceite del motor			
Nivel de aceite hidráulico del timón			
Nivel de agua del radiador			
Nivel de agua de la batería y estado de terminales			
Nivel de liquido del embrague (clutch)			
Nivel de liquido de los frenos			
Revisión de Fusibles			
Estado de las bandas (fajas) y mangueras			
Presión de aire de las llantas			
Llanta de repuesto			
Herramientas			
Limpieza general del vehículo			

6 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

6.1 Sistema de alimentación de combustible

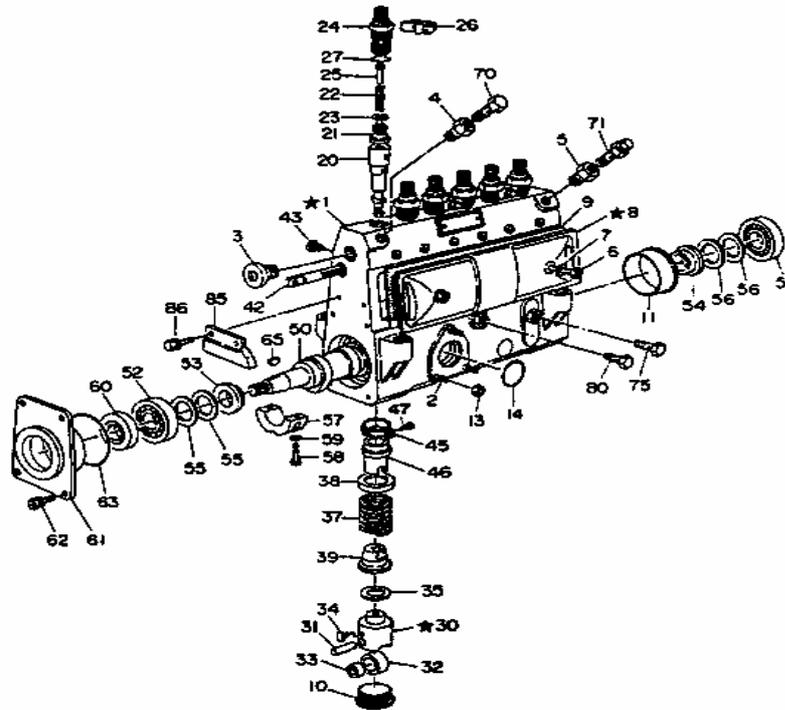
El combustible aspirado, pasa por el filtro hasta la bomba de alimentación, luego se dirige hacia la carcasa de la bomba. Este es comprimido a alta presión y distribuido a los inyectores para depositarlo en la cámara de combustión (Fig. 4, Pág. 17). El exceso de combustible en la carcasa de la bomba, fluye por el tubo de retorno y regresa al tanque de combustible. El ciclo permite enfriar y lubricar la bomba, además, al fluir a través de la cámara de la bomba el combustible se calienta, de manera que no se vuelve denso a bajas temperaturas.

6.1.1 Bomba de inyección

Para comprobar el funcionamiento de la bomba de inyección, se debe de realizar de la siguiente manera:

1. Compruebe la funcionalidad correcta de la bomba de inyección en un laboratorio especializado.
2. Purgue el aire del sistema de combustible.

Figura 14. Diagrama de una bomba de inyección diesel



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

6.1.2 Prueba a inyectores

Esta prueba se debe realizar con un probador especial de inyectores (fig. 15, Pág. 50), también se debe comprobar la presión de inyección y el patrón de atomizado.

El procedimiento para realizar esta prueba es el siguiente:

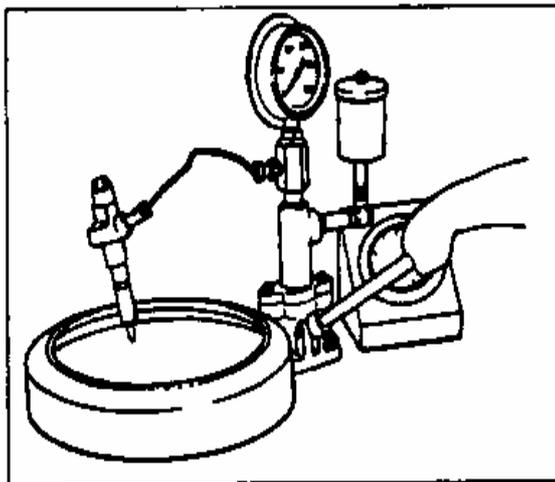
1. Afloje la tuerca de sujeción del inyector

2. Con el tornillo de fijación flojo, coloque el inyector en el probador de presiones, bombee de 2 a 3 veces para limpiar la posible suciedad del inyector y verifique la presión y el patrón de atomizado.
3. Si fuera necesario ajuste la presión de inyección con el tornillo.
4. Al mismo tiempo que ajusta la presión de inyección con el probador de presiones para toberas, compruebe si el orificio de inyección esta bloqueado, el patrón de atomización y si existe alguna fuga de combustible en el orificio de inyección. Cuando esté dañado un inyector, reemplácelo.
5. Después de apretar la tuerca ciega al par especificado (4.0 – 5.0 Kg. –m o 29.0 – 36.0 lb. –pie), confirme la presión de inyección y el patrón de atomización.

La presión correcta de inyección de la tobera para los siguientes modelos de motor es:

Modelo de Motor	Presión de tobera Kg. / cm ² . (lb. / plg ²)
PF6, PF6TA	200 (2,844)
PF6T, PF6TB	230 (3,271)
RF8	220 (3,128)
RE10	220 (3,128)

Figura 15. Prueba de la presión de inyección de tobera



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

6.1.3 Comprobación del funcionamiento de la bomba alimentadora de combustible

Esta comprobación se debe de llevar a cabo mediante el siguiente método:

- Conectar un tubo o manguera en el orificio de succión de la bomba y hacer funcionar el pistón de movimiento del balancín a un ritmo de 80 veces por minuto. El funcionamiento de la bomba es normal si se puede aspirar el combustible desde 1 metro de distancia en un minuto.

6.1.4 Cambio de filtro primario de combustible

Se deben drenar los sedimentos en un intervalo de 5,000 Km. o 3,000 millas y para cambiarlo se debe de hacer a cada 30,000 Km. o 18,000 millas, ó cuando sea necesario, este mantenimiento se debe hacer para los motores de las series CK, CD, CW, CG de la marca Nissan.

Procedimiento de recambio.

1. Se coloca un recipiente debajo de la llave de drenaje y se drena el combustible y los sedimentos.
2. Afloje el perno central y quite la caja del filtro, y el elemento.
3. Limpie cada pieza.
4. Cambie el elemento y las empaquetaduras.
5. Vuelva a armar cada pieza correctamente. Después de armarlas asegúrese de purgar el aire del sistema de combustible.

6.1.5 Cambio de filtro secundario de combustible

Este se debe hacer a un intervalo de 5,000 kilómetros para poder conservar en buenas condiciones el sistema de alimentación de combustible de los camiones.

6.1.6 Depurador de aire

Es un dispositivo que consta de un filtro tipo seco, es un elemento individual, su mantenimiento se debe realizar en un intervalo de inspección y limpieza a cada 10,000 Km. (6,000 millas) o cuando se encienda el testigo si está instalado en el elemento del depurador de aire, esto debe hacerse con el fin de evitar que se vayan partículas de polvo a la cámara de combustión y que se sature bloqueando el paso de aire del motor.

Con el manejo del depurador de aire se deben tener algunas precauciones:

1. Asegúrese de instalar el elemento y la cubierta con seguridad. Si se instala floja puede entrar polvo, y el depurador dejara de funcionar normalmente.
2. No toque el papel del filtro del elemento directamente con las manos, tenga cuidado especialmente de no manchar el elemento con aceite.

6.1.7 Inspección y limpieza del filtro de aire

Modo de inspección:

Tipo seco: Quite el elemento y compruebe que el papel filtrador no está contaminado ni dañado, limpie la cubierta de polvo, no saque el elemento interno a menos que sea necesario cambiarlo, nunca limpie el elemento interno con aire comprimido.

Figura 16. Inspección y limpieza del elemento del filtro de aire



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

6.2 Sistema de lubricación

Procedimientos de mantenimiento:

Para mantener el sistema de lubricación en perfectas condiciones es necesario inspeccionar la bomba de aceite, indicador de presión de aceite en conductos y hacerle sus cambios de aceite al motor.

6.2.1 Bomba de aceite

Modo de inspección:

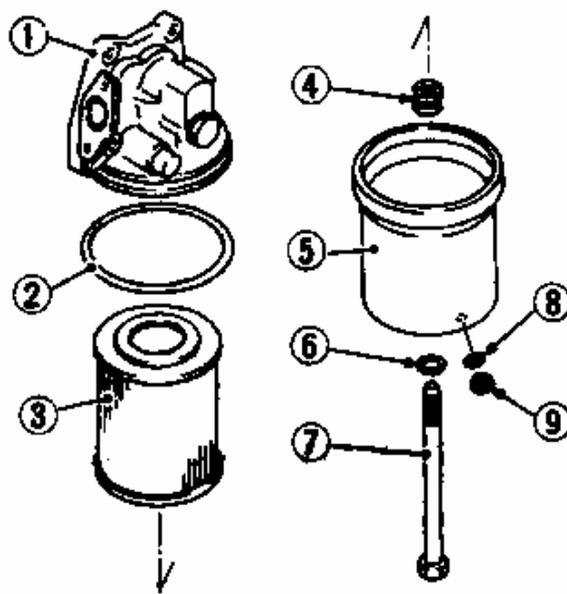
1. Desmontar el carter del motor.
2. Aflojar los tornillos de sujeción de la bomba.
3. Verificar el estado del colector del aceite.
4. Verificar el estado de los engranajes y si los engranes estuviesen desgastados, reemplazar la bomba.

6.2.2 Filtro de aceite del motor

Procedimiento de recambio:

1. Aflojar el tapón de suministro de aceite, quitar los tapones de drenaje del fondo del carter y drenar completamente el aceite.
2. Retirar la caja del filtro, limpiar todas las piezas, excepto el elemento filtrante, tirar este elemento viejo y reemplazarlo por uno nuevo.
3. Monte cada pieza correctamente.

Figura 17. Elemento de filtro de aceite



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

6.2.3 Lubricación de la transmisión

El lubricante adecuado para las transmisiones de estos camiones son de viscosidad SAE 80W, 80W/90, 85W/90, 90 (ver Fig. 18 Pág. 56). El cambio del mismo se realiza de la siguiente manera:

4. Colocar el recipiente bajo el tapón de drenaje, quitar el mismo y vacar todo el aceite de la transmisión.

Nota: el tapón de drenaje tiene un imán, remover cualquier partícula de hierro que pueda estar adherida antes de colocar de nuevo el tapón.

5. Colocar y apretar el tapón de drenaje a un par de apriete de 12 -14 kg. -m (87 – 101 Lb. -pie).
6. Verter aceite hasta que el mismo rebose por el orificio de suministro.

7. Colocar y apretar el tapón de suministro de aceite al mismo par de apriete que el tapón de drenaje.

6.2.4 Lubricación del diferencial

El lubricante adecuado para estos diferenciales especialmente para estos engranajes hipodes son 80W/90, 90, 80W/140, 85W/140, 140, todos estos lubricantes se diferencian uno de otro por el grado de temperatura que puedan soportar, y, por el tipo de aditivos que contengan éstos van dependiendo de la marca del lubricante.

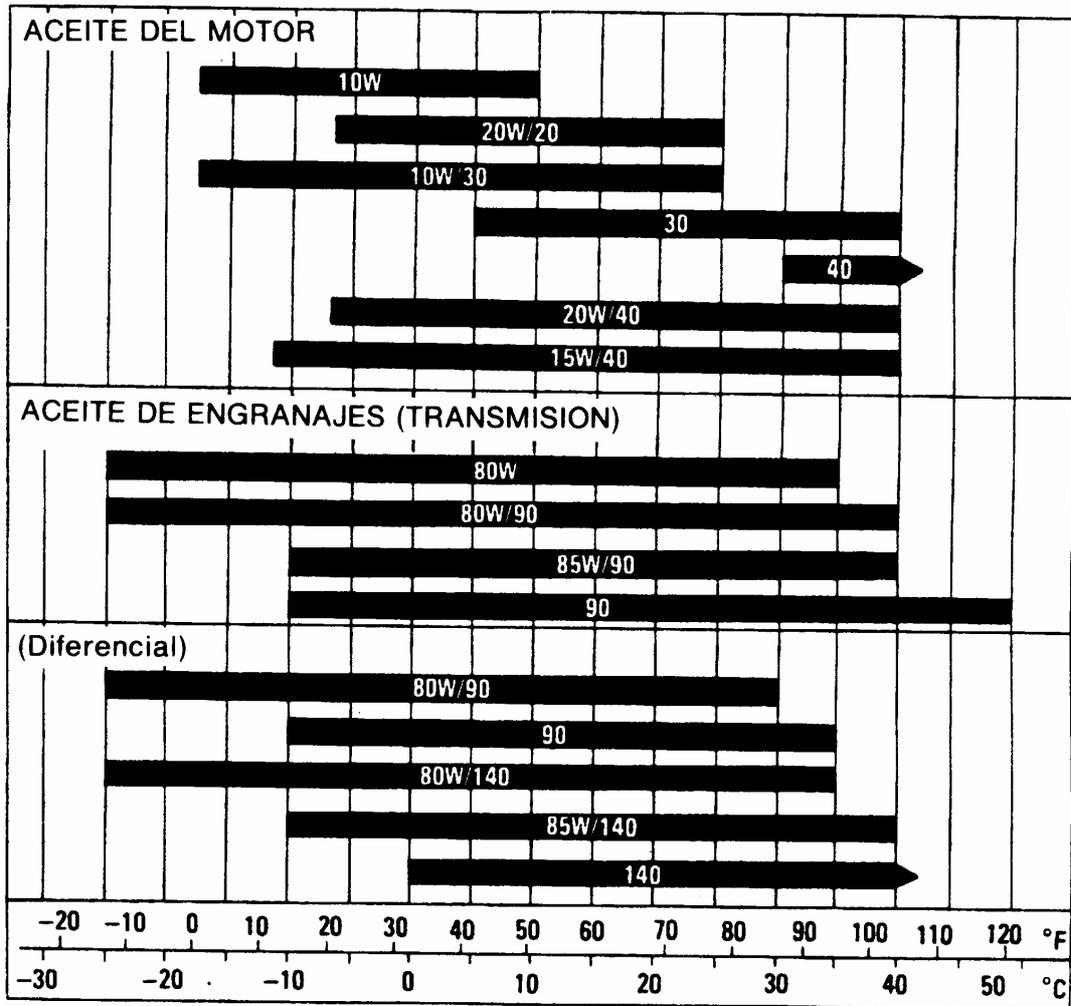
El procedimiento para el cambio del mismo es el siguiente:

8. Para drenar el aceite, remueva el tapón de drenaje, limpie el imán del mismo, puesto que suele acumular partículas de hierro, luego coloque nuevamente el tapón.
9. Para llenar, remueva el tapón de suministro y añada aceite en el deposito, hasta que rebose por el orificio de suministro

6.2.5 Lubricantes recomendados

Estos deben ser utilizados en base al tipo, grado SAE y poseer la designación API adecuada. Con estas dos informaciones podemos escoger el mejor lubricante para vehículos.

Figura 18. Clasificación SAE de los aceites



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

6.2.6 Cuadro de normas internacionales de lubricación

Tipo	Categoría	Punto de Lubricación		Programa			Observaciones
				Primer Cambio	Suministro Periódico	Cambio Periódico	
Aceite de Motor marca MOTUL	API CC o CD	Motor		Cada 5,000 Km.	--	Cada 10,000 Km.	Utilizar aceite de motor clase API CD para motores turboalimentado Para más detalles consulte el cuadro de viscosidades SAE (figura 18)
			Con filtro de aceite de derivación de tamaño grande	Cada 5,000 Km.		Cada 15,000 Km.	
Aceite de engranajes marca MOTUL	API GL-5	Diferencial		Después de 5,000 Km.	--	Cada 30,000 Km.	Engranaje diferencial hipoides. Para más detalles, consulte cuadro de viscosidades SAE (figura 18).
	API GL-4	Transmisión (excepto transmisión Fuller)		Después de 5,000 Km.	--	Cada 30,000 Km.	Para más detalles, consulte cuadro de viscosidades SAE (figura 18).
		Caja del mecanismo de dirección manual					
Fluido de la servodirección marca MOTUL	Dexron o Dexron II (Tipo GMATF)	Sistema de Servodirección		Después de 5,000 Km.	--	Cada 60,000 Km.	
Fluido del freno y embrague marca WAGNER	DOT-3 US FMVSS No. 116	Sistema de freno y embrague		--	--	Anualmente	
Anticongelante marca MOTUL	Base de glicoleno	Sistema de refrigeración del motor		--	--	Anualmente	LLC

6.3 Sistema de enfriamiento

Los sistemas de enfriamiento son necesarios para disipar el calor sobrante, que es suministrado al cilindro de un motor al quemar el combustible, lo cual hace necesario la revisión de los siguientes componentes

6.3.1 Bomba de agua

Cuando ésta da problemas es mejor reemplazarla por una nueva debido a que el costo de reparación es similar al costo de una de reemplazo nueva.

6.3.2 Líquido refrigerante

Se debe utilizar una mezcla de agua y de refrigerante, aunque hoy en día existen refrigerantes que no necesitan mezclarse. Hay que mantener la tapa del sistema de enfriamiento siempre encajada totalmente. Nunca hay que eliminar el termostato.

6.3.3 Precauciones relacionadas con el uso de refrigerantes

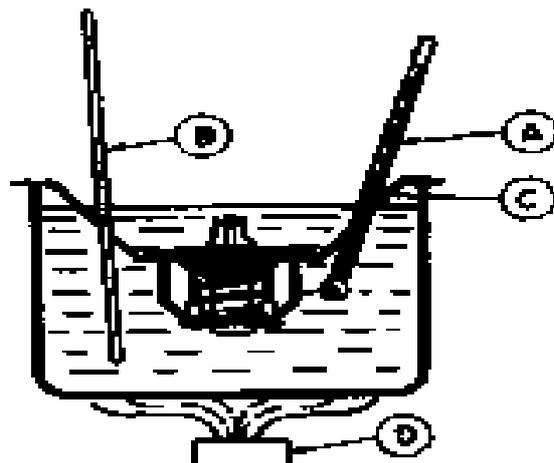
Las precauciones generales que hay que tener en cuenta relacionadas con el uso de refrigerantes son:

1. Utilice siempre agua del grifo o suave para la mezcla con el refrigerante.
2. No mezcle diferentes marcas de refrigerantes porque pudieran tener aditivos especiales. La mezcla de diferentes marcas suele disminuir el efecto de los aditivos.
3. Antes de usar un refrigerante, compruebe con cuidado el motor, radiador y mangueras por si hubiera señales de fugas de agua.
4. No utilizar un refrigerante usado.

6.3.4 Método de inspección del funcionamiento del termostato

Se quita el termostato y se comprueba la temperatura de apertura de la válvula de desahogo y la elevación de la misma, utilizando un termostato, una varilla, y una fuente de calor. Cambiar el termostato si estuviese muy desgastado.

Figura 19. Inspección de termostato



- (A) : TERMOMETRO
- (B) : VARILLA
- (C) : SOPORTE DEL TERMOSTATO
- (D) : FUENTE DE CALOR

Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

6.3.5 Nivel del líquido de refrigeración

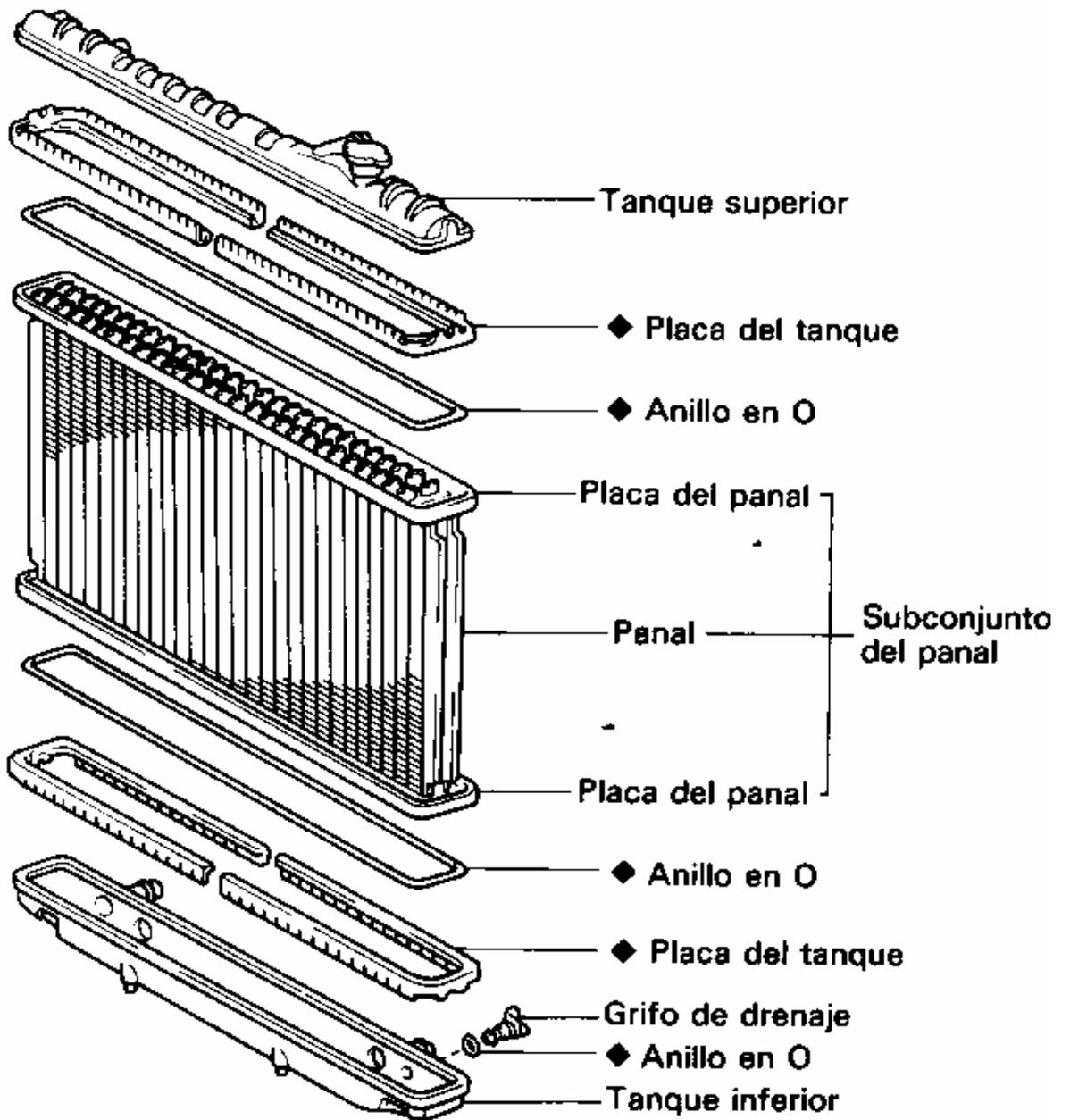
El sistema de refrigeración deberá estar lleno hasta el borde de la boca de llenado. El agregado de agua al sistema, cuando sea necesario deberá efectuarse de preferencia con el motor frío. Si fuera necesario, se deberá reponer una cantidad de líquido grande, y agregar al sistema agua potable con 1% de aceite soluble anticorrosivo por litro de agua. No hay que retirar la tapa del sistema de refrigeración cuando la temperatura del motor sea superior a 90° C, por que podría causarle una quemadura.

6.3.6 Radiador

El procedimiento para el mantenimiento del radiador es el siguiente:

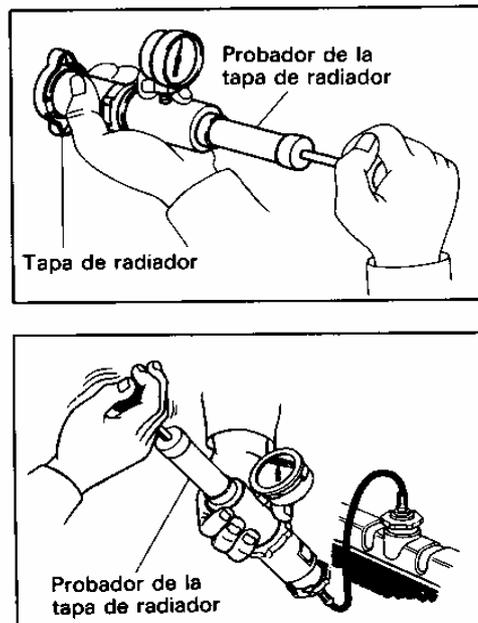
5. Usando agua o un limpiador a vapor, remueva la suciedad del panel.
6. Inspeccione la tapa usando un probador, bombee el probador y mida la presión de abertura de la válvula de desahogo. La presión de abertura estándar es 0.75 – 1.05 kg. -cm^2 (74 -103 kpa).
7. Inspeccione si hay fugas en el sistema de enfriamiento de la siguiente manera:
 - o Llene el radiador con el líquido refrigerante y fije el probador de tapa del radiador.
 - o Caliente el motor.
 - o Bombee el probador a 1.2 Kg. -cm^2 y confirme que no baje la presión. Si esta bajase, revise si existe alguna fuga en las mangueras, el radiador o la bomba de agua, si no se observan fugas externas, revise el núcleo del calentador, el bloque de motor y el núcleo de los cilindros.

Figura 20. Diagrama de radiador



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

Figura 21. Diagrama de la prueba de la tapa del radiador



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

6.4 Sistema Eléctrico

Para poder tener en perfectas condiciones el sistema eléctrico es necesario revisar:

8. Fusibles
9. Estado de batería
10. Conductibilidad de los cables
11. Estado de las lámparas

6.4.1 Batería

Las baterías es un recurso electroquímico que convierte la energía química.

Procedimiento de mantenimiento:

12. Comprobar que los terminales no se encuentren flojos.
13. Comprobar el nivel y la gravedad específica del electrolito si son baterías selladas son libres de mantenimiento.
14. Estado de las terminales.

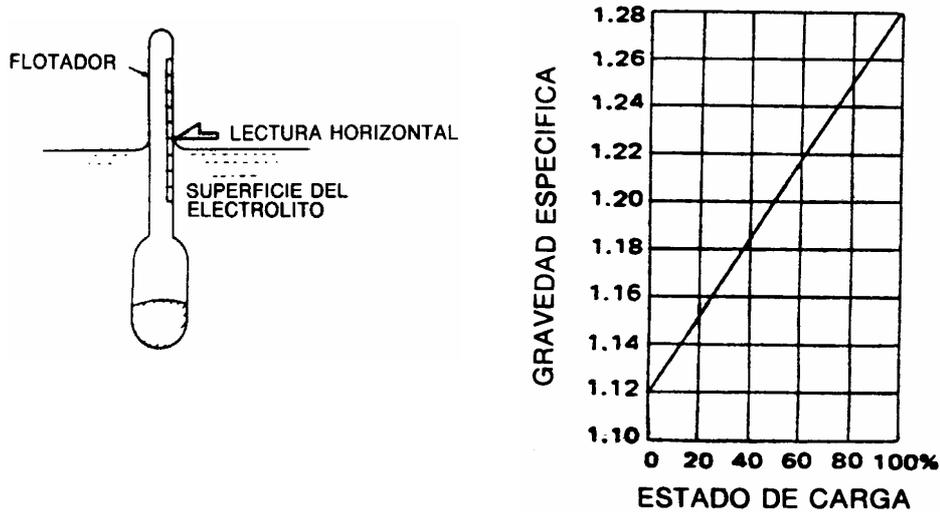
6.4.2 Comprobación del nivel del electrolito de la batería

Modo de inspección: mida la gravedad específica de la batería con un densímetro, tome la lectura en el punto de mayor volumen del electrolito debido a la tensión de la superficie, la gravedad específica estándar es de 1.2 a 1.27 cuando la temperatura del electrolito es de 20° C añada electrolito y cargue la batería.

6.4.3 Fusibles

Antes de sustituir un fusible hay que determinar la causa por la cual se quemó y se deben utilizar solamente fusibles con la capacidad en amperios recomendada para ese circuito. Se recomienda llevar fusibles de repuestos de cada uno de los amperajes, para emergencia en tránsito.

Figura 22. Comprobación de la gravedad específica del electrolito en una batería



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

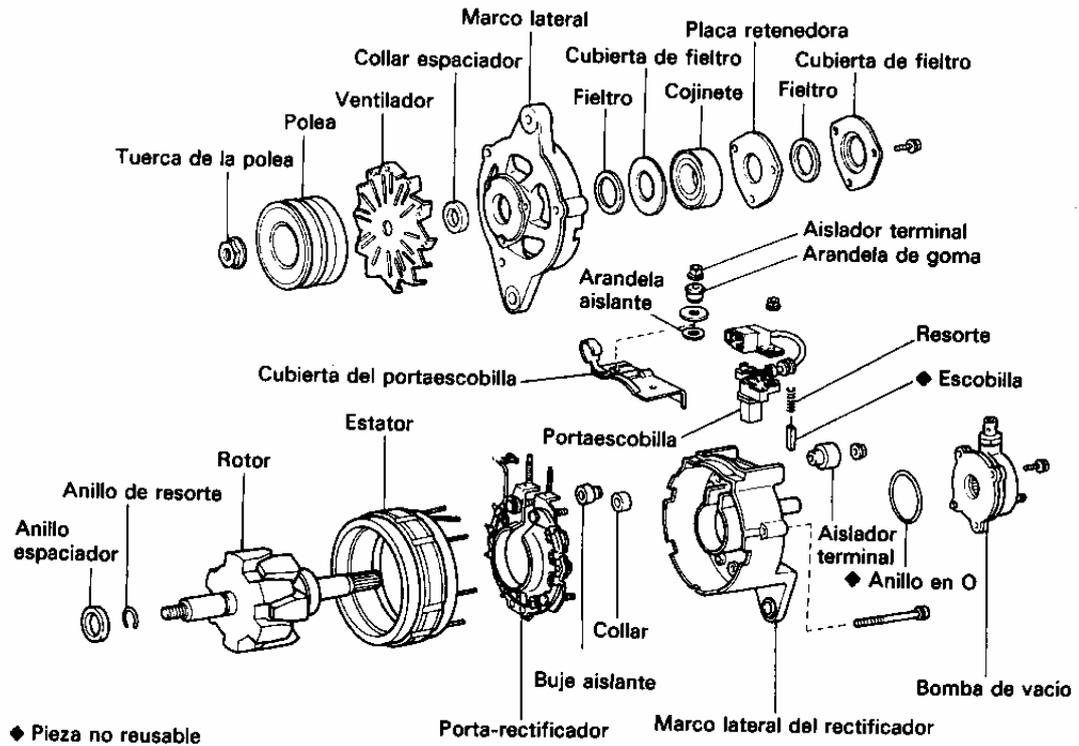
6.4.4 Alternador

Procedimiento de Mantenimiento:

Este tipo de componentes no dependen de muchas partes reemplazables durante su vida útil, para poder tener un mejor control del mismo y poder saber que está en un funcionamiento óptimo se recomienda realizar las siguientes pruebas:

15. Conecte un voltímetro y un amperímetro al circuito de carga.
16. Revise el circuito, con el motor funcionando en marcha en vacío a 2,000 r.p.m., tome la lectura del amperímetro que tiene que estar en 10 amperios o menos, y del voltímetro el cual debe marcar de 13.8 a 14.8 voltios. Si las lecturas están en estos rangos, el alternador del camión se encuentra en condiciones aceptables de trabajo.

Figura 23. Diagrama de un alternador



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

6.4.5 Motor de arranque

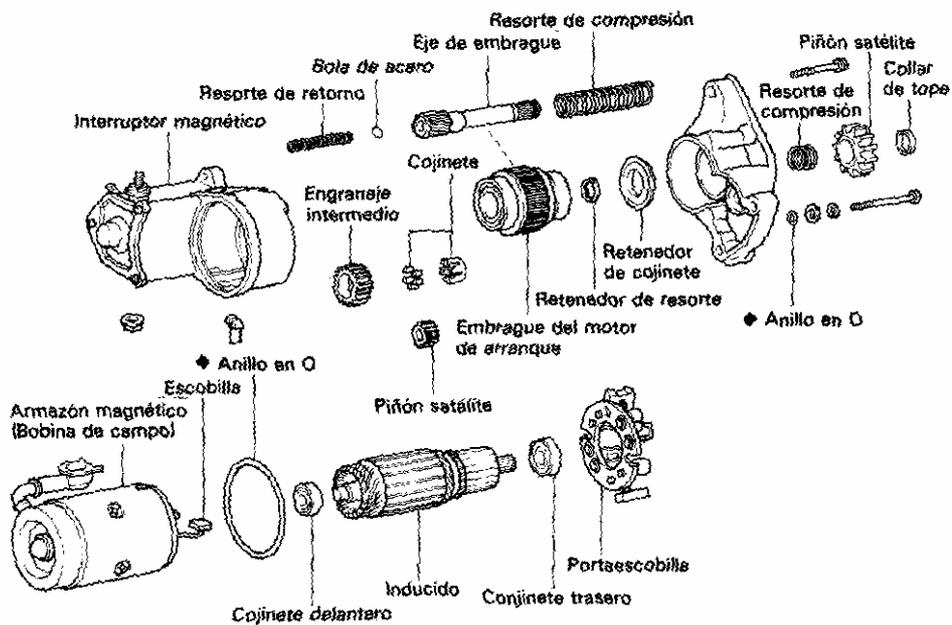
No hay que accionar el arranque por más de 10 segundos sin interrupción. Cuando el motor no consigue funcionar, deje un mínimo de 30 segundos antes de accionar el arranque nuevamente, si después de algunos intentos el motor no consigue arrancar, se buscan las causas probables de falla y se corrigen para una mejor protección del motor de arranque. Nunca realice las siguientes operaciones:

- a. Utilizar el motor de arranque para purgar el motor
- b. Accionar el arranque con una marcha engranada.

- c. Soltar la llave de contacto inmediatamente que el motor comience a funcionar, y no accionar el arranque con el motor funcionando.

El motor de arranque es un componente que requiere de poco o nulo mantenimiento, principalmente en este tipo de componentes los puntos en los cuales se tiene que prestar atención son: el revisar la condición en que se encuentran los dientes del piñón satélite, estado de las escobillas, estado del embrague y sus cojinetes y una inspección de circuito abierto en la bobina de enganche.

Figura 24. Diagrama de un motor de arranque (estárter)



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

6.5 Sistema de frenos

Procedimientos de mantenimiento:

1. Revisión del estado de las fricciones.
2. Revisión de tubería.
3. Revisión de válvulas neumáticas.
4. Revisión de nivel de líquido de frenos.

6.5.1 Freno de estacionamiento

Se debe mover la palanca de la válvula de mando hacia fuera y desplazarla hacia abajo, y verificar si la presión neumática es insuficiente para accionarlo. La lámpara de control en el tablero de instrumentos permanecerá encendida, entonces se deberá esperar un momento hasta que se apague. También se puede utilizar en algunos casos cuando falla el freno de servicio. Como freno de emergencia.

6.5.2 Comprobación del nivel del fluido de los frenos

Se debe comprobar el nivel del fluido en el depósito. El nivel del fluido es normal si está entre las marcas de nivel alto, y bajo si no hay suficiente fluido de frenos, llene el depósito hasta el nivel alto una vez comprobado que no existen fugas.

6.5.3 Carrera de la varilla de empuje de la cámara de frenos

La carrera de la varilla de empuje del pedal de frenos se puede inspeccionar de la siguiente manera, se inflan las ruedas al nivel de presión normal luego se coloca una regla en la varilla de la cámara de frenos, y se pide ayuda a una persona para que pise el pedal de frenos y se mide el movimiento de la varilla de empuje. Las mediciones se deben repetir por lo menos unas tres veces.

6.5.4 Purga del sistema de freno

Para poder purgar el sistema de frenos aire-hidráulico (ver Fig. 5 Pág. 18) se debe tener una presión de 2 a 3 Kg. /cm² teniendo esta presión se debe hacer lo siguiente:

1. Llenar el depósito con fluido de frenos. Rellenar el depósito con frecuencia durante la operación de purga del aire para que no entre aire en las tuberías de los frenos.
2. Levantar la tapa de goma del tornillo de purga de aire y conecte un tubo de vinilo. Introduzca el extremo del tubo de vinilo en una botella.
3. Pise el pedal de freno lentamente, al mismo tiempo, gire el tornillo de purga de aire a la izquierda.
4. Observe las burbujas que se forman en el tubo de vinilo, apriete el tornillo de purga de aire cuando el pedal llegue al fondo. A continuación, suelte pedal.
5. Repita la operación hasta que no salgan burbujas.
6. Llene el depósito con líquido de frenos hasta el nivel indicado.

6.5.5 Comprobación del freno de escape del motor

Para comprobar el freno de escape se debe hacer de la siguiente manera:

1. Compruebe que no se ejerce ninguna presión en los pedales del acelerador y del embrague.
2. Compruebe que el freno de escape funciona normalmente y que el indicador se enciende cuando se acciona el interruptor del freno de escape.

6.6 Sistema de Embrague

Para mantener el sistema de embrague en perfectas condiciones, es necesario revisar los siguientes mecanismos, bomba central, bomba auxiliar, horquilla, collarín, canasta, y disco.

6.6.1 Purga del sistema de embrague

Para poder purgar el sistema de embrague se debe llevar un el siguiente procedimiento.

1. Prepare un tubo de vinilo de 6 mm. de diámetro y 1 metro de largo.
2. Ajuste un extremo del tubo de vinilo en el tornillo de purga de aire en el servo embrague e introduzca el otro extremo con fluido de frenos.
3. Llene el depósito de aceite con fluido de frenos.
4. Pise el pedal del embrague y afloje el tornillo de purga de aire.
5. Apriete el tornillo de purga de aire y suelte el pedal del embrague.
6. Repita los pasos 4 y 5 hasta que no salgan burbujas de aire en el líquido que sale del tubo vinilo.

6.6.2 Comprobación del funcionamiento del embrague

El funcionamiento del embrague se debe hacer de la siguiente manera:

1. Con el motor en ralentí, pise el pedal del embrague y compruebe que no hayan ruidos raros ni se aprecien otras anormalidades, también se debe comprobar que se embraga suavemente cuando la transmisión esté en primera y en marcha atrás.
2. Para comprobar el patinamiento y la acción del embrague, se debe poner el vehículo en marcha soltando poco a poco el pedal del embrague.

6.6.3 Ajuste del pedal de embrague

Para poder ajustar el pedal de embrague se debe hacer de la siguiente manera:

1. Quitar la funda del cilindro maestro, asegurándose que el pistón vuelva a su posición original.
2. Aflojar la contratuerca. Girando a mano la varilla de empuje hasta que toque el pistón, después retroceder la varilla de empuje una vuelta completa y luego apretar la contratuerca.
3. El juego del pedal del embrague debe oscilar entre unos 35 y 55 milímetros (1.38 – 2.17 pulgadas).

6.7 Sistema de suspensión

Una de las partes más características de un camión es, sin duda, la suspensión. Estos tipos de suspensiones de ballestas se caracterizan por ser muy rígidas y se ve en todos los vehículos de transporte pesado porque son diseñadas para resistir mucho peso.

6.7.1 Ballestas

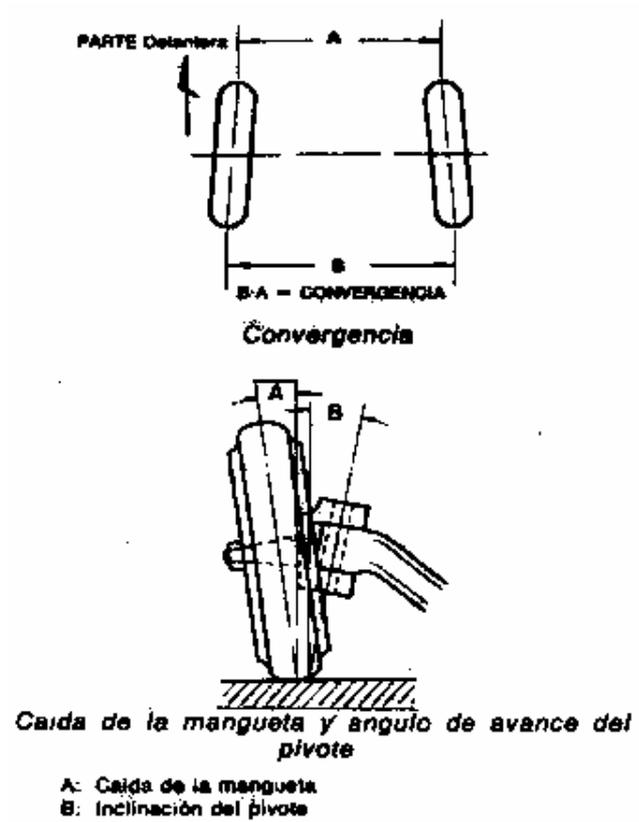
Procedimientos de mantenimientos:

1. Revisión del estado de las lañas.
2. Revisión de tornillo de centro.
3. Revisión de bujes.

6.7.2 Método de inspección del paralelismo de las ruedas

Para inspeccionar el paralelismo de las ruedas es conveniente medir la convergencia, el ángulo de avance del pivote y la caída de la mangueta con un probador de paralelismo de ruedas, para realizar estos trabajos hay que tener ciertos criterios como: modelo de eje, convergencia, para esto hay que tener en cuenta el tipo de neumático; si es normal, tiene 2 milímetros de inclinación, y si es radial no tiene inclinación, la caída de la mangueta es de 1 grado y la inclinación del pivote de dirección es de 7 grados esto para neumáticos radiales y normales.

Figura 25. Inspección del paralelismo de las ruedas



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

6.7.3 Amortiguadores

Procedimientos de mantenimiento:

1. Revisión de bujes.
2. Revisión del estado del amortiguador.

6.7.4 Barra estabilizadora

La barra estabilizadora es otro componente de la suspensión, suele colocarse en la parte delantera con la misión de impedir que la ballesta se comprima excesivamente mientras la del otro lado se distiende.

6.8 Sistema de dirección hidráulica

El sistema de dirección es un conjunto de mecanismos mediante los cuales pueden orientarse las ruedas directrices (delanteras) de un vehículo.

6.8.1 Servo dirección

Es un mecanismo que ayuda al sistema de dirección, ya que permite el confort de los conductores dándole una mejor suavidad al volante para poder dirigir el giro de los neumáticos.

6.8.2 Lubricación de la servo dirección

El lubricante recomendado para la servo dirección de los camiones es el Dexron o Dexron II tipo GMATF, este lubricante es el recomendado por el fabricante, el primer cambio se debe realizar a los primeros 5,000 km. o 3,000 millas y los servicios de mantenimiento preventivo se deben realizar a cada 30,00 Km. o 18,00 millas.

6.8.3 Comprobación del mecanismo de dirección

Para determinar el estado del mecanismo de dirección, es necesario revisar si el engranaje del mecanismo sinfín y el engranaje del eje sector están desgastados o dañados en las superficies de los dientes de engranaje.

6.8.4 Holgura entre la articulación y el eje delantero

La holgura entre la articulación del eje delantero se debe realizar utilizando un calibrador de espesores entre la articulación y el eje delantero y comprobar si el juego axial del pivote de dirección cumple con las normas establecidas.

6.8.5 Método de inspección del desgaste y deterioro de las juntas de varillas y brazos

Este método se debe realizar de la siguiente manera:

7. Comprobar el desgaste, debilidad y rotura de la junta de la rótula, asiento de la rótula, resorte, de cada junta. Comprobar la holgura de la barra de acoplamiento de la dirección.
8. Comprobar el desgaste del eje de sector y del brazo de dirección.

6.9 Tipo de Palancas

Dependiendo de la marca del camión, y el modelo están dotados de varias palancas que le sirve para accionar algunos mandos.

6.9.1 Palancas de preselección del alcance de la transferencia

Esta palanca se usa solamente una vez durante la secuencia de cambio a velocidades más bajas o más altas.

6.9.2 Palanca de cambios

Esta palanca es utilizada para cambiar desde la primera velocidad hasta la velocidad más alta que tenga el modelo de camión que se este conduciendo, para poder tener un optimo funcionamiento de esta palanca es necesario revisar el estado de los cables ya que las velocidades son accionadas por medio de éstos.

6.9.3 Palanca del freno de estacionamiento

Al tirar de esta palanca completamente hacia arriba al estacionar, se encenderá el testigo. Para tener el funcionamiento adecuado es necesario revisar el estado de los cables.

6.10 Neumáticos

La seguridad y desempeño del vehículo depende considerablemente del estado de los neumáticos, por lo que éstos deben ser inspeccionados regularmente (ver Fig. 26 Pág. 77).

6.10.1 Comprobación de la presión

Este es algo muy sencillo que se debe realizar con un manómetro de neumáticos, se debe comprobar el estado de la válvula para determinar alguna fuga de aire.

La presión de un neumático debe ir según el tamaño del mismo, la cual varía entre una de tamaño 1000-20 14 PR a 96 psi., 12-R22.5 16 PR a 114 psi.

6.10.2 Alineación y balanceo

Este trabajo se hace cuando ocurre un desgaste ya sea interno o externo del neumático, entonces se procede a alinear y balancear los neumáticos siempre y cuando estén en buen estado.

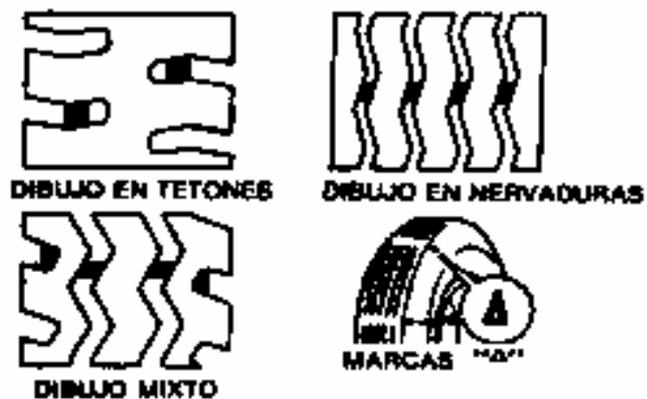
6.10.3 Método de inspección de la profundidad de los surcos y desgaste

Este método se debe realizar de la siguiente manera.

7. Comprobar si los neumáticos están desgastados parcialmente, en los flancos o anormalmente, en la cubierta.
8. Medir la profundidad del surco del neumático y comprobar si se ajusta a las normas de uso normal a 1.6 mm., y uso a alta velocidad 3.2 mm., o comprobarlo con el indicador de desgaste.

En caso de comprobar con el indicador de desgaste de los neumáticos, cuando la cubierta se haya desgastado, la profundidad del surco es menor de 1.6 mm. (0.063 pulg.) es necesario cambiar el neumático.

Figura 26. Inspección de la profundidad de los surcos y el desgaste



Fuente: Manual de Mantenimiento para Camiones Nissan UD, 1999

7. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El programa de mantenimiento será evaluado de la siguiente manera:

1. Se llevará un control de la eficiencia del recorrido antes
2. de implementar el programa.
3. Control de fallas y averías.
4. Un control de paradas por fallas.
5. Una comparación de gastos para evaluar posteriormente si se justifica el programa, con el rendimiento pre y post mantenimiento, así como también el rendimiento esperado.

7.1 Informes de mantenimiento

Los trabajos de mantenimiento rutinario de naturaleza simple también se deben registrar para asegurar un mantenimiento rápido y controlado, el tiempo y material que va a utilizar.

Estos informes regularmente tienen su origen en una llamada al departamento de mantenimiento, que se da por alguna avería ocurrida en los camiones; después de recibir dicha llamada, se puede llenar una boleta, donde se anota la fecha, tiempo estimado a efectuar la reparación, área de trabajo, naturaleza y situación del problema y datos de importancia. Una copia se enviará al Jefe Técnico de Taller para que ponga en marcha y otra se archivará para su vigencia.

7.2 Rendimiento pre y post mantenimiento

El rendimiento pre y post mantenimiento se medirá en Km./Gal., y lo podemos observar en las siguientes tablas (6 y 7 Pág. 82) de resultados, después de poner en marcha el programa de mantenimiento para los camiones de la Unidad de Convoyes del SCEP.

La evaluación fue realizada utilizando una muestra de 5 camiones de cada tipo (volteo, cisternas, cabezales, etc.) de la Unidad de Convoyes de la SCEP.

Tabla VI. Tabla de rendimientos pre-mantenimiento

Camión/ Código	Rendimiento Pre- Mantenimiento	
	Cargado Km./Gl	Vacío Km./Gl
Cabezal 83012002	6	10
Volteo 80012024	8	11
Cisterna 80012065	8	11
Taller 82-012-01	7	
Lubricación 85-012-01	7	
Rendimiento Promedio	7.2	10.66

Fuente: Unidad de convoyes

Tabla VII. Tabla de rendimientos post-mantenimiento

Camión/ Código	Rendimiento Post Mantenimiento	
	Cargado Km./Gl	Vacio Km./Gl
Cabezal 83012002	8	12
Volteo 80012024	10	13
Cisterna 80012065	10	13
Taller 82-012-01	9	
Lubricación 85-012-01	9	
Rendimiento Promedio	9.2	12.66

Fuente: Unidad de convoyes

Antes de implementar el programa se ve un rendimiento específico de combustible promedio de 7.2 Kms. /Gl. vacío y un 10.66 Km. /Gl cargado, al compararlo con el actual se tiene 9.2 Kms. /Gl. vacío y 12.66 Kms. /Gl. cargado, es decir hubo un incremento del rendimiento de combustible por kilómetro recorrido de 2 Kms. /Gl.

7.3 Rendimiento de combustible por kilómetro

El rendimiento de combustible dependerá de la capacidad y tamaño del motor, la carga transportada, la topografía del recorrido, la forma de manejo del conductor, la distancia recorrida y el tipo de mantenimiento. En la Unidad de Convoyes no se cuenta con un sistema computarizado de monitoreo de consumo de combustible, lo que se hace es calibrar los tanques llenándolos antes de realizar determinado número de viajes y volver a llenarlos al finalizar,

y dividir el consumo global entre el número de viajes. A esto se le conoce como Tasa de Consumo de Combustible (TCC).

Ecuación 1. Cálculo de Consumo de combustible

$$\text{Costo global combustible} = \frac{\text{DR} \times \text{NV} \times \text{CG}}{\text{TCC}}$$

Donde:

CG: Costo por galón

DR: Distancia recorrida (con carga o sin carga)

NV: Número de Viajes

TCC: Tasa de consumo de combustible

Ejemplo: Se tienen proyecciones para el recorrido de un cabezal en un año ó 60,000 Km., antes y después de implementar el programa.

Antes	Después
CG: Q 15.35	CG: Q. 15.35
DR: 60,000 Km.	DR: 520 Km. /viaje
NV: 6	NV: 1
TCC: 6 Km. /gal cargado 10 Km. /gal vacío	TCC: 8 Km. /gal cargado 12 Km. /gal vacío

Antes de implementar el programa

$$\text{Costo global cargado} = \frac{60,000 \times 15.35}{6} = \text{Q } 153,500.00$$

$$\text{Costo global vacío} = \frac{60,000 \times 15.35}{10} = \text{Q } 92,100.00$$

Después de implementar el programa

$$\text{Costo global cargado} = \frac{60,000 \times 15.35}{8} = \text{Q } 115,125.00$$

$$\text{Costo global vacío} = \frac{60,000 \times 15.35}{12} = \text{Q } 76,750.00$$

Al comparar los resultados de consumo de combustible antes y después del programa de mantenimiento se puede notar la diferencia del gasto de combustible que se tenía con el que se tiene actualmente. Al hacer este análisis se puede ver satisfactoriamente la importancia de un plan de mantenimiento que ayuda no sólo a prolongar la vida útil de los camiones, sino que contribuye al ahorro del combustible.

7.4 Reparación mayor y menor

Las reparaciones las evaluamos conforme se fueron dando las fallas antes y después de implementar el programa de mantenimiento, también tomamos en cuenta las reparaciones que fueron hechas fuera de la Unidad de Convoyes. Ver Gráficas 1 y 2, Tablas 8, 9, 10 y 11; páginas 88, 89 y 90.

Conforme se implementaba el plan de mantenimiento, las reparaciones correctivas fueron disminuyendo, tuvimos un gasto mayor al inicio del programa, pero al transcurrir los meses, observamos que disminuyeron las

fallas ocurridas dentro y fuera del taller, y así compensamos los gastos y no solo aumentamos la vida útil de nuestros camiones, si no también justificamos los costos del programa.

7.5 Costo de reparaciones

El costo de reparación depende del lugar donde sea efectuado, ya sea dentro o fuera del taller. Dentro del taller va a ser mas barato debido a que no se va a tener que trasladar a ningún mecánico para que realice el trabajo, ya que al enviar una o dos personas implica el pago de viáticos y con esto se incrementa el valor de la reparación a realizar, incrementando los costos para la Unidad.

Un ejemplo de un mantenimiento que se le puede dar a un camión es el de cambio de aceite, por ejemplo, tenemos un camión A y uno B del mismo tipo A el camión A es al que se le hacen su mantenimiento cada 5,000 Km. recorridos y a el camión B se le realizan sin control, esto implica que en un año a el camión A se le hacen 10 servicios y a el camión B se le practican solamente 5 servicios, esto nos llevara a un mayor gasto en mantenimiento en el camión A pero esto también implica mayor vida útil al motor del mismo.

Insumo	Costo
5 galones de aceite	Q. 560.00
1 Filtro de aceite	Q. 150.00
1 Trampa de agua	Q. 75.00
1 Filtro de Diesel	Q. 75.00
1 Filtro de Aire (cada 10,000 Km.)	Q. 500.00
1 Filtro secundario de aire (3000 km)	Q. 250.00
Mano de obra	Q. 200.00
Total	Q. 1,810.00

Por cada servicio al motor, cambiando los filtros de aire, se gastan Q. 1,525.00, esto mas siete servicios solamente de aceite, totalizarían.

Insumos	Costo
Q. 1,060.00 X 6 servicios	Q. 6360.00
Q. 1560.00 X 4 servicios	Q. 6,240.00
Q. 1810 x 2 servicios	Q. 3620.00
Total	Q. 16,220.00

Costo de Mantenimiento de camión B

Insumo	Costo
5 galones de aceite	Q. 560.00
1 Filtro de aceite	Q. 150.00

1 Trampa de agua	Q.	75.00
Filtro de Diesel	Q.	75.00
1 Filtro de Aire (cada 10,000 km)	Q.	500.00
1 Filtro secundario de aire	Q.	250.00
Mano de obra	Q.	200.00
Total	Q.	1,810.00

Por cada servicio al motor, cambiando los filtros de aire, se gastan Q. 1,810.00, esto mas cuatro servicios solamente de aceite, totalizarían

Insumos	Costo
Q. 1,060.00 X 2 servicios	Q. 2120.00
Q. 1560.00 X 4 servicios	Q. 3080.00
Q. 1810 x 2 servicios	Q. 1810.00
Total	Q. 7,010.00

Antes de implementar el programa se tenía menos gastos aparentes de lubricación, debido a que se realizaban los servicios de manera esporádica, esto implicaba que se tenían que hacer mas reparaciones dentro y fuera del taller, así como también reparaciones de emergencia que no estaban estipuladas en el plan de trabajo, y al implementar el programa, disminuye el costo de reparaciones de emergencia.

Tabla VIII. Fallas y averías Pre mantenimiento de emergencia de los camiones de la unidad de convoyes

No.	Camión/ Código	Fallas y Averías Pre mantenimiento
1	Cabecal 83012004	5
2	Volteo 80012024	3
3	Cisterna 80012065	0
4	Taller 82-012-01	4
5	Lubricación 85-012-01	5
	Total	17

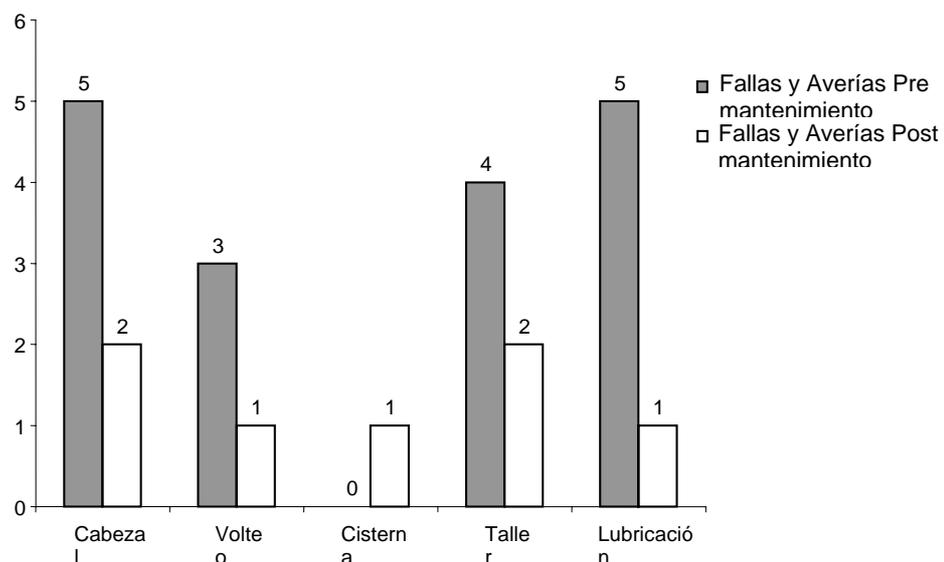
Fuente: Unidad de convoyes

Tabla IX. Fallas y averías Post Mantenimiento de emergencia de los camiones de la unidad de convoyes

No.	Camión/ Código	Fallas y Averías Post Mantenimiento
1	Cabecal 83012004	2
2	Volteo 80012024	1
3	Cisterna 80012065	1
4	Taller 82-012-01	2
5	Lubricación 85-012-01	1
	Total	7

Fuente: Unidad de convoyes

Figura 27. Reparaciones de emergencia de los camiones de la unidad de convoyes



Fuente: Unidad de convoyes

Tabla X. Reparaciones de los camiones, dentro del taller de la unidad de convoyes

No.	Camión/ Código	Reparaciones Pre mantenimiento	Reparaciones Post Mantenimiento
1	Cabezal 83012004	5	2
2	Volteo 80012024	4	2
3	Cisterna 80012065	3	1
4	Taller 82-012-01	6	2
5	Lubricación 85-012-01	6	2
	Total	24	9

Fuente: Unidad de convoyes

Figura 28. Reparaciones de los camiones, dentro del taller de la unidad de convoyes

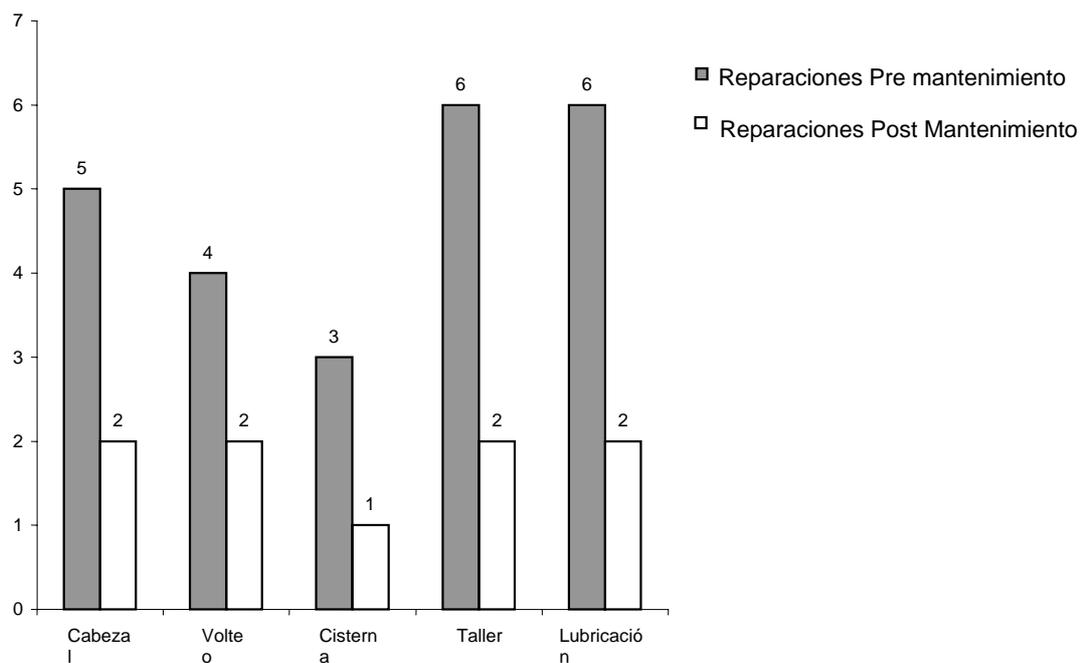
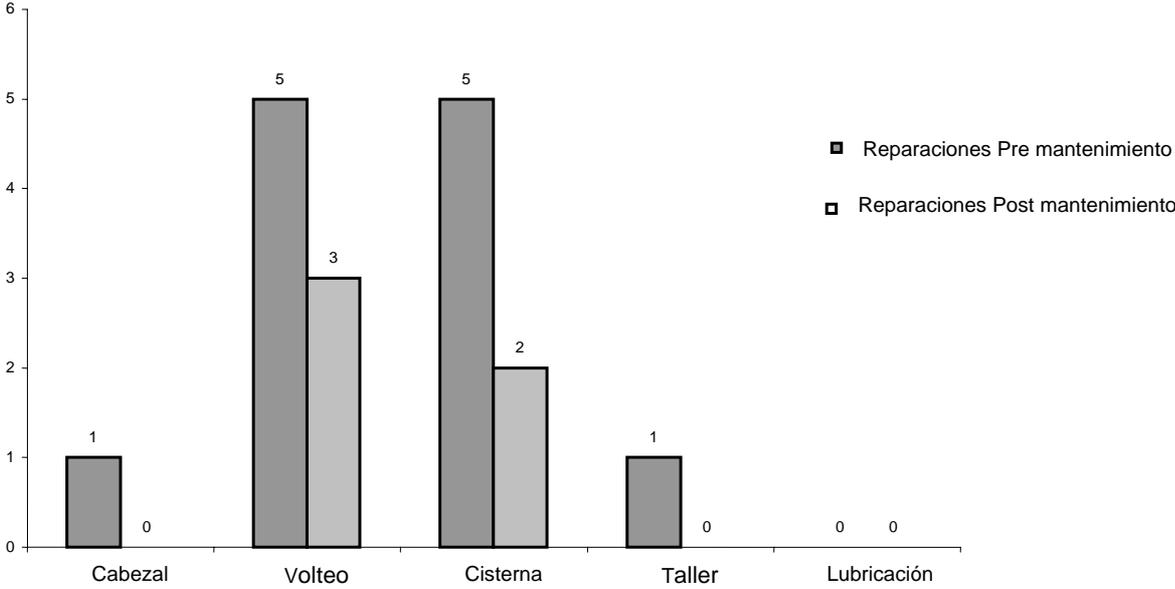


Tabla XI. Reparaciones de los camiones fuera del taller de la unidad de convoyes

No.	Camión/ Código	Reparaciones Pre mantenimiento	Reparaciones Post Mantenimiento
1	Cabezal 83012004	1	0
2	Volteo 80012024	5	3
3	Cisterna 80012065	5	2
4	Taller 82-012-01	1	0
5	Lubricación 85-012-01	0	0
	Total	12	5

Fuente: Unidad de convoyes

Figura 29. Reparaciones de los camiones fuera del taller de la unidad de convoyes



Fuente: Unidad de convoyes

CONCLUSIONES

1. La implementación de un programa de mantenimiento para los camiones de la Secretaria de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia es necesario, ya que planifica las actividades y responsabilidades del personal operativo y de mantenimiento, para que pueda llevar control, programado de servicios, un historial por cada camión y las respectivas reparaciones, con lo cual se podrá aumentar la vida real de los componentes de las unidades, se disminuirán los costos de reparación, de operación y los tiempo de parada no programada de cada camión.
2. Contar con un personal técnico es un factor importante para implementar el programa.
3. Al implementar el programa de mantenimiento se mejoró el rendimiento específico de combustible en un promedio 2 Km. / Gal.
4. Se redujeron los paros de emergencia de los camiones.
5. Se redujeron las reparaciones dentro y fuera del taller.
6. Se redujo la contaminación ambiental por la mala combustión.
7. La metodología de evaluación utilizada en las fichas de control para los camiones son fáciles de entender al momento de llenarlas.

8. Con la implementación del programa de mantenimiento se prolonga la vida útil de las unidades.

RECOMENDACIONES

Al Jefe Administrativo:

1. Impartir cursos de capacitación en forma constante al personal de mantenimiento y pilotos de camiones, para ejecutar de una manera más técnica y profesional su trabajo.
2. Contar con el pago de IGSS o de algún seguro medico, para que en el caso de algún accidente, se cuente con algún tipo de asistencia.
3. Proveer al personal de mantenimiento los recursos necesarios para realizar las actividades.

Al Jefe de Taller:

4. Llevar un estricto control de los informes del piloto y mecánico, para poder programar las reparaciones necesarias y así tener un historial completo por camión.
5. Supervisar que se lleven a cabo las operaciones de mantenimiento de los camiones de acuerdo a lo programado en el plan de mantenimiento, evitando las reparaciones inesperadas y contaminación ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

1. Nissan UD. **Manual de Mantenimiento para camiones de servicio Pesado**, Series CK, CD, CW, CG, Primera Edición, Grupo Editorial Nissan Diesel Motor Corporation, 1999.
2. Toyota. **Manual de Reparaciones**, Tomo 1, Japón, Toyota Motor Corporation, 1998.
3. Chilton, **Manual Diesel de Reparaciones y Mantenimiento**, Tomo 3, España, Editorial Océano, 1997.