



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

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA  
PESADA DE LA ZONA VIAL 11, DE CAMINOS, EN EL  
DEPARTAMENTO DE IZABAL**

Welder Ulisser Vargas Pérez

Asesorado por: Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta

Guatemala, junio de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA  
ZONA VIAL 11, DE CAMINOS, EN EL DEPARTAMENTO DE IZABAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**WELDER ULISSER VARGAS PÉREZ**

ASESORADO POR: ING. FREDY MAURICIO MONROY PERALTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, JUNIO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson.
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortiz.
EXAMINADOR	Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga.
EXAMINADOR	Ing. Víctor Eduardo Izquierdo Palacios.
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco.

## **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 LA MAQUINARIA PESADA DE LA ZONA VIAL 11, DE CAMINOS, EN EL DEPARTAMENTO DE IZABAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica con fecha 26 de abril de 2004.

Welder Ulisser Vargas Pérez



Carlos Humberto Pérez  
Por sus sugerencias para la elaboración de este trabajo.

A LOS INGENIEROS  
Y LICENCIADOS

Ing. Laureano Figueroa  
Ing. Jeovany López  
Ing. Víctor Ruiz  
Ing. Miguel Reynoso  
Ing. Víctor Izquierdo  
Ing. Hugo Ramírez  
Ing. Luis Asturias  
Ing. Sergio Jordán  
Ing. Aníbal Chicojay  
Ing. Murphy Paiz  
Ing. Rodolfo Samayoa  
Ing. Hugo Chalí  
Ing. Alfredo Montenegro  
Ing. Alfredo Arrivillaga  
Lic. Amahán Sánchez  
Lic. Solares

Por su amistad y apoyo moral en alguno de los casos

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

AL CONSEJO DE ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

En el que represento a la parte estudiantil, desde Abril 2003 a la fecha.

A LOS CENTROS DE ESTUDIO

Donde se sembró el deseo de superación durante mi niñez.

A LOS PROFESORES Y CATEDRÁTICOS con respeto.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Daniel, Luis, Manolo, Jorge, Willy, Mike, Marlon, Mario, Roelio, Lino, Rosario, MaJo, Alejandra, Milo, Vinicio, Erick, Antonio, Dorian, Alejandro, David, Fredy, Mynor, Cristian, Julio, Byron, Ingrid, Hector, Ronald, Alberto.

que compartieron momentos gratos e inolvidables.

A LA ZONA VIAL 11 DE CAMINOS

Por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo.

A USTED que toma en sus manos este trabajo.



# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>XI</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XVII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXI</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA ZONA VIAL 11</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes de la zona vial	1
1.2. Descripción de la zona vial	3
1.2.1. Método de trabajo	5
1.2.2. Nivel jerárquico	6
1.2.2.1 Atribuciones de la sección de maquinaria	6
1.2.2.2 Inspector de maquinaria	6
1.2.2.3 Auxiliar de jefe de maquinaria	7
1.2.2.4 Secretario	7
1.2.2.5 Encargado de inventario	8
1.2.3. Estado actual de la zona vial 11	11
1.2.3.1 Maquinaria pesada	11
1.2.3.2 Vehículos pesados	12
1.2.3.3 Vehículos livianos	13
1.2.3.4 Taller	14

1.2.3.5	Bodega	14
1.2.3.6	Administrativamente	17
1.2.3.7	Operadores de maquinaria y vehículos	18
1.2.3.8	Sección de combustible y lubricantes	18
1.2.3.9	Nuevas instalaciones administrativas de la zona vial 11	21
<b>2.</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA</b>	<b>23</b>
2.1.	Características básicas	23
2.1.1.	Motor	23
2.1.1.1	Tren de potencia	28
2.1.1.2	Transmisión mecánica	28
2.1.1.3	Transmisión automática	29
2.1.1.4	Convertidor de par	29
2.1.1.5	Mandos finales	31
2.1.1.6	Sistema hidráulico	32
2.1.2.	Tractor	33
2.1.3.	Cargador frontal	34
2.1.4.	Motoniveladora	36
2.1.5.	Vibrocompactadora	37
2.1.6.	Retroexcavadora	38
2.2.	Diagnostico de la maquinaria de la zona vial 11	41
2.2.1.	Tractor de oruga D6D	44
2.2.2.	Cargador frontal 930	45
2.2.3.	Motoniveladora 130G	45
2.2.4.	Vibrocompactadora SPV-68DD	46
2.2.5.	Retroexcavadora 416C	46

<b>3.</b>	<b>TIPOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>49</b>
3.1.	Mantenimiento	49
3.1.1.	Mantenimiento preventivo	50
3.1.2.	Mantenimiento predictivo	50
3.1.3.	Mantenimiento correctivo	51
<b>4.</b>	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA</b>	<b>53</b>
4.1.	Recomendaciones de conservación	53
4.1.1.	Sistema de combustible	54
4.1.2.	Sistema hidráulico	54
4.1.3.	Sistema de admisión de aire	55
4.1.4.	Sistema eléctrico	55
4.1.5.	Sistema de enfriamiento	55
4.1.6.	Análisis del aceite	56
4.1.6.1.	Almacenamiento correcto de los aceites lubricantes	56
4.1.6.2.	Generalidades	57
4.2.	Capacidad de llenado del aceite	57
4.3.	Viscosidades del lubricante	60
4.3.1.	Clasificación de los lubricantes	61
4.3.1.1	Gaseosos	61
4.3.1.2	Líquidos	61
4.3.1.3	Semi-sólidos	61
4.3.1.4	Sólidos	61
4.3.2.	Ventajas de un aceite multigrado sobre uno monogrado	63
4.4.	Rodaje de la maquinaria	79

<b>5.</b>	<b>PERIODOS DE SERVICIO</b>	<b>89</b>
5.1.	Cuando sea necesario	89
5.2.	Diariamente o cada 10 horas	93
5.3.	Semanalmente o cada 50 horas	96
5.4.	Mensualmente o cada 250 horas	97
5.5.	Trimestralmente o cada 500 horas	100
5.6.	Semestralmente o cada 1,000 horas	104
5.7.	Anualmente o cada 2,000 horas	108
5.8.	Fichas de control de mantenimiento de la maquinaria	113
5.8.1.	Ficha de la maquinaria	113
5.8.2.	Historial de fallas y averías	113
5.8.3.	Ficha de control de inspección de la maquinaria	114
5.8.4.	Ficha de control de paros	114
5.8.5.	Ficha de orden de trabajo	115
5.9.	Surtido de repuestos recomendados	121
5.10.	Medidas de seguridad	122
5.10.1.	Generalidades	122
5.10.2.	Peligros de aplastamiento o cortes	123
5.10.3.	Peligro de quemaduras	124
5.10.4.	Peligro de incendios o explosiones	125
5.10.5.	Subida y bajada de la maquinaria	126
5.10.6.	Arranque del motor	126
5.10.7.	Preparación para operar la maquina	126
5.10.8.	Operación de la maquinaria	127
5.10.9.	Estacionamiento de la maquinaria	127
5.10.10.	Protección personal	128
5.10.11.	Riesgos con los lubricantes	131
5.10.12.	Riesgos con el aire comprimido	132

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>133</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>135</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>137</b>



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Ubicación de las zonas viales	3
2	Campamento central de la zona vial 11	4
3	Organigrama de la zona vial de caminos 11	9
4	Organigrama del taller de la zona vial 11	10
5	Organigrama de la maquinaria de la zona vial 11	10
6	Reparación de una motoniveladoras	11
7	Camión de volteo Mercedes Benz 1316	12
8	Camión de volteo Internacional	12
9	<i>Pick up Ford F-250 y Ford Ranger</i>	13
10	<i>Pick up Ford F-250 para descarte</i>	13
11	Estado actual del taller	14
12	Bodega 1	15
13	Bodega 2	15
14	Repuestos sin utilidad para la zona	16
15	Oficinas administrativas	17
16	Despacho de lubricantes	19
17	Despacho de combustible	20
18	Tanques de combustible	20
19	Nuevas oficinas administrativas	21
20	Motor Diesel	24
21	Eje de cigüeñal de un motor de 4 cilindros	25
22	Eje o árbol de levas	25
23	Partes de la biela	26
24	Pistón y biela	27
25	Anillos	27

26	Transmisión de engranajes rectos	29
27	Esquema del convertidor	30
28	Mando de piñón y engranaje recto	32
29	Tractor de oruga D6D	34
30	Cargador frontal 930	35
31	Alturas y longitudes de los cargadores	35
32	Motoniveladora 130G	36
33	Vibrocompactadora	38
34	Retroexcavadora 416C	39
35	Parte trasera de la retroexcavadora 416C	40
36	Bomba hidráulica retroexcavadora 416C	41
37	Ficha de diagnóstico de la maquinaria	43
38	Forma correcta de trasladar la maquinaria	80
39	Cabilla o rueda dentada del tren de rodaje tractor	82
40	Tensora o rueda guía del tren de rodaje del tractor	82
41	Rodillo inferior del tren de rodaje del tractor	83
42	Rodillo superior del tren de rodaje	83
43	Resorte amortiguador del tren de rodaje del tractor	84
44	Eslabón de la cadena del tren de rodaje del tractor	84
45	Pasador de la cadena del tren de rodaje del tractor	84
46	Buje de la cadena del tren de rodaje del tractor	85
47	Pin maestro del tren de rodaje del tractor	85
48	Eslabón maestro del tren de rodaje del tractor	85
49	Tipos de zapatas del tren de rodaje del tractor	86
50	Balancín del tren de rodaje del tractor	87
51	Tornillo sujetador del tren de rodaje del tractor	87
52	Rejilla de admisión de aire crisol cargador cargador 930	89
53	Indicador del filtro tractor D6H	90
54	Filtro primario del cargador 930	91

55	Filtro secundario del tractor D6H	92
56	Nivel de aceite de motor del tractor D6H	93
57	Nivel de aceite hidráulico del cargador 930	94
58	Nivel de aceite de la transmisión del tractor D6H	95
59	Filtro primario o trampa de agua	102
60	Filtro primario de agua	102
61	Remoción del filtro magnético del patrol 120G	104
62	Diferencial delantero de la retroexcavadora 416C	106
63	Diferencial trasero de la retroexcavadora 416C	106
64	Cambio de aceite del mando final delantero	107
65	Llenado de aceite del mando final delantero	107
66	Drenado de aceite de mandos finales del cargador 930	109
67	Llenado de aceite de mandos finales del cargador 930	109
68	Drenado de aceite del diferencial delantero cargador 930	110
69	Llenado de aceite del diferencial delantero cargador 930	110
70	Llenado de aceite del diferencial trasero cargador 930	111
71	Caja de mando de la tornamesa de la motoniveladora 120G	111
72	Tornillo de drenado de tamder de la motoniveladora 120G	112
73	Verificación de nivel de aceite en el tamder	112
74	Ficha de orden de trabajo	116
75	Ficha de historia de fallas y averías	117
76	Ficha de control para inspección de la maquinaria	118
77	Ficha de control de paros	119
78	Ficha de orden de trabajo	120
79	Ficha de filtros de la maquinaria pesada	122

## TABLAS

I	Inventario de la maquinaria de la zona vial 11	47
II	Intervalos de toma de muestra del aceite	56
III	Capacidades del tractor D6D	58
IV	Capacidades del cargador frontal 930	58
V	Capacidades del patrol 120G	59
VI	Capacidades de la vibrocompactadora SPV-68DD	59
VII	Capacidades de la retroexcavadora 416C	60
VIII	Viscosidad de los lubricantes recomendados	64
IX	Lubricación y conservación del tractor	65
X	Lubricación y conservación del cargador frontal	68
XI	Lubricación y conservación de la motoniveladora	71
XII	Lubricación y conservación de la vibrocompactadora	75
XIII	Lubricación y conservación de la retroexcavadora	77
XIV	Recorrido máximo de la maquinaria	79
XV	Cuadro del desempeño físico de materiales para guantes	130

## LISTA DE SIMBOLOS

<b>AH</b>	Aceite Hidráulico
<b>ALM</b>	Aceite de Lubricación del Motor
<b>API</b>	Instituto Americano del Petróleo ( <i>American petroleum Institute</i> )
<b>ASME</b>	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos ( <i>American Society of Mechanical Enginieers</i> )
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para prueba de materiales ( <i>American Society for Testing Materials</i> )
<b>AUM</b>	Aceite de usos múltiples para engranajes
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>D.G.C.</b>	Dirección General de Caminos
<b>FF</b>	Fluido de Frenos
<b>FT</b>	Fluido de Transmisión
<b>HP</b>	Caballos de fuerza ( <i>Horse power</i> )
<b>kph</b>	Kilómetros por hora

<b>Km/día</b>	Kilómetros por día
<b>NLGI</b>	Instituto nacional de lubricantes y grasas ( <i>National Lubricating Grease Institute</i> )
<b>LMD</b>	Lubricante para Mecanismo de Dirección
<b>LPPP</b>	Lubricante para pistola de presión
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>SAE</b>	Sociedad de Ingenieros Automotrices ( <i>Society Automotive Engineers</i> )
<b>Z.V.</b>	Zona Vial
<b>Psi</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>kPa</b>	Kilos pascales

## GLOSARIO

<b>Balasto</b>	Capa de grava que se utiliza para la construcción o mantenimiento de carreteras, que sirve de base al pavimento.
<b>Bomba</b>	Máquina que absorbe energía mecánica y que restituye al líquido en forma de presión.
<b>Cebar</b>	Llenar de líquido una bomba mientras el sistema entra en funcionamiento.
<b>Combustión</b>	Reacción de una sustancia al mezclarse con el oxígeno con desprendimiento de calor y a veces de luz.
<b>Convoy</b>	Conjunto de personas y máquinas, dedicadas al mantenimiento y construcción de carreteras de terracería.
<b>Drenar</b>	Darle salida a un líquido.
<b>Embrague</b>	Mecanismo que permite poner en movimiento una máquina, acoplándola al motor.
<b>Fricción</b>	Fuerza que se opone al deslizamiento.
<b>Hermético</b>	Cierre de una abertura, que no permite la salida o entrada del aire o de otra materia gaseosa.

<b>Horómetro</b>	Aparato registrador que sirve para llevar el control de las horas de trabajo de la maquinaria pesada.
<b>Lubricación</b>	Control de la fricción y desgaste mediante la introducción de una película reductora entre dos superficies en contacto con movimiento relativo.
<b>Presión</b>	Es una fuerza normal ejercida sobre un área.
<b>Purgar</b>	Limpiar o purificar, quitando todas las impurezas o lo que afecte al buen funcionamiento.
<b>Refrigerante</b>	Sustancia que hace descender la temperatura de un fluido.
<b>Sedimentos</b>	Materia que, habiendo estado suspensa en un líquido se posa en el fondo.
<b>Transmisión</b>	Mecanismo diseñado para seleccionar la velocidad y transmitir, según la necesidad, la potencia y/o avance de la maquinaria.
<b>Turbina</b>	Máquina motriz, compuesta por una rueda móvil con aspas, sobre las cuales actúa la energía de un fluido propulsor.
<b>Viscosidad</b>	Propiedad de un fluido, que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza.
<b>Anticongelante</b>	Producto que se mezcla con el agua del sistema de enfriamiento de motores, para disminuir el punto de congelación del agua.

<b>Antiespumante</b>	Aditivo que se agrega al aceite base, para evitar la formación de espumas.
<b>Cabina de Operador</b>	En ella se encuentran todos los mandos e instrumentos que son necesarios para la operación.
<b>Calibrar</b>	Es saber la exactitud de un objeto o aparato y rectificarlo tomando como referencia un instrumento de medida de precisión.
<b>Cilindro</b>	Tubo dentro del cual se mueve el émbolo o pistón de un motor de combustión interna.
<b>Cojinete</b>	Dispositivo mecánico que sirve de apoyo y guía a un eje en movimiento.
<b>Cucharón</b>	Constituye una gran herramienta para acarrear o empujar la tierra.
<b>Émbolo</b>	Disco o pistón que se mueve alternativamente dentro del cuerpo de una bomba a fin de comprimir el combustible o lubricante, que es enviado a los cilindros de un motor de combustión interna o a los cilindros de levante de los cucharones.
<b>Filtro de combustible</b>	Es el que evita la suciedad de agua o sedimentos atrapándolos para que éstos no obstruyan o dañen la bomba de inyección.
<b>Maquinaria pesada</b>	Es la unión de un motor de combustión interna, un sistema hidráulico y un sistema eléctrico.

<b>Pedal de frenos</b>	Es el que ejerciendo un brazo o torque al embolo de la bomba comprime el fluido, retardando o disminuyendo la velocidad, además neutraliza la transmisión del cargador frontal.
<b>Intercambiador de calor</b>	Dispositivo que cambia de fase un fluido.
<b>Ralenti</b>	Disminución de la marcha de un motor hasta el punto más lento de su actividad.
<b>Sistema de alimentación</b>	Es el que se encarga de proporcionar el combustible que necesite el motor para su funcionamiento durante la operación de la máquina.
<b>Sistema de enfriamiento</b>	Es el que sirve esencialmente para mantener estable la temperatura de trabajo del motor y evita un sobrecalentamiento del mismo.
<b>Termostato</b>	Dispositivo mecánico o eléctrico, que controla un flujo para mantener estable o constante la temperatura.

## **RESUMEN**

El siguiente trabajo consta de cinco capítulos, todos subdivididos a manera que sean entendidos por las personas encargadas de poner en práctica el programa de mantenimiento. Entre el contenido se puede encontrar información sobre la zona vial, descripción de la maquinaria, los distintos tipos de mantenimiento, plan de mantenimiento de la maquinaria, periodos de servicio y lo que es mas importante en todo programa de mantenimiento las medidas de seguridad.

Respecto a los tipos de maquinaria pesada que existen en la zona vial, se indican los trabajos que se pueden efectuar a cada máquina o lo que es igual a las características básicas de todas las maquinas. También se describe el diagnostico en que se encuentran todos los tipos de maquinaria pesada, incluyendo todos los repuestos que se necesitan para ponerlas en funcionamiento nuevamente.

Se detalla el significado y los tipos de mantenimiento que se deben aplicar en el programa de mantenimiento en desarrollo. También se describe el plan de mantenimiento propuesto para la maquinaria, por medio de recomendaciones, lubricantes y tablas de conservación y lubricación ya sea por medio de horas o días de trabajo.

Es importante el uso exclusivo de fichas de mantenimiento (Incluidas al final del trabajo), para el control de las maquinas. Cabe mencionar que se le da mucha importancia también al rodaje de la maquinaria y a las medidas de seguridad.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Elaborar un programa de mantenimiento para la maquinaria pesada de la zona vial 11 de caminos, en el departamento de Izabal.

### **Específicos**

1. Contribuir al desempeño eficiente de la zona vial.
2. Evitar el deterioro constante que sufre la maquinaria.
3. Evitar los tiempos muertos de trabajo en el convoy.
4. Mejorar la eficiencia en el taller.
5. Proporcionar un programa de mantenimiento seguro y confiable.



## INTRODUCCIÓN

Para que los trabajos de mantenimiento sean eficientes, es necesario el control, la planeación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana, logrando así que se reduzcan costos, tiempo de paro de los equipos de trabajo, etc.

El departamento de taller de maquinaria pesada de la zona vial 11 de caminos, en el departamento de Izabal no cuenta con estos 3 puntos en el mantenimiento actualmente.

Esta necesidad, es la principal razón de ser del presente trabajo en el cual se plantean las soluciones al mismo.

Para ejecutar lo anterior se hace una división de tres grandes tipos de mantenimiento de los cuales depende la implementación de un buen programa de mantenimiento:

- a) Mantenimiento predictivo: prevé las fallas con base en observaciones que indican tendencias.
- b) Mantenimiento correctivo: se efectúa para prever las fallas con base en parámetros de diseño y condiciones de trabajo supuestas.
- c) Mantenimiento correctivo: se efectúa cuando las fallas han ocurrido:

Otro de los factores de importancia en un programa de mantenimiento y en el cual también se hará énfasis es la lubricación ya que cumple un papel de vital importancia en el buen funcionamiento. Se lleva un control por medio de periodos de tiempo, ya sea en horas o días de trabajo. También se deben tomar en cuenta los aceites lubricantes que se deben usar, ya que éstos deben ser apropiados para las condiciones extremas de clima y medio en el que se trabaja.

# **1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA ZONA VIAL 11**

## **1.1. Antecedentes de la zona vial**

La Dirección General de Caminos se fundó en 1830 en el período del Presidente de la República de Guatemala, Don Antonio Rivera Cabezas, por la necesidad de hacer caminos en los que las personas pudieran trasladarse a un determinado pueblo con sus productos en carretas, bestias o a pie, y así evitar andar por veredas, riscos y barrancos peligrosos.

Movidos por la idea de que Guatemala era un país eminentemente productor y que progresaba grandemente, surgió la necesidad de crear caminos que llegaran a comunicar no sólo pueblos o aldeas, sino que enlazaran por medio de carreteras internacionales a otros países con sus respectivas ciudades, así poder engrandecer el comercio y el intercambio cultural. Por esa razón, fue necesaria la creación de una institución que se encargara de velar por los intereses del pueblo de Guatemala.

En la región del nororiente de la república de Guatemala, la Dirección General de Caminos distribuye en tres los campamentos para poder cubrir las rutas y caminos. En el período del Presidente Juan José Arévalo en el año de 1946, el campamento la Carolina ubicado en Sanarate departamento de El Progreso, en el departamento de Zacapa donde se encuentra actualmente la Zona Militar 7 y en el municipio de Vado Hondo en el departamento de Chiquimula.

Los primeros pasos para hacer una reestructuración en la Dirección General de Caminos fueron en el período conocido como el de La Liberación, en 1954, después de haber terminado la invasión a Guatemala por parte del caudillo Coronel Carlos Castillo Armas, que derrocó al Presidente Jacobo Arbenz Guzmán.

En el año de 1994, fue creada la zona vial 11 en el departamento de Izabal ya que antes pertenecía a la zona vial 10 del Peten, pero por no poder cubrir en su totalidad los trabajos, se creo la zona vial 11.

El primer jefe de la zona vial fue el Ing. Álvaro Alfredo Cuellar Manzo, como sub. jefe de zona el señor Roberto España, que en esa época estaba de interino en la zona vial, el primer inspector de maquinaria fue el señor Carlos Rene Leiva Contreras y el maestro de obra encargado de la construcción de las instalaciones de la zona vial 11 fue el señor Enrique Peña.

En la actualidad, existen 14 zonas viales distribuidas en todo el país, las cuales cuentan con instalaciones, equipos, mano de obra calificada para poder proporcionar a la población de Guatemala condiciones de infraestructura adecuadas a las necesidades y circunstancias establecidas, para obtener bien común.

**Figura 1. Ubicación de las zonas viales**



Fuente: Zona Vial 11 Izabal

## 1.2. Descripción de la zona vial

Camino es una empresa de tipo gubernamental que se dedica a la construcción, urbanización y mantenimiento de carreteras de terracería. El Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas es el encargado de hacer funcionar esta dependencia.

La zona vial 11 está ubicada en el municipio de Morales, Izabal, a 245 kilómetros de la ciudad capital. En sus instalaciones, en el campamento central (figura 2), cuenta con oficinas administrativas, bodega de almacenaje, inspectoría de maquinaria, taller de mecánica (maquinaria pesada y vehículos), gasolinera, oficina de lubricantes, oficina de inventario, sección de radio, comedor, sede del sindicato, y guardianía. Hay 35 trabajadores presupuestados y 35 por planilla. De los trabajadores; 2 están presupuestados a la zona vial 11 de Izabal y el resto de los trabajadores están cargados por planilla a la zona vial 8 de Chiquimula.

**Figura 2. Campamento central de la z.v. 11**



La zona vial 11 cuenta con un frente de trabajo denominado convoy que es el encargado de realizar el trabajo de urbanizar, construir y mantener las carreteras de terracería, siempre y cuando las municipalidades u otras instituciones requieran de sus servicios. En el convoy, se cuenta con maquinaria como tractor de oruga, motoniveladora, cargador frontal, camiones de volteo, regadora de agua, cuando sea

necesario, vibrocompactadora o excavadora, y también poseen un tanque de combustible.

La zona vial 11 tiene delimitada su área de trabajo en la actualidad únicamente por el departamento de Izabal. Siempre que surja alguna emergencia nacional ésta tendrá la obligación de brindar su apoyo, sin importar que no abarque a la zona vial indicada.

### **1.2.1. Métodos de trabajo**

La zona vial tiene como política de trabajo brindar mantenimiento a las carreteras que no han sido absorbidas por mantenimiento por contrato, asimismo es la encargada de mantener y construir aquellos caminos rurales que se encuentran en construcción.

Dentro de las políticas de mantenimiento por administración, se encuentran las siguientes actividades

- a. Dar mantenimiento a todas aquellas carreteras y proporcionar el mantenimiento adecuado a los puentes de la red vial del país, que no han sido absorbidas por mantenimiento por contrato, terminar los caminos rurales, cuya construcción ya ha sido iniciada, dar mantenimiento a los caminos rurales; dicha construcción ha sido concluida. Además, brindar el apoyo a las diferentes municipalidades en el mantenimiento de los caminos bajo su responsabilidad; mediante la suscripción de convenios aprobados por el señor Director General de Caminos, se deben ejecutar en forma inmediata las actividades tendentes a subsanar los problemas viales, ocasionadas por emergencias y catástrofes nacionales.

- b. Supervisar la ejecución de las obras contratadas por el ministerio del ramo, bajo la responsabilidad de la Dirección General de Caminos, manteniendo un control de calidad de las mismas, y verificar el cumplimiento de las condiciones contractuales establecidas.

### **1.2.2. Nivel jerárquico**

La zona vial 11 cuenta con una organización de tipo funcional, donde la jefatura dicta los lineamientos y políticas para el buen desenvolvimiento de las secciones de maquinaria, administración y maestría de obras. Para este estudio en el departamento de maquinaria.

#### **1.2.2.1. Atribuciones de la sección de maquinaria**

- Supervisión de toda la maquinaria y vehículos.
- Llevar el control de gastos de combustibles y lubricantes de la maquinaria y vehículos.
- Llevar el control de los neumáticos de los vehículos y maquinaria.
- Coordinar las actividades suscitadas por emergencias ocasionadas por las lluvias u otros.
- Supervisar los proyectos de construcción y mantenimiento de las carreteras, que conforma la zona vial 11.
- Supervisar los avances físicos de los proyectos.

#### **1.2.2.2. Inspector de maquinaria**

- Administrar las actividades que se realizan en la sección de maquinaria.
- Coordinar con los jefes de zona la programación de los trabajos con maquinaria.

- Distribuir las actividades con los operadores, en caso de emergencia y a cualquier hora.
- Evaluar solicitudes de trabajo con maquinaria a las diferentes comunidades.
- Supervisar toda la maquinaria y vehículos que se encuentran trabajando en los proyectos de construcción y mantenimiento.

### **1.2.2.3. Auxiliar de jefe de maquinaria**

- Llevar el control de los informes quincenales de los trabajos del personal de maquinaria.
- Informar de inmediato a la jefatura sobre cualquier emergencia, atendida diariamente por el personal y maquinaria.
- Elaborar pases de control de salida del personal de esta sección.
- En caso de ausencia del inspector de maquinaria, tomar las atribuciones que le corresponde.
- Llevar el control del archivo de la sección.
- Elaborar órdenes, pedidos y elaborar órdenes de trabajos.

### **1.2.2.4. Secretario**

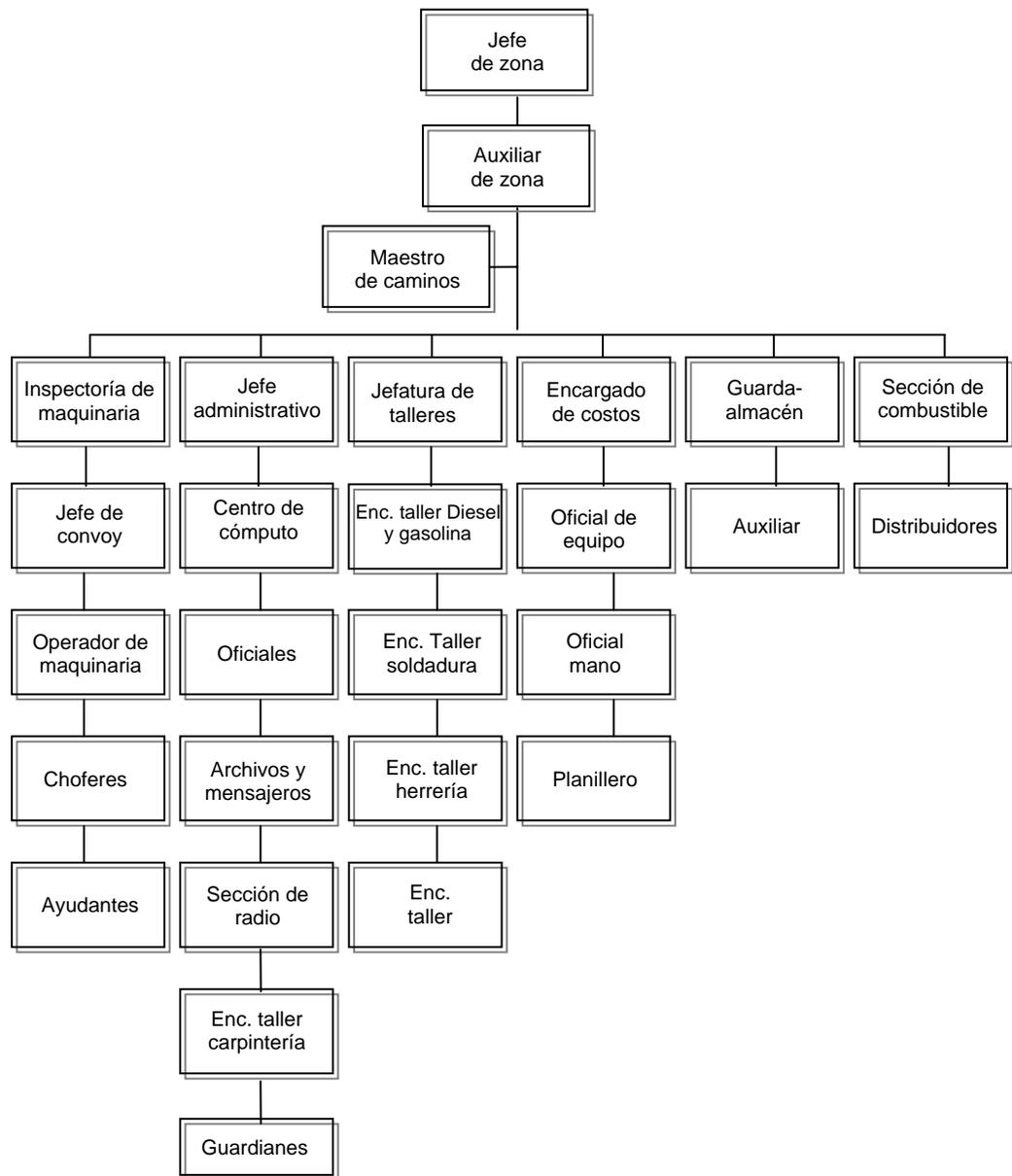
- Elaborar los oficios, providencias, actas, telegramas, conocimientos, etc.
- Informar a la jefatura el avance físico de los proyectos semanales.
- Tener un encargado de elaborar documentos.
- Tener un encargado de enviar el estado y localización de la maquinaria de la Z.V.11 quincenalmente a la D.G.C.
- Informar el costo y el avance físico de las emergencias atendidas por la sección de maquinaria.
- Encargado de hacer las programaciones de los trabajos de los proyectos.

#### **1.2.2.5. Encargado de inventarios**

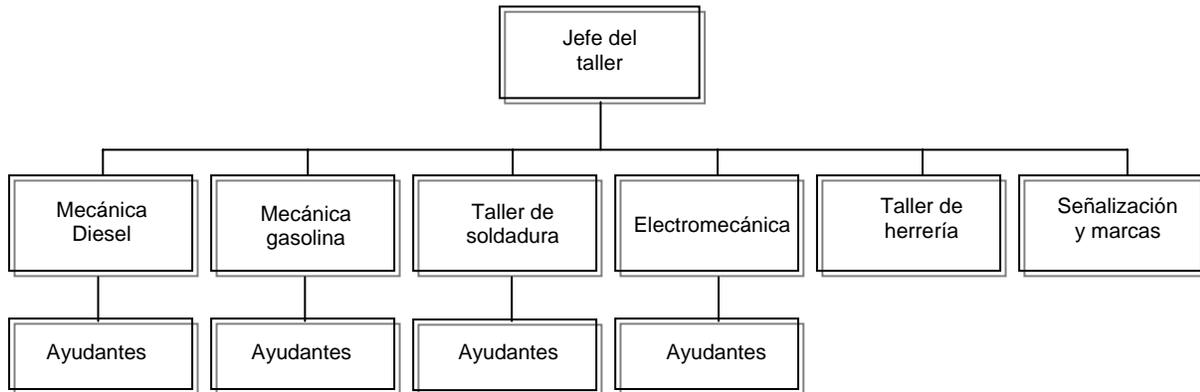
- Llevar el control de la maquinaria que se encuentra trabajando en el campo.
- Llevar el control del inventario anual de maquinaria.
- Llevar el control de movimientos y trasladados de la maquinaria y vehículos, a otras zonas dentro de la Dirección General de Caminos.

La zona vial 11 de Izabal se estructura y organiza para el desempeño de sus actividades y funciones, con las siguientes unidades administrativas que se establecen en el siguiente organigrama.

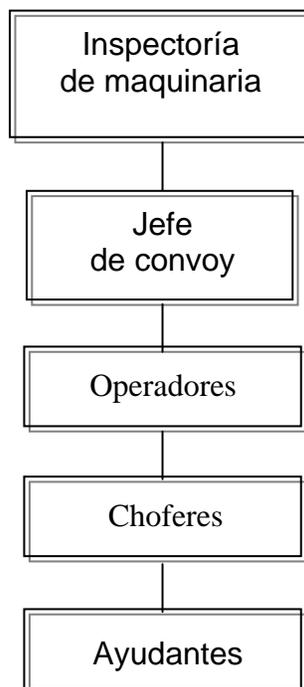
**Figura 3. Organigrama de la zona vial de caminos**



**Figura 4. Organigrama del taller z. v. 11**



**Figura 5. Organigrama de la maquinaria**



### **1.2.3. Estado actual de la zona vial 11**

#### **1.2.3.1. Maquinaria pesada**

La que aún está funcionando no se encuentra en óptimas condiciones (figura 6), debido a que la zona vial no cuenta con un programa de mantenimiento, en donde tanto los operadores como los encargados del mantenimiento de las mismas, se basen en un plan que les indique cuándo se tiene que dar mantenimiento a cada máquina, sin esperar que sufran alguna avería y necesiten una reparación. No se utilizan manuales de conservación y reparación.

**Figura 6. Reparación de una moto niveladora**



### 1.2.3.2. Vehículos pesados

Son de marcas muy conocidas pero por no contar con un programa de mantenimiento adecuado, sufren constantes deterioros y por ende esto hace que sufran muchas horas muertas de trabajo y más gastos en el presupuesto, porque los repuestos que se les ponen no son de buena calidad y se arruinan rápido. Es necesario elaborar un programa de mantenimiento para estos vehículos (figuras 7 y 8).

**Figura 7. Camión de volteo Mercedes Benz 1316**



**Figura 8. Camión de volteo Internacional**



### 1.2.3.3. Vehículos livianos

Son pocos los que se encuentran a disposición de la zona vial (figura 9); unos están deteriorados, otros con motor en óptimo funcionamiento pero el chasis dañado o viceversa; es necesaria su reparación.

**Figura 9. *Pick up Ford F-250 y Ford Ranger***



**Figura 10. *Pick up Ford F-250 para descarte***



#### **1.2.3.4. Taller**

No se cuenta con las medidas de seguridad apropiadas para evitar que el personal sufra algún accidente; se carece de la herramienta y el equipo necesario para que puedan desarrollar un buen trabajo; el personal trabaja con equipo hechizo, ante la necesidad de reparar la máquina para que vuelva a funcionar, y así salga adelante la zona vial (figura 11).

**Figura 11. Estado actual del taller**



#### **1.2.3.5. Bodega**

Cuenta con dos bodegas (figuras 12 y 13), pero éstas tienen muy pocos repuestos para las necesidades que se requieren; en contraste, cuenta con una existencia de repuestos que no le son de utilidad a esta zona vial, (figuras 14 y 15) pero se puede lograr un intercambio de repuestos con otras zonas, siempre y cuando sean útiles para la maquinaria y vehículos. Es indispensable contar con un surtido de repuestos originales.

Es necesario implementar una bodega con toda la maquinaria que se encuentra inventariada para repuestos o descarte, tomando todas las partes que todavía sirven. Para este trabajo, claro está, se necesita más personal, o mejor dicho, personal que sólo se dedique a desarticular las máquinas, porque el personal con que se cuenta es poco y no es suficiente y tampoco tendrían el tiempo para hacerlo rápidamente.

**Figura 12. Bodega 1**



**Figura 13. Bodega 2**



**Figura 14. Repuestos sin utilidad para la zona**



### **1.2.3.6. Administrativamente**

Las funciones de cada trabajador están bien definidas, tienen un método de reclutamiento de personal pero no cuenta con el personal óptimo para desarrollar dicho puesto. Por supuesto que, administrativamente, se está globalizando, porque también se cuenta con personal muy eficiente. El nivel jerárquico se cumple, de acuerdo con las líneas de mando.

**Figura 15. Oficinas administrativas**



### **Parte lateral de las oficinas administrativas**



#### **1.2.3.7. Operadores de maquinaria y vehículos**

No cuentan con la capacitación necesaria para darle el mantenimiento necesario a su máquina o vehículo. Lo mejor sería que recibieran una capacitación constante para la conservación y mantenimiento de sus máquinas. Queda a cargo de la Dirección General de Caminos la superación de su personal, así como la existencia de la zona vial.

#### **1.2.3.8. Sección de combustible y lubricantes**

El lugar donde se encuentran los toneles de lubricantes no es adecuado, pues están al aire libre, en la tierra, y ninguno en posición adecuada para una buena duración. Se necesita una bodega exclusivamente para lubricantes.

En la gasolinera (figura 17), solamente hay una bomba que despacha gasolina regular y no opera adecuadamente, ya que despacha más gasolina de la que marca, el Diesel lo despachan con recipientes que el encargado tiene como medida estándar a la que llama pichingas y que equivale aproximadamente a un galón. Urge inmediatamente la reparación de la bomba que despacha gasolina regular y la colocación de una bomba que despache Diesel para evitar con esto que las impurezas o partículas que arrastra el aire se depositen en el combustible.

**Figura 16. Despacho de lubricantes**



**Figura 17. Despacho de combustible**



**Figura 18. Tanques de combustible**



### **1.2.3.9. Nuevas instalaciones administrativas de la Zona Vial 11**

Estas instalaciones están ubicadas frente a las oficinas que actualmente están funcionando. Las instalaciones que están en construcción solamente cuentan con oficinas para ampliar toda el área de administración pero éstas aún no están terminadas por lo tanto urge que se les dé seguimiento (figura 19).

**Figura 19. Nuevas oficinas administrativas**





## **2. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA**

### **2.1. Características básicas**

En términos generales, las máquinas usadas para movimiento de tierra consisten en dos conjuntos básicos

- a. El motor que provee la potencia.
- b. El tren de potencia.

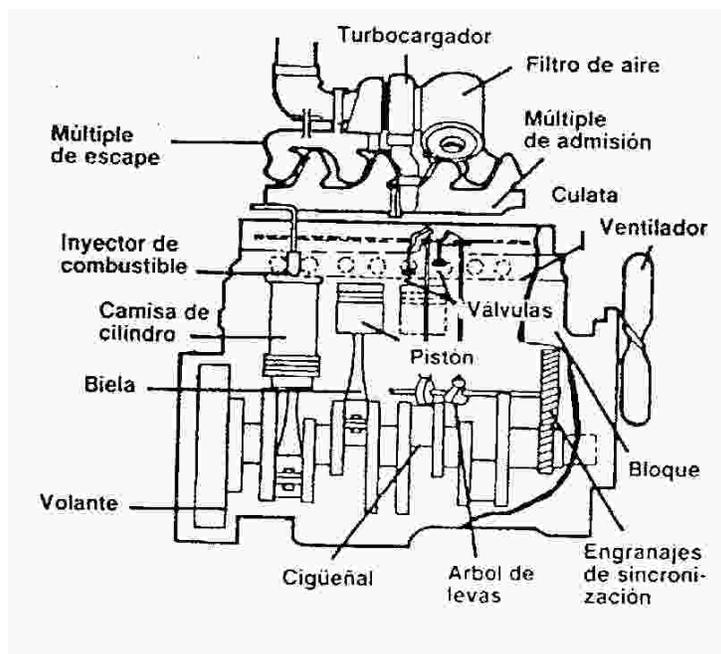
#### **2.1.1. Motor**

El motor es la unidad que provee la potencia necesaria para que la máquina pueda funcionar y hacer el trabajo para el cual fue diseñado. El motor es una máquina de combustión interna; en lo que respecta específicamente al motor Diesel, su ignición es por compresión (figura 20). El combustible se quema dentro del cilindro y al expandirse los productos gaseosos de la combustión, hacen posible que el pistón se mueva dentro del cilindro del punto muerto superior al inferior, y como está unido a la biela y ésta a un eje cigüeñal, el movimiento vertical obtenido queda transformado en un movimiento giratorio, que es el que se utiliza para producir trabajo. Entonces se dice que el motor es una máquina que transforma la energía térmica en energía mecánica.

Naturalmente, al estar trabajando un motor, hay muchas piezas que están en movimiento continuo unas con otras y que necesariamente tienen que lubricarse constantemente para minimizar el desgaste.

Los motores generalmente tienen cuatro o más cilindros conectados, de tal manera que cada uno proporcione una carrera durante un ciclo completo del motor. Los cilindros forman parte del bloque, que es un bastidor de metal fundido; la parte superior, que contiene las válvulas, se llama culata o cabeza y la parte inferior se llama propiamente bloque.

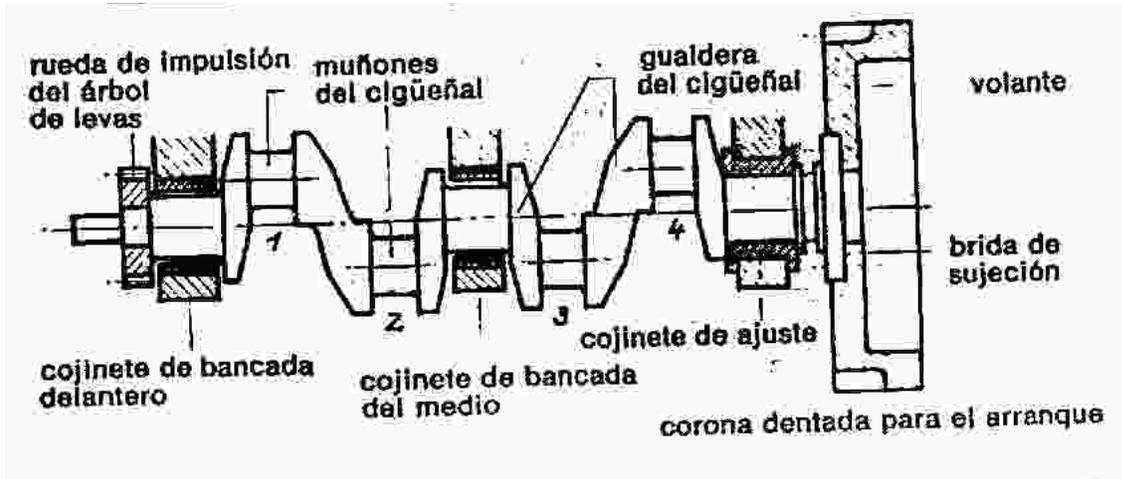
**Figura 20. Motor Diesel**



Fuente: INTECAP maquinaria pesada. **Motor Diesel.** Pág. 3

El cigüeñal es el eje que transforma el movimiento alternativo de una biela en movimiento circular (figura 21), y está sostenido en el bloque del motor, por medio de los cojinetes de bancada, los cuales son lubricados mediante los agujeros de lubricación mecanizados en el bloque.

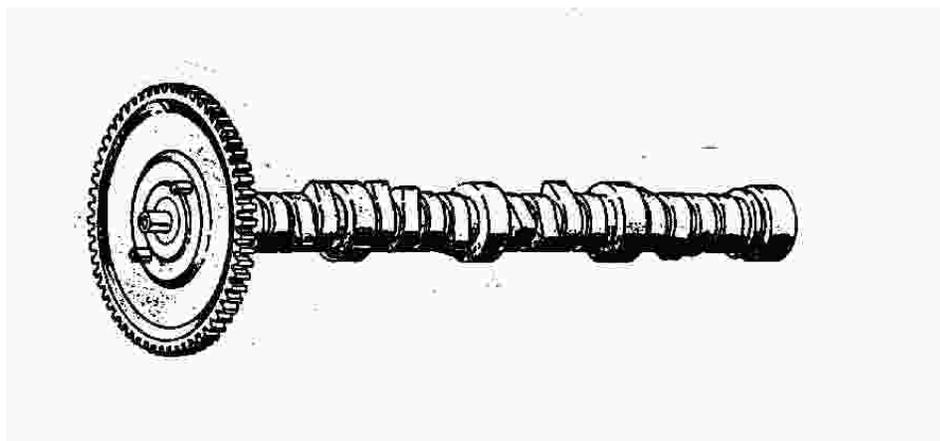
**Figura 21. Eje de cigüeñal de un motor de 4 cilindros**



Fuente: INTECAP maquinaria pesada. **Motor Diesel.** Pág. 26

El motor consta también de un eje o árbol de levas (figura 22), que es un eje giratorio de perfil no circular empleado para transformar el movimiento giratorio en movimiento alternativo, y cuya función es abrir y cerrar las válvulas de admisión del aire y las de escape de los gases quemados. Este eje tiene una leva para cada válvula.

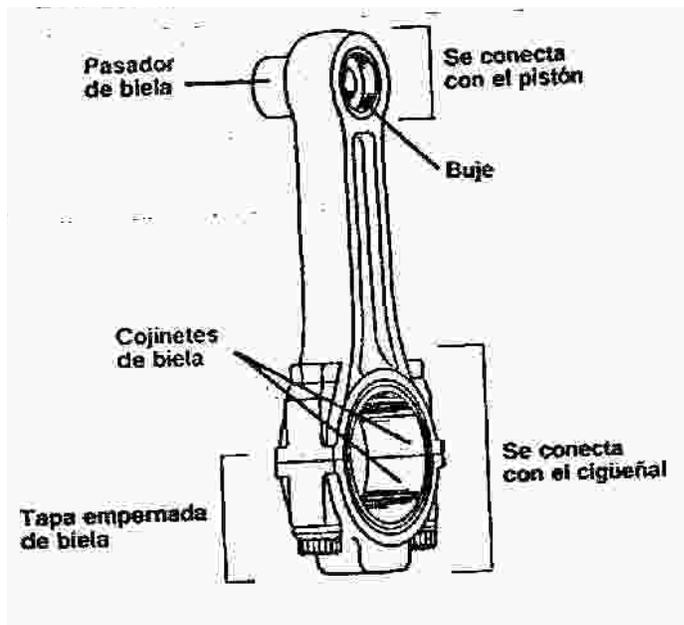
**Figura 22. Eje o árbol de levas**



Fuente: INTECAP maquinaria pesada. **Motor Diesel.** Pág. 27

La biela es la pieza que conecta al pistón con el cigüeñal y transforma el movimiento alternativo del pistón en movimiento giratorio del cigüeñal (figura 23). La biela se fabrica por forja, para que sean de alta resistencia y tenaces. Son labradas a tolerancias precisas y tratadas térmicamente para asegurar su paralelismo, peso correcto y alineación, para mantener los cojinetes en su sitio durante la función. La biela está unida al pistón por un pasador, que es fabricado mediante troquelado, con el fin de que resistan las grandes cargas a que está sometido. Debe ser de alta resistencia a la tracción y de poca dilatación térmica.

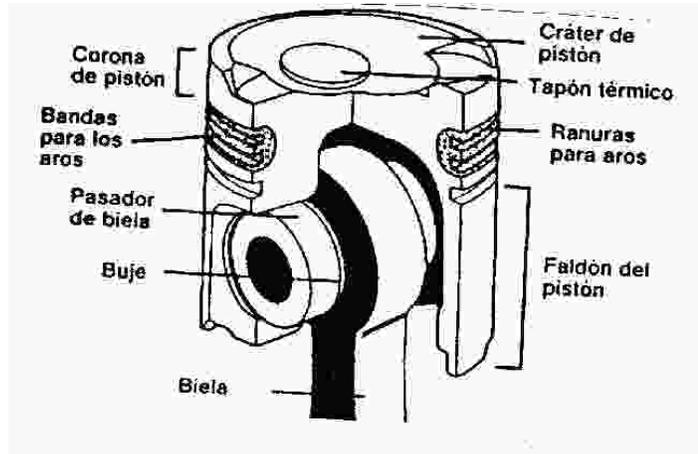
**Figura 23. Partes de la biela**



Fuente: INTECAP maquinaria pesada. **Motor Diesel**. Pág. 30

Los pistones tienen una función principal y es transferir la energía de la combustión al cigüeñal en forma de fuerza mecánica; también actúa como una bomba en la carrera de admisión y en la de escape, para arrastrar el aire hacia adentro de la cámara de combustión y así empujar los gases de escape hacia afuera. (figura 24)

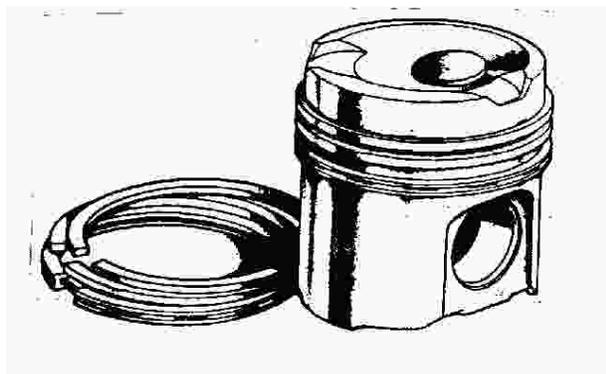
**Figura 24. Pistón y biela**



Fuente: INTECAP maquinaria pesada. **Motor Diesel.** Pág. 28

Para proveer un sello hermético entre el cilindro y el pistón, se usan unos anillos, para evitar fugas de compresión en el cárter. Se fabrican de acero resistente, pero flexible y dúctil; se tratan térmicamente para mayor resistencia. Estos anillos sirven también para la compresión del aire. Los anillos cumplen una segunda función: limpiar las paredes del cilindro al bajar en las carreras de fuerza y admisión. También ayudan a enfriar el pistón, pues transmiten una cantidad considerable de calor desde el pistón a las paredes del cilindro. En los motores modernos, se usan dos tipos de anillos, de acuerdo con su función: anillos de compresión y anillos que controlan el aceite (figura 25).

**Figura 25. Anillos**



Fuente: INTECAP maquinaria pesada. **Motor Diesel.** Pág. 28

### **2.1.1.1 Tren de potencia**

El tren de potencia puede tener transmisión mecánica o automática. Los componentes de una transmisión mecánica son

- a. Embrague principal
- b. Transmisión
- c. Mandos finales

Los componentes de una transmisión automática son

- a. Transmisión
- b. Convertidor de par
- c. Mandos finales

### **2.1.1.2 Transmisión mecánica**

Por lo general, una transmisión es el mecanismo de control de fuerza en el tren de potencia de un vehículo. La transmisión mecánica, en combinación con un embrague principal, controla la potencia producida por el motor.

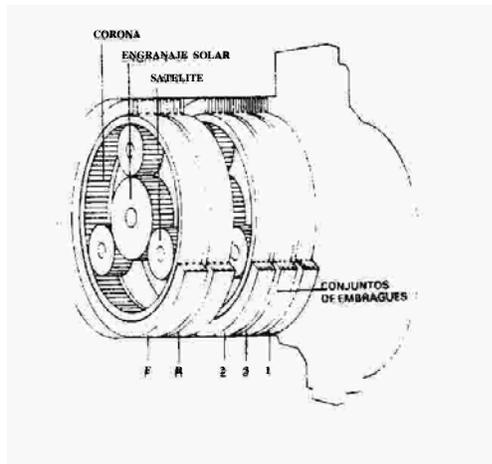
Una transmisión proporciona el avance y el retroceso de la máquina, controla diferentes velocidades y diferentes fuerzas de empuje. El avance y retroceso, los cambios de velocidades y las multiplicaciones de la fuerza de propulsión, se producen mediante la conexión mecánica de diferentes trenes de engranajes en ejes paralelos (figura 26).

Por el continuo movimiento en que trabajan todas las piezas de una transmisión, los desgastes entre ellas tienen que ser controlados. Engranajes, piñones, bujes, cojinetes, etc., tienen que estar perfectamente bien lubricados para evitar desgastes anormales e incluso roturas de piezas vitales en todo el mecanismo.

### 2.1.1.3 Transmisión automática

La transmisión automática es también llamada servotransmisión y son cajas de velocidades automáticas. Una servotransmisión es, en el fondo, una combinación de dos transmisiones: una transmisión planetaria de velocidades y una transmisión hidráulica multiplicadora de par (convertidor de par). La transmisión planetaria provee el avance y el retroceso de la máquina con una variedad de velocidades.

**Figura 26. Transmisión de engranajes rectos**



Fuente: Edwin Salguero. Tesis. Pág. 25

### 2.1.1.4 Convertidor de par

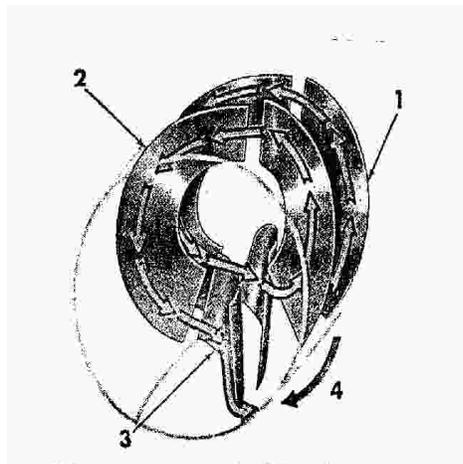
El convertidor de par no es más que un embrague hidráulico modificado, que tiene por objeto multiplicar el par y hace posible mantener altas las revoluciones del motor, a fin de suministrar fuerzas a las bombas hidráulicas.

La función de los convertidores es impedir que el motor disminuya su velocidad y se pare debido a sobrecargas.

El convertidor de par es un dispositivo que usa la energía de fluido en movimiento para transmitir la potencia. Además de tener una bomba activa y una turbina pasiva, lleva una serie de paletas, que constituyen el estator; y están contenidos en una caja. Dicha caja tiene en uno de los lados una corona que engrana con el volante del motor; en el otro lado, tiene el eje de salida.

Las paletas del estator cambian el sentido en que circula el aceite; después de pasar por la turbina, lo envía de nuevo a la bomba; esto permite que la bomba aumente la fuerza de torsión, que equivale a multiplicar el par motor. Por estar cerrado el circuito, se establece una corriente continua del aceite, de sentido circular en un plano paralelo a eje. De esta manera, se pueden lograr transmitir grandes potencias (figura 27).

**Figura 27. Esquema del convertidor**



1. Paleta de la bomba.
2. Paleta de la turbina.
3. Paleta del estator.
4. Sentido de rotación del motor.

Fuente: INTECAP maquinaria pesada. **Transmisiones**. Pág. 24

### **2.1.1.5 Mandos finales**

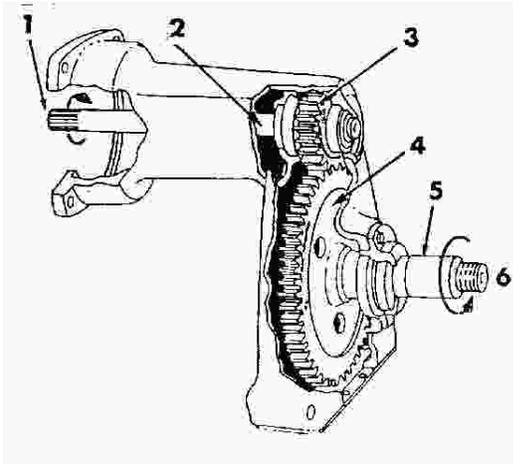
Los mandos finales reciben la potencia de la transmisión para transmitirla modificada a una rueda dentada, que acciona el carril para poner en movimiento la máquina. En otras palabras, su función es multiplicar el par motor proveniente del sistema diferencial, para una mayor torsión en las ruedas motrices.

Los mandos finales son simplemente dispositivos de multiplicación; cuentan con un sistema de lubricación que, en su mayor parte, es a presión; cuentan con una bomba de aceite de engranajes que normalmente va montada sobre el extremo del piñón.

Los tipos más usuales en maquinaria pesada son los siguientes: de piñón y de engranaje recto (figura 28) y de engranaje epicicloidal. El primero, además de multiplicar el torque, permite obtener una mayor altura de la máquina con respecto al suelo. Este tipo de mando generalmente se monta en cajas separadas con su lubricación propia; también se ha popularizado en tractores agrícolas y para movimiento de tierra.

El mando por engranaje epicicloidal permite montarse en espacios reducidos, por ser más pequeño y compacto que el de piñón y engranaje recto. Sus piezas se desgastan menos, por la carga repartida uniformemente entre varios engranajes. Se está empleando cada vez más en tractores agrícolas, máquinas y camiones pesados.

**Figura 28. Mando de piñón y engranaje recto**



1. Del diferencial.
2. Semieje del mando final.
3. Piñón de la reducción.
4. Engranaje recto.
5. Palier.
6. A la rueda.

Fuente: INTECAP maquinaria pesada. **Transmisiones**. Pág. 41

#### **2.1.1.6 Sistema hidráulico**

Un sistema hidráulico típico se compone de lo siguiente:

- a. Tanque del fluido hidráulico.
- b. Bomba para impulsar el fluido.
- c. Mangueras de alta presión.
- d. Cilindros con sus respectivos émbolos.
- e. Tubos, válvulas y filtros.

Los cilindros reciben la acción del aceite y estos a su vez comunican movimiento a los accesorios que utilizan las máquinas para ejecutar el trabajo (hoja empujadora, cucharón, desgarrador, etc.).

Las fallas de los componentes del sistema hidráulico suelen tener por causa el agua en el lubricante. Ésta se evapora cuando se calienta el sistema hidráulico, y se produce la erosión de las planchas de extremo de las bombas de paletas; si el sistema usa bomba de engranajes, las erosiones se producen en el cuerpo; si la bomba es de pistones, las placas de lumbreras son las atacadas por la erosión.

Los sistemas hidráulicos son simples y la potencia se puede transmitir fácilmente a piezas en movimiento, mediante mangueras y tuberías. Un sistema hidráulico depende del líquido en las tuberías para su funcionamiento; se usa líquido porque éste no puede ser comprimido dentro de un área más reducida, pero sí tiene facilidad de desplazamiento.

### **2.1.2. Tractor**

Los tractores de cadenas se aplican en movimientos de tierra, empuje de materiales, para halar maquinaria, así como desgarrar o rompimiento de materiales. Generalmente utilizan un tren de rodaje (cadena = oruga), el cual está formado por eslabones, pasadores, bujes, zapatas y un bastidor de rodillos, sobre los cuales descansa todo el peso del tractor, complementado por las ruedas guías o tensoras y es la rueda motriz la que proporciona la fuerza al tren de rodaje.

Los tractores empleados en la construcción, urbanización y mantenimiento (figura 31), están provistos de una cuchilla, un ripper o desgarrador y, en algunos casos, de un malacate. Según las condiciones del terreno, el tren de rodaje sufrirá cambios o arreglos. En este tipo de maquinaria, la producción depende en gran parte del tipo de hoja topadora que se use para mover el material. Es básico determinar la clase de trabajo que va a desarrollar un tractor en la mayor parte de su vida útil, así como determinar los materiales que se van a mover y las limitaciones que pueda tener para desarrollar dicho trabajo.

Para que un tractor trabajando en pendiente tenga una lubricación adecuada, la inclinación máxima no debe pasar los 45 grados (100%). Esto es válido para tractores que trabajen hacia delante o hacia atrás.

**Figura 29. Tractor de oruga D6D**



### **2.1.3. Cargador frontal**

Son máquinas que se emplean para cargar los camiones de materiales, vienen en versiones de rueda o tren de rodaje; también se utilizan para acarrear materiales a cortas distancias, y cuando están provistos de ruedas, su bastidor es articulado, y si son accionados por cadena, su tren de rodaje es fijo; están equipados con un cucharón, brazos de levante, torre, y un contrapeso que ayuda al soporte de la carga.

Funciones:

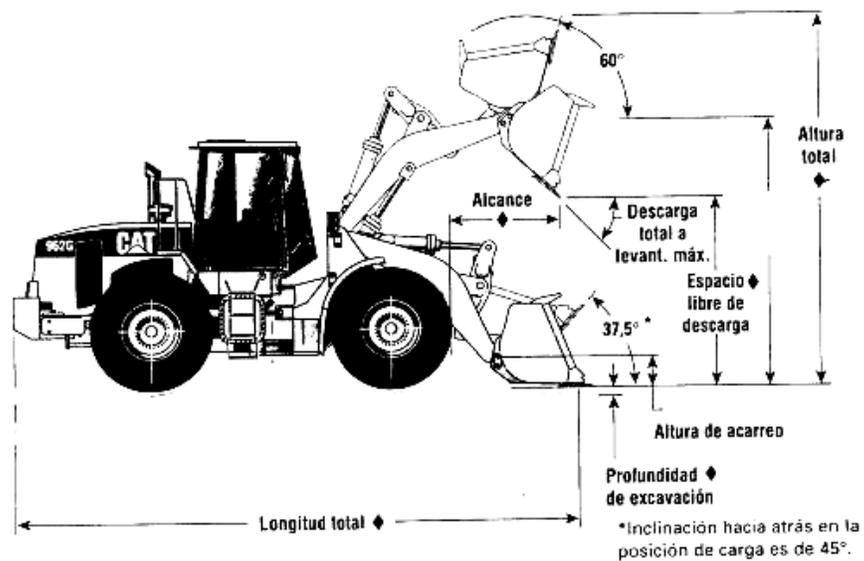
- a. Cargar los camiones de materiales
- b. Acarrear materiales a cortas distancias

Los cargadores de llantas son rápidos (figura 30); la base para el cálculo del rendimiento es el tiempo de ciclo básico que comprende el tiempo de carga, tiempo de ascenso, tiempo de descarga, un promedio de 4 cambios de sentido en marcha, tiempo de descenso y recorrido mínimo.

**Figura 30. Cargador frontal 930**



**Figura 31 Alturas y longitudes de los cargadores**



#### **2.1.4. Motoniveladora**

Estas máquinas se emplean generalmente en la construcción de carreteras o nivelación de terrenos; son conocidas generalmente con el nombre de patrol. Están equipadas con una cuchilla montada sobre una tornamesa, un ripper y un escarificador; éstas utilizan generalmente neumáticos y poseen, en muchos casos, un bastidor articulado (figura 32).

Funciones:

- a. Nivelar terrenos
- b. Hacer taludes
- c. Mezclar materiales
- d. Desgarrar materiales

**Figura 32. Motoniveladora 130G**



Las motoniveladoras son ideales para el mantenimiento de los caminos de acarreo, lo cual hace que la producción se incremente, y así los vehículos de acarreo circulen a mayor velocidad.

Las modernas motoniveladoras son del tipo de bastidor articulado, lo cual permite operarlas de la manera siguiente:

- a. Marcha en línea recta: es la técnica ideal para las pasadas largas con la hoja. El bastidor se coloca en línea recta, para los virajes, se usan solamente las ruedas de adelante.
- b. Marcha con articulación: el bastidor se articula hasta 20 grados, las ruedas delanteras pueden girar un máximo de 50 grados y alcanzar un ladeo de 18 grados. Estas condiciones hacen que las maniobras sean más fáciles y en poco espacio, así como sus giros más rápidos al final de cada pasada.
- c. En posición acodillada: el bastidor se articula hasta 20 grados, las ruedas delanteras se mantienen paralelas a las del tándem, lo cual permite compensar la desviación lateral, así como mejorar la estabilidad al trabajar en laderas.

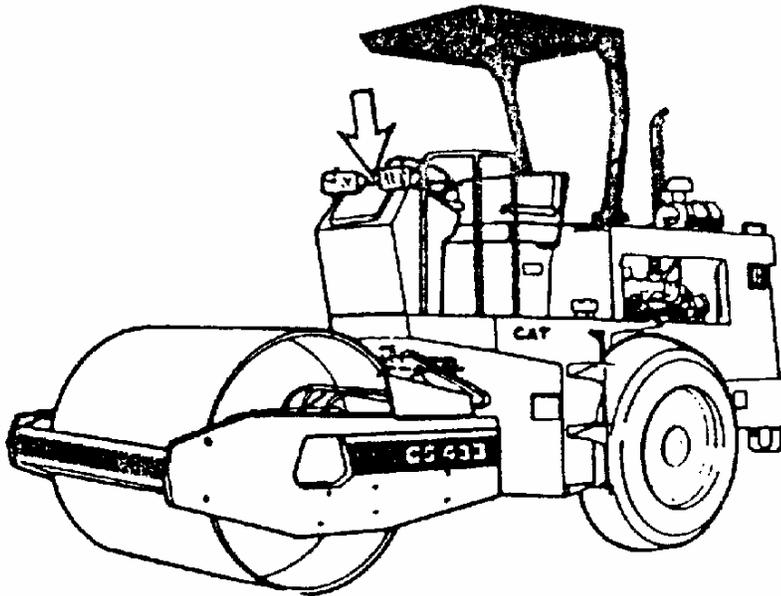
#### **2.1.5. Vibrocompactadora**

Se utilizan para compactar tierra o rellenos sanitarios; pueden estar equipados con un rodillo y dos neumáticos (figura 35), o tener dos rodillos lisos o de pisones; en algunos casos, poseen una pequeña cuchilla que les permite limpiar el terreno para su fácil desplazamiento. Se le antepone el nombre vibro, porque utilizan un sistema de vibración del rodillo para mejor compactación.

Funciones:

- a. Compactar tierra
- b. Aplanar tierra o asfalto

**Figura 33. Vibrocompactadora**



Fuente: Caterpillar. *Operation & maintenance (vibratory compactor)*. Pág. 15

### **2.1.6. Retroexcavadora**

Las retroexcavadoras son una combinación de los cargadores frontales y de las excavadoras, solo que en menor tamaño. Está equipada con un cucharón en la parte frontal y un brazo de excavadora en la parte trasera; cuenta con estabilizadores generalmente en la parte trasera, donde se encuentra el implemento de excavación, que permiten ajustar la distribución de peso con facilidad.

**Figura 34. Fotografía de retroexcavadora 416C**



Las retroexcavadoras han sido diseñadas para obtener la máxima visibilidad en todas direcciones. El capo delantero y los brazos de levantamiento divergente permiten que el operador vea una mayor parte de la zona de trabajo delantera y del accesorio del cargador. No existe un antefiltro que bloquee la línea de visión. Además, con la combinación de neumáticos traseros grandes para obtener tracción y flotación, y de neumáticos delanteros pequeños permiten una vista clara del implemento del cucharón y de la zona delantera de trabajo.

La visibilidad hacia atrás es muy importante para poder accionar el brazo de excavación; con un asiento reversible, una ventana amplia y con una pluma estrecha, se obtiene una amplia visibilidad que permite maniobrar con facilidad.

**Figura 35. Fotografía de la parte trasera de la retroexcavadora 416C**



En la retroexcavadora, la transmisión es estándar con modulación eléctrica y proporciona cuatro velocidades de avance y de retroceso, con sincronización en todas las marchas. La constante superposición de las marchas en todas las relaciones permite el cambio de marcha sin necesidad de frenar, tanto en subida como en bajada. La característica de arranque en neutral evita que la máquina arranque, mientras que la modulación de la transmisión está conectada. El embrague de rueda libre del convertidor de par permite que el estator del convertidor se mueva con libertad en condiciones de alta velocidad y baja carga, como, por ejemplo, cuando se viaja por carretera.

En la retroexcavadora el sistema hidráulico no necesita que trabaje al máximo todo el tiempo. El sistema hidráulico de flujo variable detecta la demanda; existe y ajusta el flujo y la presión para satisfacerla. Este sistema permite tener fuerzas altas de excavación con el cucharón a cualquier velocidad del motor, lo que proporciona un control excelente para trabajos delicados en zonas con poco espacio; además, reduce el desgaste del sistema que es algo muy importante. El sistema hidráulico realmente detecta la carga por medio de válvulas de centro cerrado por el implemento. Este diseño permite enviar a la bomba información acerca de las necesidades del sistema hidráulico, para que la bomba entregue exactamente el flujo y la presión necesarios para satisfacer las necesidades del sistema.

**Figura 36. Bomba hidráulica retroexcavadora 416C**



Fuente: **Caterpillar. *Operator and maintenance*** Pág. 63

El brazo de excavación o pluma está construido en sección de caja, con refuerzos internos, lo que proporciona una fortaleza excelente y mejor equilibrio con una distribución de peso. Además el brazo de excavación se puede extender y permitir excavar a mayor profundidad y alcanzar a mayor distancia.

## **2.2. Diagnóstico de la maquinaria de la zona vial 11**

Debido al estado en que se encuentra la maquinaria pesada y el constante deterioro que sufren las mismas, y haciendo un estudio de las principales causas del daño en la maquinaria, que les disminuye su vida, se pueden nombrar varias de estas causas

- a. Mantenimiento inadecuado
- b. La falta de repuestos adecuados en bodega
- c. Falta de personal para darle mantenimiento
- d. Falta de cursos de capacitación de reparación de maquinaria
- e. Operación inadecuada de la máquina

Las cinco principales causas que hacen que la maquinaria sufra un deterioro continuo, y que a su vez hacen que el convoy esté en horas muertas de trabajo, por carecer de un tractor, patrol o de un cargador frontal que cumpla con las condiciones de trabajo.

Hay muchos factores involucrados que permiten que se den estas causas los cuales ya fueron mencionados en el estado actual. Las medidas que se deben tomar son la eliminación de estos problemas, para el avance de la zona vial 11, así como el progreso de la Dirección General de Caminos y por ende del país.

Haciendo una propuesta de un plan de mantenimiento adecuado para cada maquinaria pesada, así como una bodega con existencia adecuada de repuestos y haciendo otra bodega con la maquinaria que se encuentra inventariada para repuestos, se podrá prolongar la vida útil de las máquinas, y así disminuir la cantidad de horas muertas, siempre que se cuente con el personal suficiente para desempeñar el trabajo, así como su capacitación constante.

El diagnóstico actual de la maquinaria pesada se presenta en un tipo de informe que la Dirección General de Caminos, a través de la división de mantenimiento, solicita a la zona vial 11, que en cooperación con el personal de esta zona, se logra obtener (figura 37).



El diagnóstico de la maquinaria es el siguiente

### **2.2.1. Tractor de oruga D6D**

Actualmente de los tres tractores que hay en la zona vial, dos se encuentran trabajando y uno en reparación. Los dos que están trabajando tienen el mismo tiempo de operación y requieren la misma reparación que consiste en

- a. Motor: reparación de inyectores
- b. Sistema de enfriamiento: bomba de agua, radiador y *cooler*.
- c. Sistema de combustible: bomba de inyección.
- d. Sistema de rodaje: cadenas, balancín, espejos, bufas, tuercas de flecha, rodaje completo.
- e. Suspensión: amortiguadores de tensora, guías de resorte de tensora, chumacera de carril, piñón y corona (cabillas).
- f. Sistema hidráulico: mangueras completas y juego de sellos de los cilindros.
- g. Accesorios: horómetros.
- h. Otros: filtros (aceite, Diesel y aire) y fajas.

El tractor de oruga que se encuentra inventariado en su estado actual de reparación larga; además de todo lo mencionado, también necesita:

- a. Sistema de transmisión: transmisión completa y discos del convertidor.
- b. Sistema hidráulico: botellas de levante.

### **2.2.2. Cargador frontal 930**

Actualmente de los tres cargadores que hay, dos se encuentran trabajando y uno en reparación corta. El diagnóstico es el siguiente

- Motor: calibración de inyectores y juego de empaques.
- Sistema de enfriamiento: radiador y *cooler*.
- Sistema de combustible: bomba de inyección.
- Sistema de frenos: bomba de frenos y maxifrenos.
- Sistema de rodaje: llantas.
- Sistema eléctrico: luces, starter y alternador.
- Sistema hidráulico: juego de mangueras, juego de sellos de los cilindros (levante, giro y volteo).
- Accesorios: protectores para el cucharón, horómetros.
- Otros filtros (aceite, Diesel y aire) y fajas.

El que se encuentra en reparación necesita

- Cambio de fajas, filtros y batería.

### **2.2.3. Motoniveladora 130 G**

De las cinco que hay dos se encuentran trabajando, una en reparación corta, una en reparación larga y una se encuentra inventariada en su estado actual para repuestos.

El diagnóstico de las motoniveladoras es el siguiente

- Motor: reparación de inyectores.
- Sistema de enfriamiento: radiador.
- Sistema de frenos: bomba principal de freno, maxifrenos, compresor y discos.

- Sistema de rodaje: juego de llantas.
- Sistema hidráulico: bomba principal, mangueras y juego de empaques de cilindros.
- Accesorios: horómetro.
- Otros: cuchillas, casquillos del escarificador, 8 ajustes de tornamesa, ajustes de sujetar cilindros de tornamesa, filtros y fajas.

El patrol que está en reparación larga, además de lo anterior necesita

- Sistema de transmisión: discos del convertidor
- Motor: block y culata.

El que se encuentra en reparación corta necesita

- Sistema electrico: bateria
- Otros: fajas y filtros de Diesel, aire y aceite.

#### **2.2.4. Vibrocompactadora SPV-68DD**

Solamente hay una en ésta zona vial y está en funcionamiento pero necesita

- Sistema de enfriamiento: ventilador.
- Otros: fajas y filtros.

#### **2.2.5. Retroexcavadora 416 C**

Solamente hay una y no está trabajando ya que necesita lo siguiente

- Sistema eléctrico: revisión de horómetros.

- Sistema de enfriamiento: radiador y ventilador
- Motor: block y culata
- Sistema de frenos: bomba de frenos y maxifrenos.
- Otros: cambio de aceite filtros y fajas.

**Tabla I. Inventario de la maquinaria de la zona vial 11**

núm.	núm. D.G.C	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	ESTADO
1	133/33	Motoniveladora	Caterpillar	130G	Descarte
2	26.32/69	Retroexcavadora	Caterpillar	416C	Funcionando
3	331-131-95	Tractor	Fiat Allis	14C	Reparación
4	13.3/25	Motoniveladora	Caterpillar	120G	Reparación
5	310-114-90	Cargador frontal	Caterpillar	930	Funcionando
6	450-31-89	Vibrocompactadora	Tema terra	SPV-68DD	Funcionando
7	12.8/27	Cargador frontal	Caterpillar	920	Reparación
8	310-128-95	Cargador frontal	Fiat allis	FR12B-1994	Funcionando
9	320-128-95	Motoniveladora	Champion	T10A	Funcionando
10	320-114-90	Motoniveladora	Caterpillar	130G	Funcionando
11	13.3/38	Motoniveladora	Caterpillar	120G	Reparación
12	131-107-90	Tractor	Caterpillar	D6D	Funcionando
13	331-117-92	Tractor	Caterpillar	D7G	Funcionando

Como se puede apreciar en el inventario de la maquinaria existente en la zona vial 11, están en funcionamiento únicamente siete de las trece máquinas, ya que las otras seis, están clasificadas para descarte o reparación (tabla 1), es decir que no están en capacidad de funcionamiento, por el deterioro de las mismas, que puede ser consecuencia de una inadecuada operación, un mal mantenimiento o simplemente por el tiempo de servicio.

Algunas de las partes de la maquinaria que se encuentra para descarte han servido como repuestos para otras maquinas de la zona vial 11, que dicha maquinaria se encuentran para descarte, algunas de sus partes, han servido como repuestos para otras máquinas de la zona vial, o también se recomienda que haya un intercambio de las partes o repuestos entre las diferentes zonas viales de la Dirección General de Caminos para el mismo fin, ya que muy a menudo los modelos de la maquinaria ya no son encontrados tan fácil en el mercado nacional, y tienen que ser importados a un costo muy elevado; se entiende en el mercado nacional, aquellos repuestos que están a la venta, ya que todos los repuestos o partes de esta clase de maquinaria son importados, pues no hay una producción de los mismos en nuestro país.

El inventario muestra, la cantidad de máquinas con las que cuenta la zona vial, pero no indica si la máquina está lista para operar, si está en reparación o en la espera de repuestos, que siempre resulta problema por la falta de dinero para comprarlos.

### **3. TIPOS DE MANTENIMIENTO**

#### **3.1 Mantenimiento**

El mantenimiento es la serie de tareas o trabajos que hay que ejecutar en algún equipo o planta, a fin de poder conservarlo eficientemente para que pueda brindar el servicio para el cual fue creado.

Para el departamento de maquinaria, el objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo del servicio que está suministrando la maquinaria; este es el punto esencial y no como erróneamente se ha creído, que el mantenimiento está obligado a la conservación de tales elementos. El servicio es lo importante y no la maquinaria o equipo que los proporciona. Por lo tanto, se debe de equilibrar en las labores de mantenimiento los factores esenciales siguientes: calidad económica del servicio, duración adecuada del equipo y costos mínimos de mantenimiento.

La adquisición de equipo nuevo acarrea costos elevados, pues inicialmente su depreciación es muy acelerada, aunque se compensa, ya que necesita menos gastos de mantenimiento y la expectativa de falla es menor.

Conforme transcurre el tiempo, el equipo se va deteriorando y sus componentes van sufriendo desgastes, que necesariamente obligan a un aumento de las frecuencias de fallas de servicio y los costos de mantenimiento se incrementan; además, el cambio de repuestos es más costoso debido a la dificultad de obtenerlos, por no tener existencia en las bodegas y que el fabricante no garantice la existencia de éstos por períodos muy grandes. Por otro lado, un aumento en la frecuencia de fallas del servicio, causa pérdidas en el ingreso que origina la prestación del mismo, de tal manera que estos costos

aumentan en forma considerable, hasta ser prácticamente prohibitivos al final de la vida de la maquinaria.

### **3.1.1. Mantenimiento preventivo**

Al mantenimiento preventivo se le puede definir como la conservación planeada, y llega a tener como función conocer sistemáticamente el estado de las máquinas y equipo para programar, en los momentos más oportunos y de menos impacto, en la tarea que debe realizar.

El mantenimiento preventivo se refiere a que no se debe esperar a que las máquinas fallen para hacerles una reparación, sino que se programen los recambios con el tiempo necesario antes de que fallen; esto se puede lograr conociendo las especificaciones técnicas de los equipos a través de los manuales de los mismos.

El objetivo de este mantenimiento no se circunscribe a lo que es adecuado para el equipo, sino que su meta es considerar el trabajo. Se le da servicio a la maquinaria y equipo, considerando el efecto sobre la producción, seguridad personal y del equipo mismo. Se dice entonces que el mantenimiento preventivo se ha utilizado para indicar un sistema de programación, en sus beneficios secundarios.

### **3.1.2. Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo se basa en función de averías en la maquinaria o equipo que ya se han previsto, sea por algún medio estadístico o por las instrucciones del fabricante, aunque no ha se localizado en el tiempo. Como ya se ha mencionado, el mantenimiento predictivo va a decir o a predecir qué piezas pueden ser remplazadas o protegidas, antes de que éstas puedan fallar; además, permite planificar los recursos que

se pueden utilizar como son, la mano de obra, herramientas, materiales y repuestos que se han adquirido o localizado con anticipación.

Este método de mantenimiento tiene el inconveniente de que sólo puede proteger elementos vitales y no fallas de elementos secundarios.

### **3.1.3. Mantenimiento correctivo**

Este tipo de mantenimiento se basa en ejecutar las correcciones menores a la maquinaria para adaptarla mejor a nuestro medio. Son reparaciones serias que requieren una revisión completa o reconstrucción, ya que a veces es mejor realizar algunas correcciones a la maquinaria para reducir los costos, tanto de operación, como de servicio, y no prolongarlos.

Estas correcciones requieren de personas especializadas y bajo una rigurosa supervisión de ingenieros, así como del distribuidor, y guiarse con el manual del fabricante, para no perder la potencia de la máquina o perjudicar su funcionamiento.

También se puede dar al momento de realizar una rutina de mantenimiento preventivo.



## **4. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA**

Un programa de mantenimiento preventivo tiene como objetivo poder mantener constantemente en perfecto estado de funcionamiento la maquinaria para lograr su máximo rendimiento con un mínimo costo. Ahora bien, existe cierta confusión, respecto al alcance del mantenimiento preventivo. Algunos creen que éste se reduce a unas inspecciones periódicas; sin embargo, este mantenimiento abarca no sólo las actividades de eliminación de averías o de comportamiento anormal, sino la normalización, disminución de costos de operación e incremento de la vida útil de las máquinas y equipo.

Un buen plan de mantenimiento preventivo provee una guía detallada de cada tipo de equipo, descomponiendo la máquina entera en sus diversos sistemas y componentes, es decir, que debe contar con una gama de manuales o catálogos para poderlo realizar.

Los registros de la maquinaria deben llevarse fielmente. En todo plan de mantenimiento, debe de producirse un registro consecutivo de todo el trabajo mecánico y de servicio hecho en una máquina o equipo. Éstos deben ser fáciles de llevar, fáciles de leer, y estar siempre disponibles y al día.

### **4.1. Recomendaciones de conservación**

Para conservar la maquinaria en buen funcionamiento, es necesario seguir estrictamente las recomendaciones que requieran todos los sistemas.

#### **4.1.1. Sistema de combustible**

Se debe llenar el tanque de combustible al finalizar cada jornada de trabajo, para eliminar el aire cargado de humedad y evitar la condensación. No llenar el tanque hasta el borde, pues el combustible se expande cuando se calienta y podría rebalsar.

Se debe verificar el nivel de combustible con la varilla de medición en la abertura de llenado. No hay que llenar los filtros de combustible con combustible antes de instalarlos. El combustible contaminado puede acelerar el desgaste de las piezas del sistema.

Después de cambiar los filtros del combustible, se debe purgar y cebar el sistema de combustible, para eliminar las burbujas de aire del sistema.

El agua y los sedimentos se deben drenar del tanque de combustible al comienzo de cada turno de trabajo o después de haber llenado el tanque y de haberlo dejado asentar durante 5 a 10 minutos.

#### **4.1.2 Sistema hidráulico**

El aceite de compensación agregado al sistema hidráulico se debe mezclar con el aceite que se encuentra en el tanque.

El agua o el aire pueden provocar la falla de la bomba. Si el aceite hidráulico se vuelve turbio, significa que está entrando agua o aire al sistema. Se debe drenar el fluido, volver a ajustar las abrazaderas de las tuberías hidráulicas de succión, así purgar el sistema y volver a llenarlo.

### **4.1.3. Sistema de admisión de aire**

El elemento primario se puede limpiar hasta seis veces, antes de tener que cambiarlo. Se cambia el elemento primario una vez al año, aunque no se haya limpiado seis veces. Cuando se atiende el elemento primario por tercera vez, hay que cambiar el filtro secundario. Se debe desechar cualquier elemento que esté rasgado o roto en el material del filtro.

### **4.1.4. Sistema eléctrico**

Al utilizar una fuente eléctrica externa para arrancar la máquina, hay que girar el interruptor general a la posición de apagado y sacar la llave antes de conectar los cables auxiliares.

Cuando se utilizan cables auxiliares, debe asegurarse de que están conectados en paralelo: positivo (+) a positivo (+) y negativo (-) a negativo (-). No hay que permitir que se junten los cables, pues de lo contrario emitirán una descarga, lo cual atentaría contra la seguridad del que los esté manipulando.

Utilizar únicamente un voltaje igual para arranque auxiliar. La utilización de un voltaje más alto deteriorará el sistema eléctrico.

### **4.1.5. Sistema de enfriamiento**

Nunca se debe agregar refrigerante a un motor recalentado; hay que dejar que el motor se enfríe antes de hacerlo.

El agua es siempre corrosiva a temperaturas de operación del motor. Use agua limpia con bajo contenido de minerales que formen escamas. No utilice agua ablandada

químicamente. Agregue al agua inhibidor de sistemas de enfriamiento para protección contra la corrosión.

Cuando se utilizan soluciones de agua y anticongelante permanente en el sistema de enfriamiento, hay que drenar la solución y cambiarla cada 2000 horas de servicio o una vez al año. Cuando se agrega inhibidor de sistemas de enfriamiento cada 500 horas de servicio o 3 meses, no es necesario vaciar y volver a llenar el sistema una vez al año. El período de drenaje se puede extender a cada 4000 horas de servicio o 2 años.

#### **4.1.6. Análisis del aceite**

Se debe verificar periódicamente el nivel de aceite y examinar el estado del mismo mediante una inspección visual.

**Tabla II. Intervalos de tomas de muestra**

<b>Compartimiento</b>	<b>Intervalo (horas)</b>
Aceite del motor	250
Aceite de la transmisión	500
Aceite hidráulico	500
Aceite del mando final	500

##### **4.1.6.1 Almacenamiento correcto de los aceites lubricantes**

Tomando en cuenta las variaciones en la temperatura, los vapores y gases en el interior de los toneles están dilatándose y contrayéndose continuamente, por lo cual los tapones no son completamente herméticos, entonces los toneles succionan aire del ambiente.

Los toneles deben de almacenarse acostados, sobre tarimas, con los tapones en las posiciones de las 9 y las 3 de las agujas del reloj. De esta forma, el aceite sella los tapones y los toneles ya no succionan aire.

Si los toneles se almacenan en posición vertical con los tapones para arriba, o aun acostados, pero sin que el aceite selle los tapones, agua y humedad puede entrar y contaminar el lubricante.

#### **4.1.6.2 Generalidades**

La grasa y el aceite acumulados en una máquina representan un peligro de incendio, por lo que se debe limpiar a vapor o agua a alta presión; cada 1000 horas como mínimo o cada vez que se derrame una cantidad considerable de aceite sobre una máquina.

Limpiar todas las conexiones, tapas y tapones antes de dar servicio. Hay que mantenerse en alerta para observar si hay fugas; si las hay, buscar la causa y corregirla.

Hay que comprobar los niveles de fluido con más frecuencia que los períodos recomendados, si se encuentran o se sospecha que hay fugas.

Se debe drenar el agua y los sedimentos de los depósitos de aire al comienzo de cada día de trabajo.

#### **4.2. Capacidades de llenado**

Las capacidades dadas son aproximadas y se deben de usar como una guía al llenar compartimentos o sistemas.

**Tabla III. Capacidades del tractor D6D**

<b>Compartimiento o sistema</b>	<b>Litros</b>	<b>Galones</b>
Cárter del motor	27.5	7
Transmisión	92	24
Tanque hidráulico	42	11
Mandos finales (c/l)	19	5
Tanque de combustible	295	78
Sistema de enfriamiento	39	10

Fuente: Caterpillar. **Manual de operación y conservación.** Pág. 86

**Tabla IV. Capacidades del cargador frontal 930**

<b>Compartimienno o sistema</b>	<b>Litros</b>	<b>Galones</b>
Cárter del motor	11	5
Transmisión	26	6.75
Tanque hidráulico	53	14
Mandos finales (c/l)	21	5.5
Tanque de combustible	148	39
Sistema de enfriamiento	29	7.75

Fuente: Caterpillar. **Manual de conservación.** Pág. 9

**Tabla V. Capacidades del patrol 130G**

<b>Compartimiento o sistema</b>	<b>Litros</b>	<b>Galones</b>
Cárter del motor	19	5
Caja de la transmisión y del diferencial	91	24
Tanque hidráulico	30	8
Tandem (c/u)	64	17
Mando del círculo	7	2
Tanque de combustible	284	75
Sistema de enfriamiento	38	10

Fuente: Caterpillar. *Manual de operación y mantenimiento*. Pág. 9

**Tabla VI. Capacidades de la vibrocompactadora SPV-68DD**

<b>Compartimiento o sistema</b>	<b>Litros</b>	<b>Galones</b>
Cárter del motor	98.21	2.5
Transmisión	4.91	1.25
Tanque hidráulico	129.64	33
Diferencial	3.2	0.85
Tanque de combustible	117.86	30

Fuente: Caterpillar. *Operation & maintenance manual*. Pág. 52

**Tabla VII. Capacidades de la retroexcavadora 416C**

<b>Compartimiento o sistema</b>	<b>Litros</b>	<b>Galones</b>
Cárter del motor	7.3	1.9
Tanque hidráulico	37.9	10
Mandos finales (c/l)	6.5	1.7
Tanque de combustible	128.9	34.0

Fuente: Caterpillar. *Operation & maintenance manual*. Pág. 84

### **4.3. Viscosidades del lubricante**

Antes de entrar de lleno a las viscosidades del lubricante, es indispensable describir el significado de lubricación. La fricción es generalmente un fenómeno indeseable, ya que produce pérdida de energía y acelera el desgaste; tanto la pérdida de energía como el desgaste, incrementan los costos y la necesidad de repuestos. Por eso el uso cuidadoso de los lubricantes que reducen la fricción puede dar como resultado un gran ahorro.

El propósito de la lubricación consiste en separar partes en movimiento mediante una película reductora de fricción. Las funciones principales de los lubricantes son: separar superficies, remover calor, y mantener limpios los componentes. Sus funciones secundarias son: sellar, aislar, proteger contra la corrosión, controlar la oxidación, prevenir la formación de espuma, dispersar los contaminantes, transmitir potencia, soportar tensiones, etc.

### **4.3.1. Clasificación de los lubricantes**

#### **4.3.1.1 Gaseosos**

Usados en equipos con rpm extremadamente elevadas, por ejemplo: centrífugas, mecanismos de exploración, equipo dental, computadoras, turbinas de alta velocidad, etc.

#### **4.3.1.2 Líquidos**

Conocidos también como aceites, son los que más se utilizan actualmente, ya sea sintéticos o derivados del petróleo. Sus características son: resisten grandes cargas, tienen una viscosidad moderada, proporcionan una capa gruesa, y tienen un costo aceptable. Los aceites derivados del petróleo son sensibles a los cambios de temperatura y se oxidan con mayor facilidad. En cambio, los sintéticos son todo lo contrario, son muy estables respecto a los cambios de temperatura y son resistentes a la oxidación.

#### **4.3.1.3 Semi-sólidos**

Conocidos como grasas. No tienen características de fluidez, pero son buenos lubricantes. Sus características son: alta viscosidad, buena retención de la lubricación, capacidad para soportar grandes cargas, y tener larga vida útil. Su única desventaja es que no pueden proporcionar enfriamiento ni limpieza.

#### **4.3.1.4 Sólidos**

Se utilizan en aplicaciones de baja velocidad, corta duración poca carga, y generalmente tienen una vida prolongada. Entre estos, se encuentran: compuestos inorgánicos (grafito y disulfuro de molibdeno), compuestos orgánicos sólidos (jabones,

grasas y ceras), películas metálicas (estaño y plomo). Este tipo de lubricación se utiliza en superficies de cojinetes o bujes, en ejes y herramientas de corte.

Los aceites se identifican principalmente por su viscosidad y su clasificación de servicio. La viscosidad es la propiedad más importante de un lubricante, ya que de ella depende la capacidad de carga del mismo y se define como la resistencia interna que se genera, conforme una capa de líquido se mueve en relación con otra, dicho en otras palabras, es la resistencia de un líquido al fluir o es la fricción interna del líquido.

Esta calidad friccional se clasifica por medio de un número adimensional: el índice de viscosidad (IV).

La definición más precisa del índice de viscosidad es la siguiente: número adimensional que indica el efecto de los cambios de temperatura sobre la viscosidad de un aceite. Cuanto mayor sea el IV, menor será la tendencia del aceite a cambiar su viscosidad con la temperatura y así mantener una película lubricante más gruesa.

La clasificación por viscosidad está designada por las letras SAE (Asociación de Ingenieros Automotrices), seguidas de un número, o una serie de números y letras. Comúnmente se encuentra sólo un número (ej. SAE 30) y se le denomina aceite monogrado; esto significa que la viscosidad del lubricante está dentro del rango de clasificación de verano. Si hay un número seguido de una letra W (ej. SAE 10W), esto significa que la viscosidad del lubricante está dentro del rango de invierno. Hay otros lubricantes líquidos que satisfacen, tanto la clasificación de verano, como de invierno (ej. SAE 15W40); esto indica que a bajas temperaturas (-15 y -20°C) el aceite tiene una viscosidad SAE 15W y a 100°C una viscosidad SAE 40, y reciben el nombre de aceite multigrado.

Los aceites multigrados se han formulado para tener un alto índice de viscosidad, por lo que su viscosidad no cambia tanto con los cambios de temperatura, en comparación con los aceites monogrados.

#### **4.3.2. Ventajas de un aceite multigrado sobre uno monogrado**

- a. Menor consumo de aceite (hasta un 50% menos)
- b. Economía de combustible (hasta un 7%)
- c. Menor desgaste del motor durante el arranque en frío, lo cual puede duplicar la vida útil del motor.
- d. Mayor viscosidad a altas temperaturas, lo cual brinda mayor protección contra el desgaste.
- e. Versatilidad: puede ser usado en un amplio rango de temperaturas. Por ejemplo, un SAE 15W40 puede reemplazar a un 15W, 20W, 30 Y 40.

A bajas temperaturas (durante el arranque), el aceite multigrado será más delgado, lo que significa:

- a. Pronta lubricación durante el arranque
- b. Menos desgaste en los cojinetes
- c. Menor esfuerzo para bombear el aceite
- d. Mayor economía de combustible

A altas temperaturas (durante la operación), el aceite multigrado será más grueso, lo que significa:

- a. Mejor lubricación
- b. Menor consumo de aceite
- c. Menor desgaste en la zona de anillos

d. Operación más eficiente

La clasificación de servicio ha sido establecida por el Instituto Americano del Petróleo (API); está diseñado para describir la habilidad de un aceite para desempeñarse satisfactoriamente en los diferentes grados de operación de un motor. Las categorías API se dividen en dos series: la letra S denota los aceites para motores encendidos por chispa (gasolina), por ejemplo: SA, SB, SC, SD, ..., SH. La letra C denota los aceites, para motores encendidos por compresión (Diesel), por ejemplo: CA, CB, CC, ..., CF-4.

**Tabla VIII. Viscosidades de lubricantes recomendadas**

Compartimiento o sistema	Lubricante	Temperatura °C	
		mínima	máxima
	SAE 5W-20	-25	10
Motor	SAE 10W	-20	10
CD	SAE 10W-30	-20	40
O	SAE 15W-40	-15	50
CD/TO-2	SAE 30	0	40
	SAE 40	5	50
	SAE 5W-20	-25	10
Sistema	SAE 10W	-20	40
hidráulico	SAE 10W-30	-20	40
HYDO	SAE 15W-40	-15	50
	SAE 30	10	50
	SAE 5W-20	-25	0
	SAE 10W	-20	10
Transmisión	SAE 10W-30	-20	10
CD/TO-2	SAE 15W-40	-15	20
	SAE 30	0	40
	SAE 40	5	50
	SAE 10W	-30	0
Mando final	SAE 30	-20	25
CD	SAE 40	-10	40
	SAE 50	0	50
Tándem (patrol)	SAE 90	-20	50

Fuente: Caterpillar. **Manuales de conservación y reparación.** Pag. 89

**Tabla IX. Lubricación y conservación del tractor**

1/3

<b>Punto</b>	<b>Servicio</b>
<b>Cuando sea necesario</b>	
Cuchillas y cantoneras	Inspeccionar y cambiar si están gastadas o dañadas.
Punta del desgarrador	Inspeccionar y cambiar si está gastada o deteriorada.
Fusibles	Cambiar si los elementos están quemados.
Admisión de aire al motor	Dar servicio cuando el motor esté parado.
Separador de agua	Cambiar el elemento de filtro.
Tapa de alivio del sistema de enfriamiento	Cambiar si es necesario.
Rótula de la hoja topadora	Inspeccionar el ajuste.
Freno y embrague del volante – impulsión directa	Ajustar el embrague y el freno.
Elemento de filtro de combustible (si está así equipado)	Dar servicio cuando el indicador señala baja presión de combustible.
<b>Diariamente o cada 10 horas</b>	
Inspeccione alrededor de la máquina	Inspeccionar el vehículo.
Cárter del motor	Medir el nivel de aceite.
Sistema de aceite del tren de fuerza	Verificar el nivel de aceite.
Radiador	Verificar el nivel del refrigerante.
Tanque hidráulico	Verificar el nivel de aceite.
Indicadores y medidores	Probar su funcionamiento.
Separador de agua	Dejar drenar el agua

<b>Semanalmente o cada 50 horas</b>	
Batería	Verificar el nivel electrolito.
Cojinetes de cilindro y varillaje del desgarrador	Lubricar los conectores.
Cojinetes de apoyo al cilindro de la hoja topadora	Lubricar los conectores.
Cojinetes del bastidor de rodillos inferiores	Lubricar los conectores.
Sistema de aceite del tren de fuerza	Cambiar los filtros, sólo en las servotransmisiones nuevas o reacondicionadas.
<b>Quincenalmente o cada 100 horas</b>	
Varillaje del control hidráulico (si está así equipado)	Lubricar los conectores
Cojinetes de la maza de la rueda motriz	Inspeccionar el ajuste, si la rueda motriz está floja o si hay fugas.
<b>Mensualmente o cada 250 horas</b>	
Cárter del motor	Cambiar el aceite y los filtros
Sistema de enfriamiento	Agregar acondicionador al sistema de enfriamiento.
Correas-alternador, ventilador y acondicionador de aire	Inspeccionar y cambiar y / o ajustar.
Cojinete de la polea del ventilador	Lubricar los conectores.
Frenos	Verificar su ajuste.
Cadenas	Verificar el ajuste de las cadenas.
Tirante de inclinación de la hoja topadora	Lubricar los conectores.
Mandos finales	Verificar el nivel de aceite.
Sistema de aceite del tren de fuerza	Cambiar los filtros.

<b>Trimestralmente o cada 500 horas</b>	
Elemento de filtro de combustible	Cambiar el filtro
Respiradero del cárter del motor	Limpiar.
Sistema hidráulico	Cambiar el filtro
Rejilla de llenado y tapa del tanque de combustible	Limpiar la tapa y la rejilla.
Colador imantado y filtro de malacate	Cambiar el filtro y limpiar el colador.
Almohadillas amortiguadoras de la barra	Inspeccionar las almohadillas.
<b>Semestralmente o cada 1000 horas</b>	
Sistema de aceite del tren de fuerza-servotransmisión	Cambiar el aceite y los filtros y limpiar los respiraderos.
Estructura de protección (ROPS)	Apretar los pernos.
Juntas universales	Lubricar los conectores.
Sistema de aceite del malacate	Cambiar el aceite y limpiar el respiradero
Mandos finales	Cambiar el aceite.
<b>Anualmente o cada 2000 horas</b>	
Sistema hidráulico	Cambiar el aceite
Luz de válvulas y rotadores de válvulas	Ajustarlas.
Sistema de enfriamiento	Cambiar el refrigerante.
Sistema de aceite del tren de fuerza – impulsión directa	Cambiar el aceite y los filtros y limpiar el respiradero y la rejilla de succión.
Cojinetes de la maza de la rueda motriz	Inspeccionar el ajuste, si la rueda motriz está floja o si hay fugas.

Fuente: Caterpillar. **Manual de operación y conservación.** Pág. 88-89

**Tabla X. Lubricación y conservación del cargador frontal**

1/3

<b>Punto</b>	<b>Servicio</b>
<b>Cuando sea necesario</b>	
Sistema de combustible	Cambiar el filtro con el motor apagado
Mandos finales y diferenciales traseros y delanteros (*) (**)	Inspeccionar el nivel del lubricante si sospecha o existen fugas
Sistema de enfriamiento	Drenar y limpiar cuando el motor se recalienta o la solución está sucia
Tapa de alivio del sistema de enfriamiento	Limpiar o cambiar, si el motor se recalienta o se observan pérdidas de refrigerante
Separador de agua	Cambiar el elemento si está congelado, sucio o rasgado
Fusibles	Cambiar los fusibles si están quemados
Dientes del cucharón	Inspeccionar su estado y cambiar si están gastados o dañados
Cuchilla	Cambiar antes que se desgaste el apoyo de la cuchilla
Circuito de desconexión rápida del situador del cucharón (**)	Inspeccionar el nivel del fluido, si se sospecha o existen fugas
Transmisión (*) (**)	Inspeccionar el nivel del lubricante si se sospecha o existen fugas
<b>Diariamente o cada 10 horas</b>	
Cárter del motor	Medir el nivel del aceite

Tanque de combustible	Drenar el agua y los sedimentos
Radiador	Medir el nivel del refrigerante
Antefiltro	Inspeccionar
Depósito de aire	Drenar
Separador de agua	Drenar
<b>Semanalmente o cada 50 horas</b>	
Pasadores pivote del cucharón	Lubricar 4 niples de engrase
Cojinetes cucharón uso múltiple	Lubricar 6 niples de engrase
Pivotes cucharón descarga lateral	Lubricar 4 niples de engrase
Pivotes mandíbula superior horquillas madereras	Lubricar 3 niples de engrase
<b>Quincenalmente o cada 100 horas</b>	
Batería	Medir el nivel del electrolito
Sistema hidráulico (*) (**)	Observar el nivel de aceite
Cojinetes del muñón del eje trasero	Lubricar 2 niples de engrase
Cojinetes del cilindro de dirección	Lubricar 4 niples de engrase
Mecanismo de accionamiento y cilindro de control del cucharón	Lubricar 14 niples de engrase
Brazo de levantamiento de los cojinetes del muñón del cilindro de levantamiento	Lubricar 6 niples de engrase
Cojinete de pivote superior del bastidor	Lubricar un niple de engrase
<b>Mensualmente o cada 250 horas</b>	
Correas del ventilador y el alternador	Inspeccionar su estado, luego ajustar si es necesario
Cojinete del ventilador	Lubricar 1 niple de engrase
Depósitos del fluido de freno	Medir el nivel del fluido
Frenos de servicio	Probar y ajustar si es necesario

Freno de estacionamiento/emergencia	Probar y ajustar si es necesario
Traba del cucharón de descarga lateral	Medir el nivel de aceite
<b>Trimestralmente o cada 500 horas</b>	
Cárter del motor	Cambiar el aceite y el filtro. Lavar el respiradero
Sistema hidráulico	Cambiar el elemento de filtro
Sistema de enfriamiento	Agregar inhibidor
Transmisión (*)	Cambiar los elementos de filtro
Rejilla y tapa del tanque de combustible	Lavar y aceitar los elementos de la tapa del tanque
<b>Semestralmente o cada 1000 horas</b>	
Juntas universales del eje impulsor	Lubricar 5 niples de engrase
Transmisión	Cambiar el aceite, lavar los imanes y la rejilla de succión. Limpiar el respiradero
Cojinetes de apoyo del eje impulsor	Lubricar 1 niple de engrase
Cojinete de pivote inferior del bastidor	Lubricar 1 niple de engrase
Estrías del eje impulsor	Lubricar 1 niple de engrase
Estructura de protección, en caso de vuelcos	Inspeccionar y apretar los pernos
<b>Anualmente o cada 2000 horas</b>	
Sistema hidráulico	Cambiar el aceite
Mandos finales y diferenciales traseros y delanteros	Cambiar el aceite
Sistema de enfriamiento	Cambiar el refrigerante
Luz de válvulas del motor	Medir y ajustar si es necesario

(\*) Cambiar siempre el aceite cuando esté espeso y oscuro.

(\*\*) Verificar frecuentemente si sospecha o existen fugas.

**Tabla XI. Lubricación y conservación de la motoniveladora**

1/4

<b>Punto</b>	<b>Servicio</b>
<b>Cuando sea necesario</b>	
Rótula de barra de tiro	Ajustar cuando la barra de tiro se mueva hacia delante y hacia atrás
Círculo de la hoja	Ajustar cuando se produzca un movimiento de arriba hacia abajo, desde el círculo a las zapatas
Cajas de cojinetes de puntas de ejes de las ruedas delanteras	Observar el nivel del lubricante, si hay fugas o se sospecha
Fusibles	Reemplazar si el filamento está roto – rearmar el disyuntor
Cuchillas y cantoneras	Cambiar si están gastadas cerca de la vertedera
Puntas del escarificador del montaje delantero	Cambiar si están desgastadas cerca de los dientes
Puntas de desgarrador	Cambiar si están desgastadas cerca de los dientes
Parte superior del círculo	Lubricar con una espátula
Frenos de servicio	Determinar la capacidad de frenado
Frenos emergencia/estacionamiento	Determinar la capacidad de agarre
Sistema de admisión de aire	Limpiar si se requiere
Separador de agua	Cambiar el elemento
Sistema de combustible	Cambiar el filtro, cuando el manómetro de combustible no registre presión con el motor en funcionamiento
Tanque de combustible	Drenar cada vez que el motor ratee y lavar la tapa de llenado

Sistema de enfriamiento	Drenar y limpiar cuando el motor se recalienta o la solución está sucia
Vertedera – bandas de refuerzo	Inspeccionar y reemplazar los calces, si es necesario
Rótulas de cilindro de levantamiento de la hoja	Inspeccionar y reemplazar los calces, si es necesario
Rótulas de cilindro del desplazador de círculo	Inspeccionar y reemplazar los calces, si es necesario
<b>Diariamente o cada 10 horas</b>	
Cárter del motor	Medir el nivel de aceite
Radiador	Observar el nivel del refrigerante
Tanque de combustible	Drenar el agua y los sedimentos
Antefiltro	Inspeccionar y limpiar, si es necesario
Depósito de aire	Drenar el agua y los sedimentos
Separador de agua	Drenar el agua
Zapatas de guía de círculo	Lubricar
<b>Semanalmente o cada 50 horas</b>	
Desgarrador / escarificador	Lubricar por 3 conexiones
Escarificador de montaje delantero	Lubricar por 4 conexiones
Cojinetes de oscilación del eje	Lubricar por 2 conexiones
Cojinetes de inclinación de las ruedas	Lubricar por 4 conexiones
Cojinetes de la barra de inclinación	Lubricar por 2 conexiones
Cojinetes de la varilla del cilindro de inclinación de las ruedas	Lubricar por 1 conexión
Cojinetes del pivote maestro de dirección	Lubricar por 4 conexiones
Cojinetes del pivote del cilindro	Lubricar por 1 conexión

<b>Quincenalmente o cada 100 horas</b>	
Rótula de barra de tiro	Lubricar por 1 conexión
Sistema hidráulico	Verificar el nivel de aceite
Pivote de la articulación superior	Lubricar por 1 conexión
Baterías	Verificar el nivel del electrolito
<b>Mensualmente o cada 250 horas</b>	
Cárter del motor	Cambiar el aceite y el filtro
Correas de mando del alternador y del ventilador	Comprobar y ajustar, si es necesario
Cojinete de ventilador	Lubricar por 1 conexión
Caja del diferencial y transmisión	Verificar el nivel de aceite
Cajas de mando tándem	Verificar el nivel de aceite
Cilindros de levantamiento de hoja	Lubricar por 2 conexiones
Cilindro de desplazado de círculo	Lubricar por 2 conexiones
Secador de aire	Drenar el tanque de aire del sistema y observar si tiene agua
<b>Trimestralmente o cada 500 horas</b>	
Respiradero del motor	Lavar
Pivote de la articulación inferior	Lubricar por 1 conexión
Tapa del tanque de combustible y rejilla	Lavar y lubricar el elemento de la tapa del filtro y lavar la rejilla de la tapa de llenado
Juntas del mando de la bomba	Lubricar por 3 conexiones
Sistema hidráulico	Cambiar los filtros y lavar la rejilla del filtro
Caja de la transmisión y del diferencial	Cambiar el filtro
Cojinetes de eje delantero	Medir la luz entre el pasador y el cojinete

<b>Semestralmente o cada 1000 horas</b>	
Caja de la transmisión y del diferencial	Cambiar el aceite y el respiradero
Secador de aire	Cambiar el desecador
<b>Anualmente o cada 2000 horas</b>	
Sistema hidráulico	Cambiar el aceite y lavar la rejilla de llenado
Caja de mando del círculo	Cambiar el lubricante
Cajas de cojinetes de puntas de eje de ruedas delanteras	Cambiar el lubricante
Cajas de mando de tándem	Cambiar el aceite y lavar los respiraderos
Calibración de las válvulas	Medir y ajustar, si es necesario
Sistema de enfriamiento	Cambiar la solución anticongelante

Fuente: Caterpillar. **Manual de operación y mantenimiento.** Pág. 12-14

**Tabla XII. Lubricación y conservación de la vibrocompactadora**

1/2

<b>Punto</b>	<b>Servicio</b>
<b>Cuando sea necesario</b>	
Neumáticos	Revisar la presión
Radiador	Limpiar
Tanque de combustible	Drenar cada vez que el motor ratee y lavar la tapa de llenado
<b>Diariamente o cada 10 horas</b>	
Soportes de peso	Lubricar
Pines de oscilación	Lubricar
Presión de apoyo del tambor	Lubricar
Pines guías	Lubricar
Tanque de combustible	Drenar el agua y los sedimentos
Mangueras hidráulicas	Inspeccionar su condición
Alarma de retroceso	Inspeccionar su funcionamiento
Freno de estacionamiento	Inspeccionar el funcionamiento
Freno de pie	Inspeccionar el funcionamiento
Cárter del motor	Verificar el nivel de aceite
Depósito de aire	Drenar el agua y los sedimentos
Radiador	Verificar el nivel del refrigerante
Separador de agua	Drenar el agua
Tanque hidráulico	Verificar el nivel de aceite
<b>Quincenalmente o cada 100 horas</b>	
Cárter del motor	Cambiar aceite y filtro
Batería	Verificar el nivel electrolito
Filtro de aceite hidráulico	Cambiar 25 horas después

Respirador de tanque hidráulico	Limpiar
Filtro de aire	Limpiar con aire
Transmisión	Cambiar el lubricante 50 hrs. después
Bomba de paso doble	Inspeccionar el lubricante
Planetario	Cambiar el lubricante 50 hrs. después
Cilindro maestro	Inspeccionar el nivel del fluido
Diferencial	Cambiar el lubricante 50 hrs. después
<b>Mensualmente o cada 250 horas</b>	
Vara de cambio de amplitud	Lubricar
Cilindros	Lubricar accesorios
Eje de embrague	Lubricar
Cuello de embrague	Lubricar
Bomba inyector de combustible	Limpiar
Filtro de aire	Limpiar y lavar
Separador de agua	Cambiar el elemento
Transmisión	Cambiar el lubricante
Planetario	Cambiar el lubricante
Diferencial	Cambiar el lubricante
<b>Semestralmente o cada 1000 horas</b>	
Filtro de aire	Cambiar el elemento
Radiador	Cambiar el refrigerante
Tanque de combustible	Drenar
Tanque hidráulico	Cambiar el aceite
Bomba de paso doble	Cambiar el lubricante

Fuente: Caterpillar. *Operation & maintenance manual*. Pág. 53-54

**Tabla XIII. Lubricación y conservación de la retroexcavadora**

1/2

<i><b>Punto</b></i>	<b>Servicio</b>
<b>Cuando sea necesario</b>	
Sistema de admisión de aire al motor	Filtros
Baterías	Inspeccionar
Radiador	Limpiar
Fusibles	Cambiar si los elementos están quemados
Cortadores del cucharón	Reemplazar si están dañados
Cadena	Ajustar
Control de velocidad automática	Examinar
<b>Diariamente o cada 10 horas</b>	
Cárter del motor	Inspeccionar el nivel de aceite
Tanque hidráulico	Inspeccionar el nivel de aceite
Sistema de enfriamiento	Inspeccionar el nivel refrigerante
Tanque de combustible	Drenar el agua y los sedimentos
Camine alrededor de la máquina	Inspeccionar la máquina
Rodaje	Inspeccionar si hay derrame de aceite
Indicadores y manómetros	Examinar
Uniones del cucharón	Lubricar accesorios
<b>Semanalmente o cada 50 horas</b>	
Uniones de pluma	Lubricar 18 accesorios
<b>Quincenalmente o cada 100 horas</b>	
Sistema hidráulico	Líneas de servicio y filtros
Mandos finales	Cambiar aceite

Mandos de giro	Cambiar aceite
<b>Mensualmente o cada 250 horas</b>	
Cárter del motor	Cambiar el aceite y los filtros
Luz de válvulas de motor	Ajustar
Respiradero de cartér del motor	Limpiar
Elemento de filtros de combustible	Limpiar y cambiar
Mandos finales	Inspeccionar el nivel de aceite
Mando de giro	Inspeccionar el nivel de aceite
Cojinete de giro	Lubricar 2 montajes
Separador de agua (si está provisto)	Drenar
<b>Trimestralmente o cada 500 horas</b>	
Sistema de admisión de aire al motor	Filtros
Sistema hidráulico	Líneas de servicio y filtros
Rejilla de llenado y tapa del tanque de combustible	Limpiar la tapa y la rejilla
Cojinete interior de giro	Inspeccionar dientes y agregar grasa
<b>Semestralmente o cada 1000 horas</b>	
Sistema de admisión de aire al motor	Cambiar los filtros
Mandos de giro	Cambiar el aceite
<b>Anualmente o cada 2000 horas</b>	
Sistema de enfriamiento	Cambiar el refrigerante
Mandos finales	Cambiar el aceite
Luz de válvulas del motor	Ajustar

Fuente: Caterpillar. *Operation & maintenance manual*. Pág. 85

#### 4.4. Rodaje de la maquinaria

El tren de rodaje de una máquina de cadenas representa el 40% del valor de la máquina y el 60% del valor del costo de mantenimiento. Esto hace que la operación y mantenimiento de los carriles sea una de las mayores consideraciones que se deben tomar en la zona vial 11.

Para evitar daños en el sistema de rodaje de las máquinas de cadenas, el recorrido de la maquinaria pesada que se debe hacer está dividido en tres fases

##### Fase 1

Esta fase muestra el máximo recorrido que pueden hacer los distintos tipos de maquinaria pesada

**Tabla XIV. Máximo recorrido de la maquinaria**

<b>TIPO DE MÁQUINA</b>	<b>RECORRIDO (km.)</b>
Tractor de oruga	1.5
Cargador frontal	5.0
Motoniveladora	10
Excavadora	1.5
Retroexcavadora	8.0

##### Fase 2

El deterioro de las transmisiones de la maquinaria pesada se debe a

- a. Mala operación, como hacer patinar demasiado la unidad.

- b. Trasladar rodando la máquina a distancias muy largas.

Es del conocimiento de todo operador, jefe de convoy e inspector de maquinaria que las máquinas se deben movilizar distancias cortas en los proyectos, tanto en marcha como en contramarcha.

Circular las unidades a largas distancias provoca calentamiento en las bombas, frenos, rodajes; este calentamiento de partes se transmite al aceite, lo cual provoca el deterioro de los aditivos, y consecuentemente la degradación del aceite como resultado de un proceso de oxidación a alta temperatura.

Para hacer el traslado de la maquinaria, se debe utilizar el cabezal con su respectiva plataforma (*low boy*), como se muestra en la siguiente figura (figura 38).

**Figura 38. Forma correcta de trasladar la maquinaria**



### Fase 3

Si por un motivo extraordinario se necesita recorrer más de las distancias máximas se procede de la siguiente manera

- a. Se recorre la distancia máxima, luego se debe parar por un lapso de 30 a 45 minutos, para continuar recorriendo una distancia igual y luego se repite el procedimiento anterior.
- b. Lo recomendable es trasladar la maquinaria por medio de cabezal y plataforma (*low boy*).

Los recorridos se deben realizar con la máquina en marcha lenta (baja velocidad), para evitar demasiado movimiento (vibración).

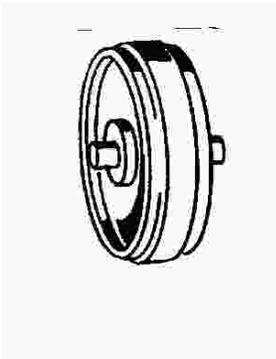
Es importante hacer mención respecto de los componentes del tren de rodaje y la función que éstos desempeñan para una mejor familiarización con la maquinaria y son:

- a) **Rueda dentada:** se encarga de recibir la fuerza de tracción desde el mando final y transmitirla a la cadena para el desplazamiento de la máquina; también se le llama cabilla (figura 39).
- b) **Rueda guía o tensora:** su función es estirar y guiar la cadena; esto se da al mismo tiempo para tensar adecuadamente la cadena por medio del dispositivo tensor (figura 40).

**Figura 39. Cabilla**



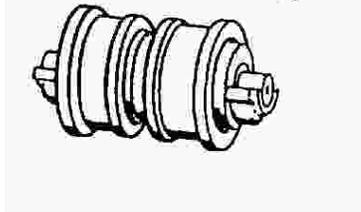
**Figura 40. Tensora**



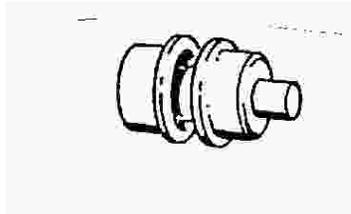
Fuente: INTECAP **maquinaria pesada. Suspensión.** Pág. 27 y 28

- c) **Rodillos inferiores:** soportan el peso de la máquina en su totalidad; al mismo tiempo mantienen alineada la cadena. Se pueden encontrar de dos formas: simples (de una pestaña) y dobles (de dos pestañas) (figura 41).
  
- d) **Rodillos superiores:** tienen la función de soportar en la parte superior la cadena, con el fin de evitar que ésta chicotee (figura 42).

**Figura 41. Rodillo Inferior**



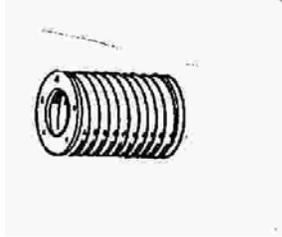
**Figura 42. Rodillo Superior**



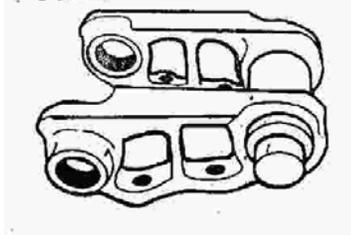
Fuente: INTECAP maquinaria pesada. **Suspensión. Pág. 28**

- e) **Resorte amortiguador:** amortigua los choques que recibe el tren de rodaje; se comprime levemente aminorando el impacto (figura 43).
- f) **Eslabón de cadena:** están formados por dos rieles, un pasador y un buje, que permiten la tracción y el desplazamiento de los rodillos y rueda guía, al mismo tiempo soportan el peso total de la máquina (figura 44).
- g) **Pasador de cadena:** permiten la unión de un eslabón con el otro (figura 45).

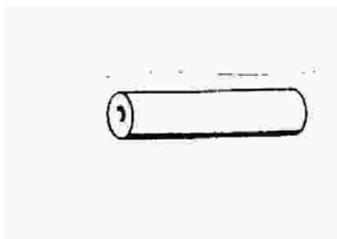
**Figura 43. Resorte**



**Figura 44. Eslabón**



**Figura 45. Pasador**

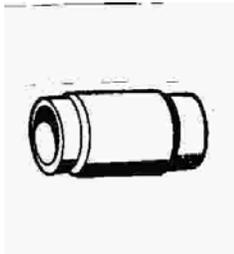


Fuente: INTECAP maquinaria pesada. **Suspensión.** Pág. 29

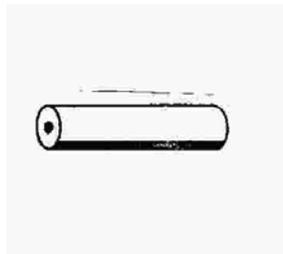
- h) **Bujes de cadena:** permiten el movimiento de vaivén de la cadena y permiten el acomodamiento de ésta sobre la rueda guía y la cabilla (figura 46).
- i) **Pin maestro:** se encuentra sólo en cadenas convencionales y permite el desmontaje de la cadena; puede ser identificado fácilmente por tener una pequeña perforación que no tienen los otros pines (figura 47).

- j) **Eslabón maestro:** se encuentra normalmente en cadenas selladas y lubricadas; consiste en un eslabón partido por la mitad en una unión de tornillos. Para partir la cadena sólo debe quitarse la zapata y los tornillos; es más práctico que el pin maestro (figura 48).

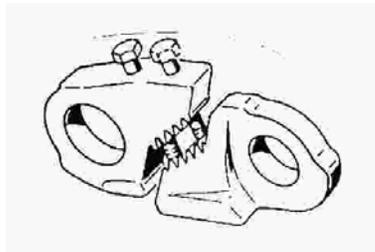
**Figura 46. Buje**



**Figura 47. Pin**



**Figura 48. Eslabón maestro**



Fuente: INTECAP maquinaria pesada. **Suspensión.** Pág. 30

- k) **Zapatas:** son las que hacen contacto directamente con el terreno y hay de varios diseños. Se fabrican de acero al carbono de muy alta calidad y con tratamientos térmicos que le permiten el endurecimiento de las superficies sujetas a desgaste. Los tipos más comunes son: de uso normal, de servicio pesado, de autolimpieza, esqueleto para nieve, y con caucho para asfalto (figura 49).

Figura 49. Tipos de zapatas



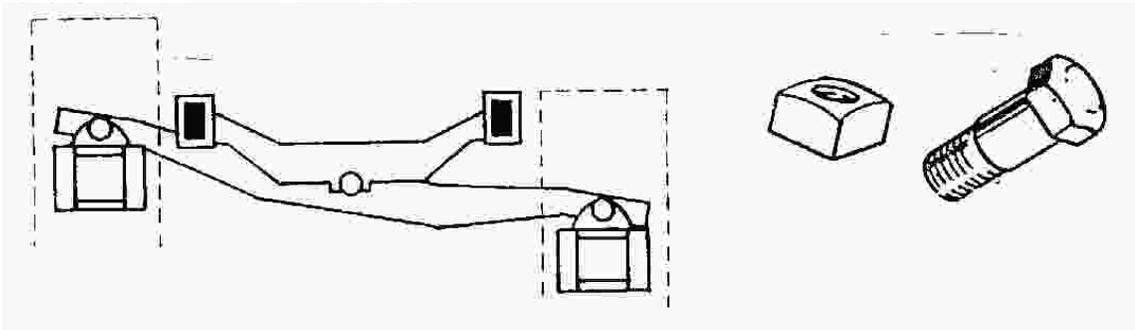
Fuente: Intecap maquinaria pesada. **Suspensión.** Pág. 31

- l) **Barra balanceadora:** soporta el peso delantero de la máquina la cual está apoyada en el centro de la barra y ésta está apoyada en los bastidores de rodillos. Su función es permitir el movimiento basculante de los carriles y mantener horizontalmente la parte delantera de la máquina (figura 50).
- m) **Tornillos sujetadores:** se encargan de sujetar las zapatas al eslabón (figura 51).
- n) **Bastidor de rodillo:** tiene la función de sostener la rueda guía, el mecanismo tensor, los rodillos superiores e inferiores; su forma estructural puede ser rectangular o “c”.

- o) **Dispositivo tensor:** consiste en un resorte de diámetro considerable y un émbolo o barra, que permita la tensión de la cadena mediante la rueda guía; existen tensores hidráulicos y mecánicos (son por una tuerca).

**Figura 50. Balancín**

**Figura 51. Tornillo sujetador**



Fuente: Intecap maquinaria pesada. **Suspensión. Pág. 31**



## 5. PERÍODOS DE SERVICIO

Los fabricantes de maquinaria y equipos proporcionan especificaciones del funcionamiento, temperaturas de operación, presiones de aceites, velocidad máxima e instrucciones mecánicas precisas para el montaje. Estas especificaciones deben de ser observadas ya que la lubricación no corrige defectos mecánicos.

### 5.1. Cuando sea necesario

Los servicios que se debe hacer a las máquinas cuando sea necesario, son aquellos en que se realizan operaciones que no están programadas específicamente en un tiempo determinado.

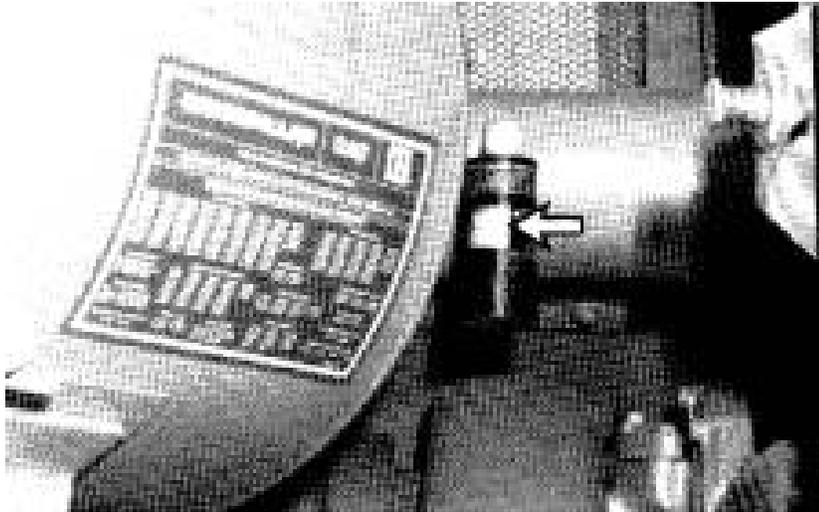
Si es necesario limpiar el sistema de admisión de aire del motor y reemplazar los elementos. Es conveniente que se inspeccione la rejilla de admisión de aire, para ver si tiene acumulación de polvo o basura, así como también las tuberías del ante filtro.

**Figura 52. Fotografía de la rejilla de admisión de aire y crisol del cargador 930**



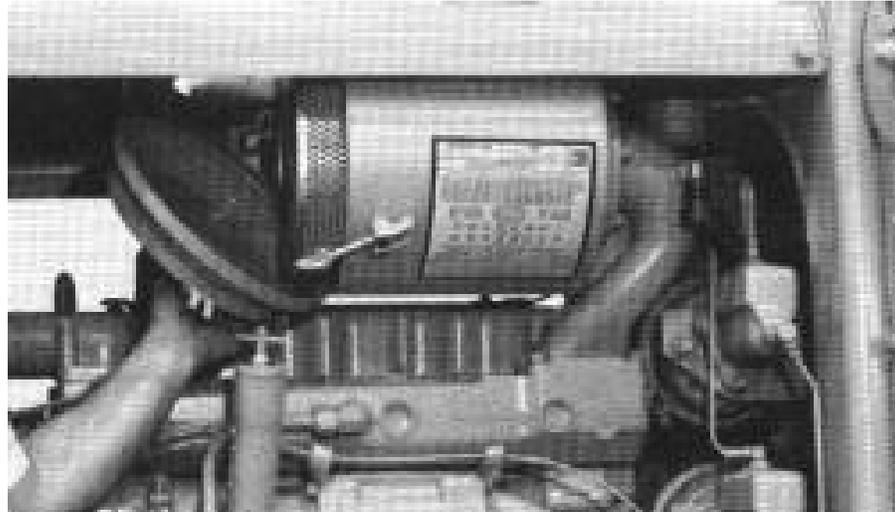
Los filtros de aire de algunas de las máquinas poseen un indicador de servicio bicolor, el cual indica cuándo el filtro de aire primario y secundario se encuentra sucio, obstruido o necesita cambio; esto se muestra cuando el pistón amarillo del indicador de servicio entra en la zona roja, cuando el motor se encuentra en alta en vacío; entonces es necesario parar el motor.

**Figura 53. Fotografía de indicador de filtro tractor D6H**



Se quita el filtro de aire primario, se limpia el interior de la caja del filtro, así como su tapadera y se puede proceder a limpiar el filtro primario con aire comprimido a un máximo de 30 lb/pul. Se dirige el aire a lo largo del interior y luego en el exterior de los pliegues del elemento, con agua a presión a un máximo de 40 lb/pul, o lavándolos con detergente en un recipiente, teniendo el cuidado de que esté completamente seco a la hora de instalarlo. Es necesario que después de limpiado se inspeccione el filtro, para comprobar que no tenga pliegues, juntas o sellos dañados porque puede dañar el motor.

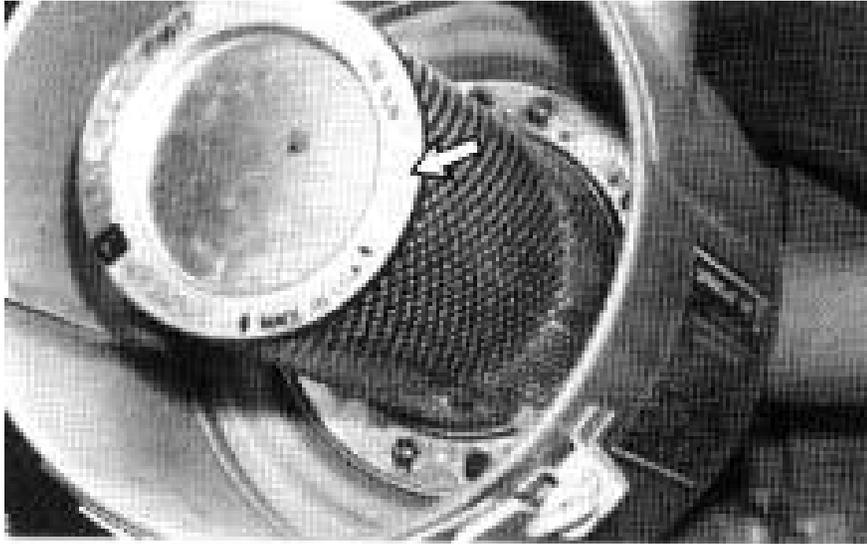
**Figura 54. Fotografía de un filtro primario cargador 930**



Al haber terminado las operaciones anteriores, se procede a instalarlo y se oprime un botón en la parte interior del indicador para ajustarlo nuevamente. Si el pistón amarillo del indicador de servicio del filtro entra en la zona roja después de arrancar el motor, o el humo de escape sale aún negro después de instalado el filtro limpio, es necesario instalar un filtro primario nuevo. También es recomendable cambiar el filtro primario, después de haberlo limpiado un máximo de seis veces o cada año.

El filtro secundario es recomendable que se cambie cuando se ha instalado un filtro primario que esté limpio y en perfectas condiciones y el pistón amarillo del indicador de servicio entra en la zona roja; también se podrá remplazar cuando se dé servicio al elemento primario por tercera vez. No es recomendable reutilizar el filtro secundario, aunque se haya limpiado.

**Figura 55. Fotografía de filtro secundario del tractor D6H**



Las cuchillas, protectores (gavilanes, cantoneras), casquillos o dientes y protectores de dientes, son herramientas de corte en la maquinaria, con los cuales se hace el corte, desgaste y la preparación del terreno, en donde se esté realizando un trabajo de movimiento de tierras. Las cuchillas en los tractores y las motoniveladoras es necesario voltearlas, si aún no tiene desgastado el lado opuesto o remplazarlas si ya lo están, para no dañar la mesa o cuchilla. En los cargadores, retroexcavadoras y en las máquinas con rayador, los casquillos o dientes es conveniente cambiarlos antes que dañen las bases de los dientes de las cucharón o el vástago en el rayador.

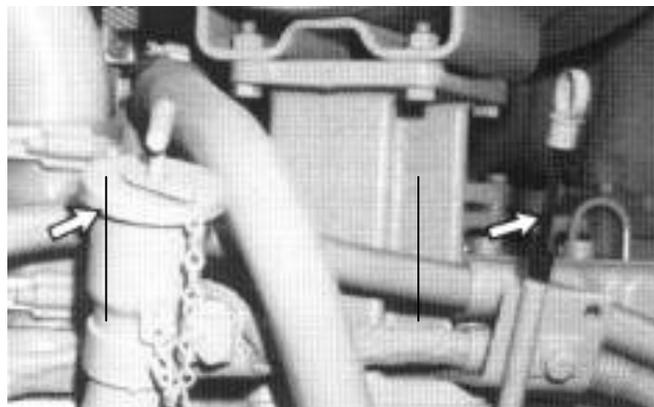
El núcleo del radiador es necesario limpiarlo tan a menudo como sea necesario, según el estado del radiador, para poder sacarle polvo, hojas y basura en general. Se puede utilizar aire comprimido, agua a alta presión o vapor. Si el motor de la máquina está calentando mucho, puede ser una causa la suciedad en el núcleo del radiador, o que el tapón del radiador no esté sellando bien; en tal caso, es necesario cambiar el tapón.

## 5.2. Diariamente o cada 10 horas

En el servicio diario, se tiene que realizar una inspección alrededor de la máquina para mantener un estricto control respecto a fugas; se necesita que se encuentre la causa y se corrijan las fugas. Se deben reparar las fugas que se encuentran en el compartimiento del motor; inspeccionando alrededor de todos los sellos. También se deben verificar los niveles de los fluidos y con mayor frecuencia los que se cree o se sabe que hay fugas.

El nivel de aceite en el motor no debe de sobrepasarse; si lo hace puede causar averías en el motor. La varilla de medición y el tapón de llenado del aceite del cárter están en el lado derecho de los motores. Se puede hacer la medición con el motor funcionando; al estar el aceite a la temperatura normal de operación, debe estar el nivel de aceite entre las marcas *add* (añadir) y *full* (lleno) del lado motor funcionando (*engine running*) de la varilla de medición. Con el motor parado, se debe mantener el nivel del aceite entre las marcas *low* (bajo) y *full* (lleno) del lado del motor parado (*engine stopped*).

**Figura 56. Fotografía del nivel de aceite del motor tractor D6H**

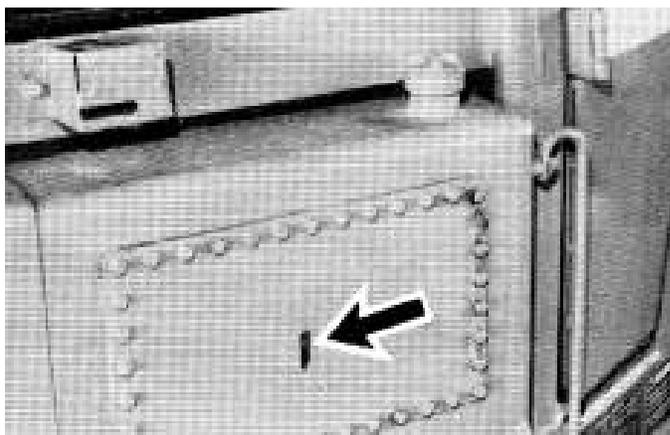


Tapón de llenado de aceite

Varilla de medición de aceite

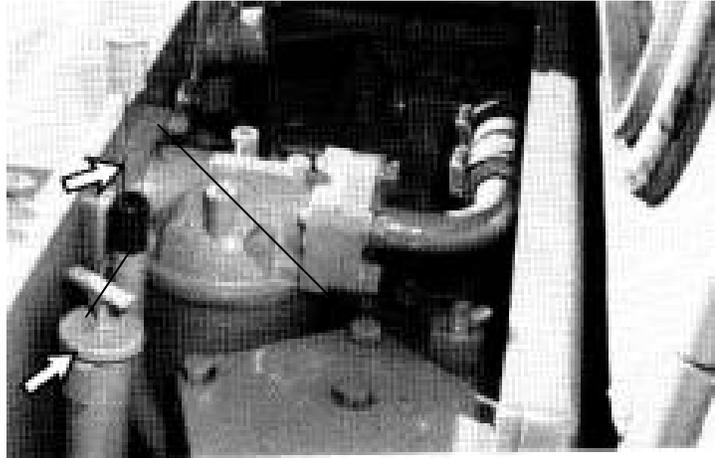
Se debe de inspeccionar y reparar toda fuga que se encuentre en el sistema hidráulico, como son: las mangueras, sellos, bridas, los cilindros y el mecanismo de accesorio para determinar si tienen averías o desgaste excesivo. El nivel de aceite hidráulico en las máquinas se tiene que medir, a través de una mirilla de vidrio en el tanque que muestra el aceite y que se tiene que mantener entre las marcas de añadir y lleno. Todas las máquinas deben tener sus equipos sin presión hidráulica, es decir, sin estar operando; en los tractores, la hoja y el desgarrador se mantienen en el suelo; en los cargadores se baja el cucharón al suelo, en las retroexcavadoras se pone la máquina en posición de transporte y se baja el cucharón cargador al suelo.

**Figura 57. Fotografía del nivel de aceite hidráulico**



Inspeccionar y reparar toda fuga que se encuentre en la transmisión, alrededor de todos los sellos, tapas y de las mangueras de la transmisión, así como también todas las fugas que se pueden encontrar en los mandos finales. El nivel de aceite de la transmisión se verifica con el aceite a la temperatura normal de operación, y se debe mantener entre las marcas de bajo y lleno del lado baja en vacío (*low idle*) de la varilla de medición. Agregar aceite si es necesario por medio del tapón de llenado.

**Figura 58. Nivel de aceite de la transmisión, tractor D6H**



Tapón de llenado de aceite de la transmisión

Varilla de medición de aceite

Se deben revisar las herramientas de corte; las superficies de las hojas y la de los desgarradores, para ver si tienen averías o desgaste excesivo, y así poder realizar las reparaciones necesarias.

En el sistema eléctrico, se inspeccionan las luces, para ver si tienen bombillos quemados, lentes rotos, los protectores de las luces y guardas dañados, así como también los indicadores, medidores, bocinas.

Se debe inspeccionar y reparar toda fuga que se encuentre en el sistema de enfriamiento, como las mangueras, las aletas del radiador, la tapa del radiador y el área de drenaje. Se debe de inspeccionar el núcleo del radiador, para ver si tiene basura y limpiarlo, si es necesario, con aire comprimido de preferencia o se puede usar agua a presión.

El tanque de combustible se tiene que drenar, para eliminar la humedad y sedimentos. La válvula se encuentra en la parte inferior del tanque de combustible.

Se deben de inspeccionar visualmente las cadenas, para ver si hay acumulación excesiva de tierra en los componentes y ver si están excesivamente desgastadas y de esa manera poder reparar las cadenas dañadas. Es necesario apretar todo perno flojo y remplazar los que falten.

### **5.3. Semanalmente o cada 50 horas**

Los tractores son las únicas máquinas que se encuentran en la zona vial que cuentan con tren de rodaje. El tren de rodaje es de suma importancia y es necesario conservarlo para extender la vida útil y evitar un exceso de paralizaciones. Se debe de prestar atención, para ver si se oye rechinar las cadenas. El rechinado de las cadenas puede indicar que las juntas de las cadenas están secas. Inmediatamente después de operar la máquina, se recomienda que se inspeccione una vez por semana las cadenas para determinar si hay juntas secas; es necesario tocarlas ligeramente con el dorso de la mano el extremo de cadena pasador o buje y poder hacerle una marca a todas las juntas que se sientan demasiado calientes al tocarlas. No es recomendable golpear los extremos de los pasadores con un mazo, para aflojar las juntas de las cadenas, porque se puede crear demasiado juego en la junta de la cadena y causar fallas prematuras.

Es necesario que a los cargadores, motoniveladoras, tractores y retroexcavadoras se les puedan lubricar semanalmente todas las conexiones con grasa, especialmente aquellas en donde existe un cojinete funcionando o *bushig* y, en especial, los equipos que movilizan las herramientas de corte y carga. Se debe de limpiar la conexión o graseras y poder aplicar la grasa hasta poder observar que se aplicó la cantidad exacta al ver salir el exceso.

#### **5.4. Mensualmente o cada 250 horas**

En el periodo de servicio mensual o cada 250 horas, el cambio de aceite del motor es factor esencial en la conservación de los motores. Es esencial prestar importancia al aceite del motor para no sobre pasarse, ya que las partes internas del motor pueden sufrir daño.

Para poder hacerle el cambio de aceite, se quita la tapa de acceso ubicada en la gabacha o protector que se encuentra por debajo del motor; se quita el tornillo para drenar el aceite para poder ser recibido en un recipiente, luego se quita el filtro de aceite con su sello que se encuentran en la parte derecha del motor para poder liberar la presión, y se puede añadir un poco de aire a presión para poder sacar todo el aceite. Se coloca el tornillo de drenaje del motor y se coloca su tapadera; se limpia la base del filtro y se coloca un sello nuevo untándolo con un poco de aceite al filtro nuevo, luego se instala el filtro nuevo con la mano, hasta que la empaquetadura toque la base del filtro y se le añade  $\frac{3}{4}$  de vuelta más.

Para poder añadirle el aceite nuevo al *cárter*, se quita la tapadera de llenado que se encuentra a la par de la varilla de medición. Hay que consultar la tabla de capacidad de llenado indicado para cada máquina; limpie e instale la tapa de llenado. Siempre hay que medir el aceite con la varilla de medición para asegurarse que la cantidad que se añade es la correcta. Con el motor en baja y en vacío, con la temperatura normal de operación, hay que mantener el nivel de aceite entre las marcas añadir y lleno de la varilla de medición.

Es necesario que se verifique el tapón del radiador, para poder comprobar que no está dañado el empaque y que no existe ninguna fuga en él.

En los tractores D4, D6D, D7 se tiene que verificar el nivel del aceite de los mandos finales, quitando el tapón de llenado que se encuentra en la parte intermedia de la transmisión del mando final, el aceite debe de estar por el fondo de la abertura de llenado. Pero en los tractores D6H, como son de cabía elevada, se tienen que posicionar los mandos independientemente, de manera que el tapón de llenado de aceite quede horizontalmente con la marca del nivel de aceite; se saca el tapón de llenado, el nivel del aceite debe estar por el fondo de la abertura de llenado, entonces se le agrega aceite y, si es necesario, se limpia el imán del tapón y se instala.

El sistema de frenos en la maquinaria juega un papel importante, ya que de ello depende la seguridad del operador, como también de las personas que trabajan cerca de ellas. Los frenos se pueden probar en una superficie horizontal y seca, teniendo el cuidado que no haya personas ni obstáculos en el área alrededor de la máquina. Una manera de probar los frenos es la siguiente: se arranca el motor, se levantan todos los accesorios, se conecta el freno de servicio y se suelta el freno de estacionamiento, luego se coloca la palanca en la segunda velocidad de avance y se aumenta gradualmente la velocidad del motor a alta en vacío.

No debe de moverse la máquina. Si la máquina se movió al probar los frenos, entonces se debe de chequear.

En el tren de rodaje, las cadenas deben de ser ajustadas; antes de medir la comba de la cadena, hay que dejar que la máquina se pare sola mientras se mueve en avance. No hay que pararla con los frenos, hay que cerciorarse de que la cadena quede apretada entre la rueda motriz y la rueda guía. Para hacer el ajuste de la cadena, es recomendable leer el tema del tren de rodaje.

En los cargadores y retroexcavadoras se debe de nivelar el líquido de frenos; hay que revisar las cámaras para comprobar que no tengan ninguna fuga y se inspecciona el freno de parqueo.

Se debe de inspeccionar el estado de las correas del ventilador y del radiador, y remplazar las correas que estén desgastadas o dañadas. Así también, se debe de lubricar la polea y el piñón del mando del ventilador como también todas las conexiones de engrase.

En las baterías convencionales hay que comprobar el nivel electrólito cada 100 horas; en baterías de bajo mantenimiento hay que comprobar el nivel del electrólito cada 250 horas y las baterías libres de mantenimiento no lo necesitan. Es necesario que se les haga también a las baterías, una limpieza a la parte superior con un trapo limpio, mantener los bordes limpios y untados con grasa o vaselina para evitar el sarro. En temperaturas extremas, es necesario verificar semanalmente las celdas porque las baterías pueden usar más agua de lo normal.

El filtro y el aceite de la transmisión en algunas de las máquinas es recomendable que sea cambiado cada mes, como en el caso de los tractores, pero en los cargadores, retroexcavadoras, y motoniveladoras, lo que se hace es nivelar el aceite. Si hay algún desperfecto en el sistema de la transmisión, es necesario que sea atendido.

En los tractores, para hacer el cambio de aceite en la transmisión, se procede a sacar el aceite hidráulico, se quita el filtro, se lava el portaelemento del filtro con disolvente limpio, se limpia la base del filtro, se instala un filtro nuevo, se cierra el tapón por donde se saca el aceite, se le administra el aceite según su tabla de capacidad de llenado. Se arranca el motor dejándolo a baja en vacío y el aceite a la temperatura normal de operación; hay que mantener el nivel de aceite entre las marcas bajo y lleno de la varilla de medición. Se le añade aceite por el tubo de llenado si es necesario.

## **5.5. Trimestralmente o cada 500 horas**

El filtro y el aceite de la transmisión en algunas de las máquinas es recomendable que sea cambiado cada tres meses, sin embargo, cualquier irregularidad en el sistema hidráulico que pueda causar daño a la máquina, es necesario que sea atendido de inmediato. Esto se hace si se observa que la máquina no está trabajando en óptimas condiciones y el indicador muestre un aumento en la temperatura.

El aumento de la temperatura es signo de que pueda haber problemas en los filtros, que haya una fuga interna en la transmisión, que una bomba no esté trabajando bien; es entonces necesario hacer el servicio antes del tiempo estimado y reparar las fallas.

Se procede a drenar el aceite de la transmisión y del convertidor par; se quita el filtro, se lava el porta elemento del filtro con disolvente limpio, se limpia la base del filtro, se instala un filtro nuevo, se cierra el tapón por donde se sacó el aceite en la parte baja de la transmisión, luego se le administra el aceite según su tabla de capacidad de llenado.

Se arranca el motor dejándolo a baja en vacío y el aceite a la temperatura normal de operación; se debe mantener el nivel de aceite entre las marcas bajo y lleno de la varilla de medición. Se le añade aceite por el tubo de llenado si es necesario.

En el sistema de transmisión para evitar que partículas de desgaste de los mandos finales lleguen directamente a las bombas y filtros, se emplean unos filtros imantados, los cuales se deben de lavar. Se quita la tapa, el imán, la rejilla y se lavan con disolvente limpio. Se instala la rejilla e imán limpios; se inspecciona el sello de la tapa y se reemplaza si es necesario. Se procede a instalar su tapadera.

El sistema hidráulico en la maquinaria desempeña la tarea de establecer que todas las herramientas de trabajo y accesorios puedan operar en las máquinas en perfectas condiciones; para ello, se debe de prestar atención a los problemas de fugas; porque puede hacer que se quede sin aceite hidráulico el sistema, y se pueda dañar alguna de las bombas y válvulas de mandos.

Puede existir calentamiento, que sea provocado por la suciedad o taponamiento de los filtros. Es necesario que todo el sistema hidráulico sea cambiado. Se drena todo el aceite hidráulico que se encuentra dentro del tanque, se quita un tapón que se encuentra en la parte inferior del tanque, se recibe el aceite en un recipiente y se cambian los filtros hidráulicos que se encuentran en el tanque; se coloca nuevamente el tapón del tanque después de haber drenado el aceite. Se procede entonces a aplicar el aceite nuevo, siempre tomando como referencia la tabla de capacidad de llenado para la máquina a la cual se le está haciendo el servicio y verificando con la mirilla que se encuentra en el tanque. Los equipos tienen que estar sin operar y el aceite entre las marcas de lleno y añadir.

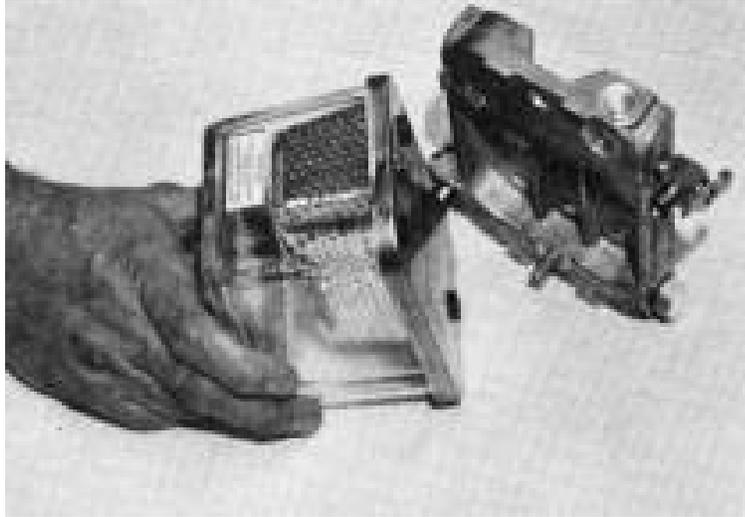
Se debe lavar la rejilla que impide que entre alguna basura al tanque y, si es necesario, se reemplaza el sello del tapón de llenado del tanque hidráulico.

El respiradero en los motores se recomienda limpiarlo y cambiar el sello de la tapa, si el usado está dañado. Se debe de lavar el elemento y el conjunto de tapa con un disolvente limpio. Se debe de sacudir o usar aire a presión, para secar el elemento del respiradero.

En el sistema de combustible se tiene que hacer limpieza del elemento primario del filtro. Se tiene que cerrar la válvula de toma de combustible, para evitar la entrada de combustible al motor. En algunas máquinas, como el tractor D4, D6D, los cargadores 930 y las motoniveladoras 12F, 120G se quita el porta elemento con su elemento, se saca

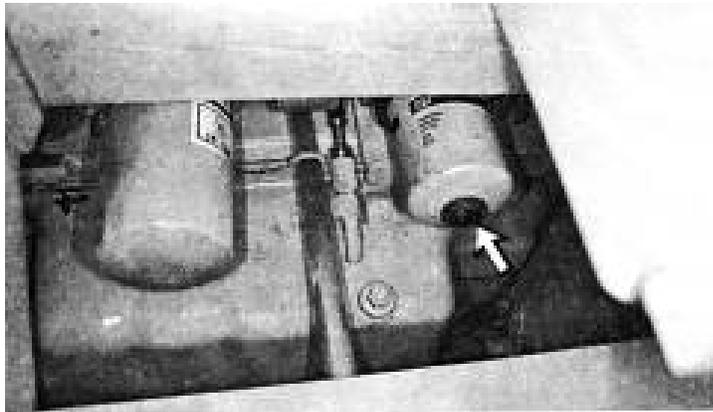
el elemento del portaelemento y se lava; se seca el elemento con aire comprimido, se inspecciona el sello y se reemplaza si está dañado, luego se introduce el elemento limpio.

**Figura 59. Fotografía del filtro primario o trampa de agua**



En los tractores D6H y la retroexcavadora 416C, se puede drenar el agua sin quitar el filtro o trampa de agua aflojando la válvula de drenado que está incorporado en él, en la parte de abajo.

**Figura 60. Fotografía del filtro primario de agua**



El elemento secundario del filtro de combustible sí es necesario que se cambie, ya que éste es desechable y necesita ser remplazado por uno nuevo. Se saca y descarta correctamente el elemento usado del filtro, se limpia la base de montaje, hay que cerciorarse de haber quitado todo el sello usado; a continuación se unta el sello nuevo con Diesel limpio para colocarlo al filtro nuevo, se instala el nuevo elemento del filtro con la mano, y cuando el sello toque la base, se debe de añadir  $\frac{3}{4}$  de vuelta, entonces ya se puede abrir la válvula de la toma del combustible. Se tiene que cebar el sistema de combustible.

Para poder efectuar el cebado del sistema de combustible, se debe sacar el émbolo de la bomba de cebado, se opera la bomba para llenar de combustible los elementos nuevos del filtro, se continúa bombeando hasta que se sienta resistencia, indicando que se llenaron los elementos de combustible, entonces se empuja hacia abajo el émbolo de la bomba de cebado, se arranca el motor, y se ve si hay alguna fuga alrededor de los elementos de filtro. Si no arranca el motor, es porque hay aire atrapado en las tuberías de combustible al motor. Se deben aflojar todas las tuberías de inyección de combustible en la culata de cilindros del motor, con la palanca de aceleración en baja en vacío, se gira el interruptor de arranque, hasta que fluya combustible sin burbujas de aire por todas las tuberías de combustible, luego se para el motor, se aprietan las tuercas de las tuberías de combustible.

En el tanque de combustible, se debe de limpiar la tapa y el colador, hay que quitar la tapa de llenado del tanque de combustible y el colador; se desarma la tapa del tanque de combustible, se lava la tapa y el colador con disolvente limpio, se inspecciona el sello de la tapa del tanque y se remplaza si está dañado, después se unta un poco de aceite en los componentes de la tapa y se arma e instala.

## 5.6. Semestralmente o cada 1000 horas

En el servicio semestral se debe quitar y limpiar el filtro magnético con un disolvente limpio para eliminar toda partícula metálica que haya sido atraído a él y se limpia también su base y tapadera.

**Figura 61. Fotografía de remoción del filtro magnético patrol 120G**



En el sistema de transmisión es necesario drenar el aceite y cambiar el elemento de filtro; se recomienda operar la máquina lo suficiente para que se caliente el aceite del tren de fuerza y así sea más fácil que salga el aceite. La máquina debe estar en un suelo horizontal, se bajan los accesorios al suelo y se aplica una ligera presión hacia abajo. Es necesario desmontar el protector inferior trasero o gabacha para poder tener acceso al drenaje.

Se tienen que quitar los tapones para poder drenar el aceite que se encuentra en la parte inferior del convertidor de par y la transmisión, se recoge el aceite en un recipiente adecuado. Se debe de cambiar el elemento de filtro; se recomienda revisar el período de servicio trimestralmente o cada 500 horas.

Se procede a llenar de aceite; es necesario consultar la tabla de capacidad de llenado para la máquina a la cual se le está haciendo el servicio y comprobar siempre el nivel de aceite con la varilla de medición para cerciorarse de que la cantidad de aceite sea la correcta.

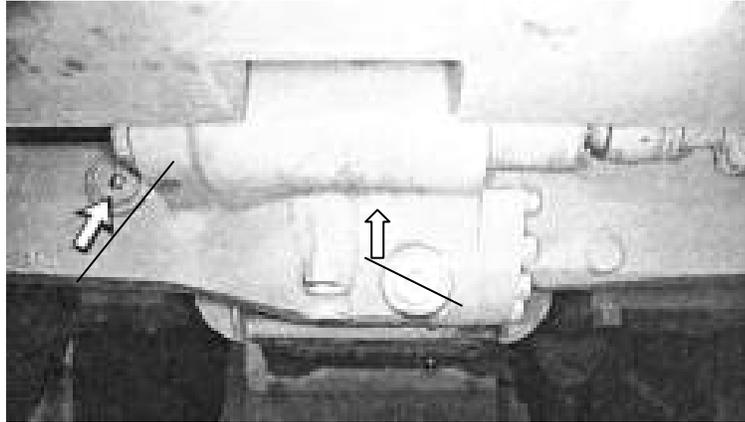
Con el motor a baja en vacío y que el aceite se encuentre en la temperatura normal de operación; hay que mantener el nivel de aceite entre las marcas añadir y lleno de la varilla de medición. Se debe de volver a instalar el protector inferior trasero.

Se debe inspeccionar la estructura de protección en caso de vuelcos, para ver si hay pernos flojos o dañados y remplazar los pernos averiados o faltantes.

En el sistema hidráulico se tiene que eliminar el aceite del tanque y sus filtros, instalar nuevos filtros, limpiar la rejilla de acceso de aceite al tanque y añadirle el aceite indicado. Se debe de verificar el servicio de 500 horas y consultar la tabla de capacidad de llenado de la máquina, a la cual se le está haciendo el servicio.

En las retroexcavadora se debe cambiar el aceite del diferencial delantero. Se quita el tapón de aceite y se drena el aceite en un recipiente, luego se limpia el tapón del drenaje y se instala. A continuación, se quita el tapón de nivel y llenado de aceite, se debe de consultar la tabla de capacidad de llenado para la retroexcavadora y se debe de añadir aceite, hasta que el nivel llegue a las roscas del tapón de llenado.

**Figura 62. Fotografía del diferencial delantero retroexcavadora 416C**

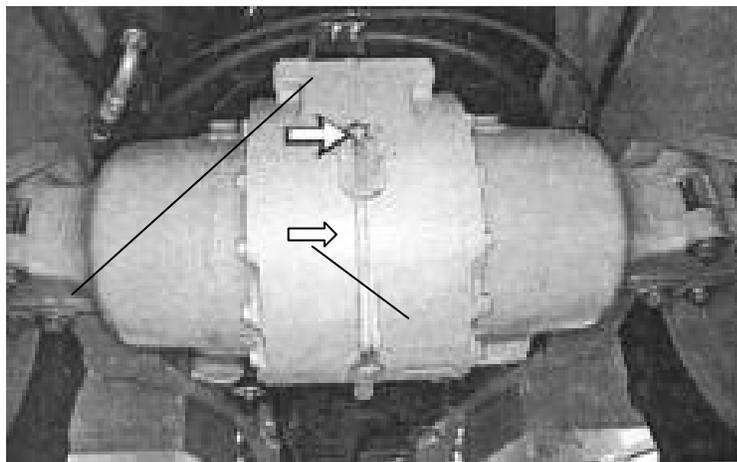


Tapón de nivel y llenado de aceite

Tapón del drenaje de aceite

El aceite del diferencial trasero debe de cambiarse también. Se debe de quitar el tapón del drenaje de aceite, y recibir el aceite en un recipiente adecuado. Se limpia el tapón y se instala. Se quita el tapón de nivel y llenado de aceite; se recomienda verificar la tabla de capacidad de llenado y se añade aceite hasta que quede al nivel de las roscas del tapón del tubo de llenado.

**Figura 63. Fotografía del diferencial trasero retroexcavadora 416C**



Tapón de nivel y llenado de aceite

Tapón del drenaje de aceite

Los mandos finales delanteros y traseros en la retroexcavadora se deben de cambiar de la manera siguiente: se coloca el tapón de drenaje y llenado en la parte inferior y se quita para poder drenar el aceite en un recipiente adecuado. Se coloca el orificio del tapón en posición horizontal y se le añade aceite, consultando siempre la tabla de capacidad de llenado, con el cuidado de llegar el aceite hasta las roscas del orificio del tapón. Se limpia el tapón y se instala; se hace el mismo procedimiento con el otro mando delantero y con los otros dos mandos traseros.

**Figura 64. Fotografía de cambio de aceite del mando final delantero**



**Figura 65. Fotografía de llenado de aceite del mando final delantero**



## **5.7. Anualmente o cada 2000 horas**

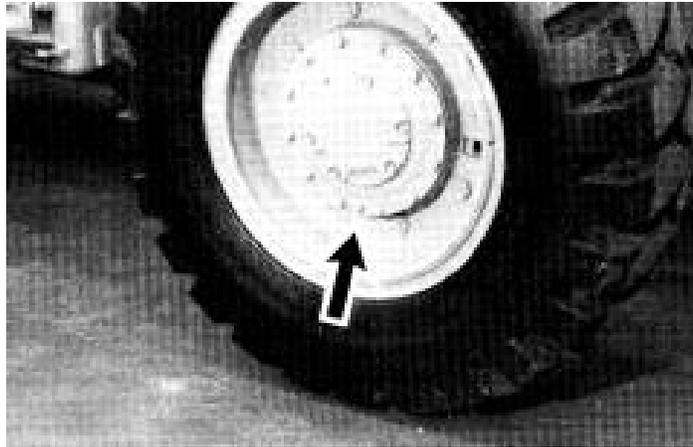
Al sistema de refrigeración se le hace su servicio drenando el refrigerante por medio de la válvula que se encuentra en la parte inferior del radiador, pero antes hay que quitar el tapón del radiador para liberar la presión; se debe de quitar el enfriador de aceite y limpiarlo. Se coloca el enfriador de aceite y se cierra la válvula de drenado y se le agrega el congelante en una relación de 2 partes de agua a 1 de congelante.

Se debe de comprobar el juego de válvulas del motor. La calibración se debe de hacer dejando las válvulas de admisión a 0.38 mm (0.015in) y las de escape a 0.64 mm (0.025in).

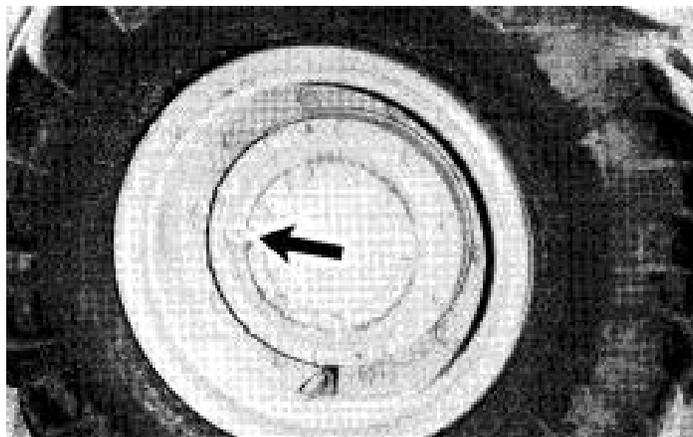
En los cargadores se debe de hacer cambio de aceite a los mandos finales y diferenciales de los ejes delanteros y traseros.

El cambio de aceite a los mandos finales se hace colocando el tapón de llenado y drenaje en la parte inferior. Se quita el tapón y se drena el aceite en un recipiente adecuado. Para llenarlo, se coloca el orificio del tapón en posición horizontal y se le añade aceite, hasta que llegue a las roscas del orificio del tapón, luego se coloca el tapón. Se debe de consultar la tabla de capacidad de llenado. Se sigue el mismo procedimiento para los otros mandos.

**Figura 66. Fotografía de drenado de aceite de mandos finales en un cargador 930**

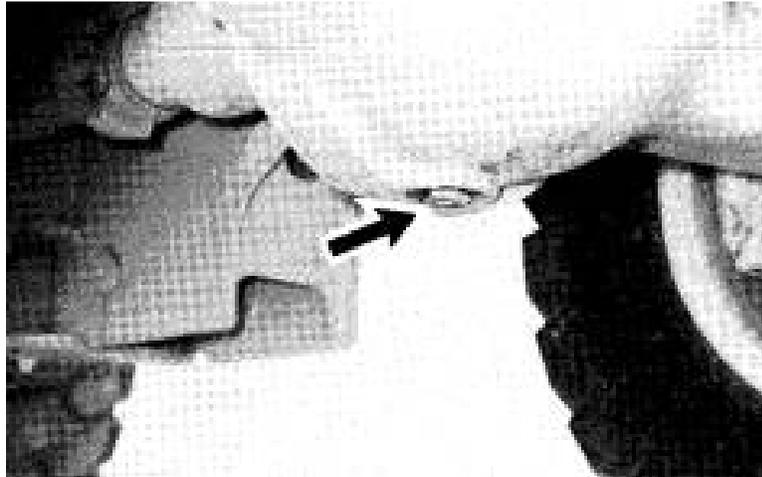


**Figura 67. Fotografía de llenado de aceite de mandos finales en un cargador 930**



Al diferencial delantero se le drena su aceite se quita el tapón que se encuentra en la parte inferior del diferencial, se deposita el aceite en un recipiente adecuado, se limpia el tapón y se vuelve a colocar. Para llenar de nuevo el aceite, se quita el tapón de llenado y se le añade aceite hasta que el aceite llegue a las roscas del tapón de llenado y se consulta la tabla de capacidad de llenado.

**Figura 68. Drenado de aceite del diferencial delantero cargador 930**

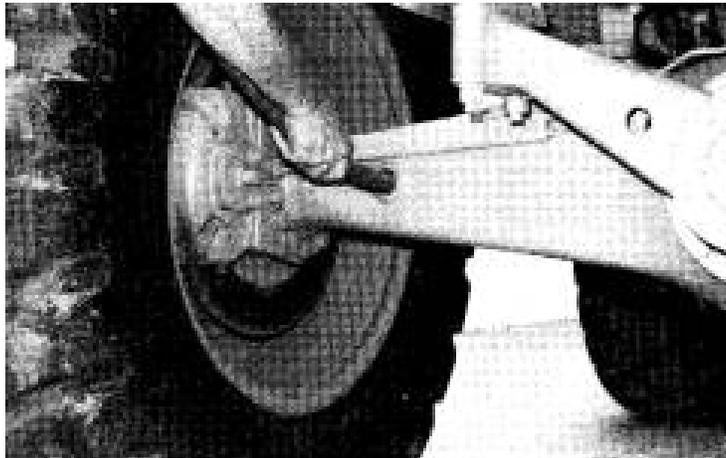


**Figura 69. Llenado de aceite del diferencial delantero cargador 930**



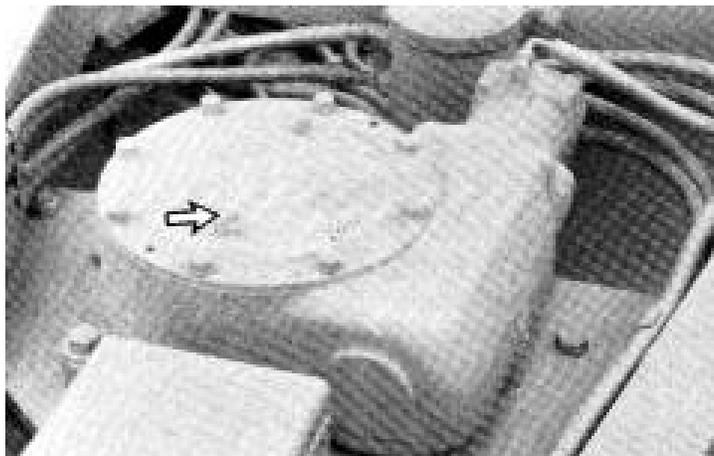
En el diferencial trasero se quita el tapón de drenado y se recibe el aceite en un recipiente adecuado; se limpia y se coloca nuevamente el tapón. El llenado del aceite se hace quitando el tapón de llenado que se encuentra a un extremo del diferencial, se llena hasta que el aceite llegue a la rosca del tapón de llenado y luego se consulta la tabla de capacidad de llenado.

**Figura 70. Fotografía llenado de aceite del diferencial trasero cargador 930**



En las motoniveladoras es necesario cambiar el aceite del mecanismo giro de la tornamesa, drenando el aceite por medio del tornillo de drenaje, y llenarlo según la tabla de capacidad de llenado por medio del tornillo de llenado, que se encuentra en la parte superior.

**Figura 71. Caja de mando de la tornamesa motoniveladora 120G**



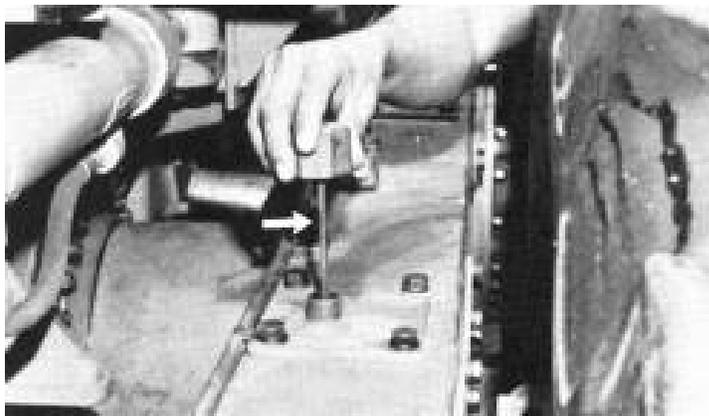
En las motoniveladoras también debe de cambiarse el aceite de las cajas, el cual lleva uno a cada lado de la máquina. Se debe de quitar el tornillo de drenado que se encuentra en la parte inferior de cada caja, luego se limpian y se vuelven a colocar.

**Figura 72. Tornillo de drenado de la caja motoniveladora 120G**



Se deben de quitar los respiraderos y limpiarlos con solvente, los cuales no deben de quedar tapados. Se le agrega aceite, se consulta la tabla de capacidad de llenado y se verifica con la varilla de medición; el aceite tiene que quedar entre las marca de añadir y lleno.

**Figura 73. Verificación del nivel de aceite en el caja**



## **5.8 Ficha de control de mantenimiento de la maquinaria**

Para que un plan de mantenimiento funcione, es necesario trabajar con una serie de fichas, debido a que hay diferentes tipos de información, de tal manera que de cada máquina se tengan varias diferentes en el archivo.

### **5.8.1. Ficha de maquinaria**

Esta será la ficha de identificación de cada máquina y, a la vez, la columna vertebral en la zona vial de caminos No. 11, para el desarrollo del mantenimiento a la maquinaria. En la ficha de cada máquina, deberá estar toda la información necesaria para la identificación de la misma. Por ejemplo, deberá aparecer el nombre de la máquina, la marca, modelo, número de D.G.C., número de serie de chasis y de motor, así como los datos de mantenimiento para conocer sus necesidades (figura 74).

### **5.8.2. Historial de fallas y averías**

El uso de esta ficha y la importancia que tiene es un hecho que no debe ser olvidado cuando se desee implantar un plan de mantenimiento. De otra manera, se puede llegar a gastar tiempo y dinero en hacer reparaciones sin llevar registros, y tal vez pasar por alto las causas de los desperfectos, lo que va en contra de los propósitos del mantenimiento.

Esta ficha contará con un registro de los componentes reparados, el trabajo efectuado, los materiales y repuestos utilizados, así como el tiempo muerto de cada máquina, el cual juega un factor importante en la z.v. 11 (figura 75).

### **5.8.3. Ficha de control de inspección de maquinaria**

Esta ficha servirá al inspector de maquinaria cuando vaya a los frentes de trabajo en donde anotará el estado de las partes que van a ser supervisadas. También evita dejar cosas en la memoria, y así tener datos donde anotar como la fecha de inspección. Es necesario hacer esta ficha simple y fácil de entender o, de otra manera, su uso sólo complicará la tarea de papeleo, que ha de mantenerse al mínimo para que sea funcional (figura 76).

El uso de esta ficha es importante, pues los datos anotados generarán órdenes de trabajo específicas para las máquinas que presentan problema en la inspección.

### **5.8.4. Ficha de control de paros**

Esta es otra ficha u hoja de control de cada máquina que fue desarrollada para tener un control sobre los paros ocasionados por inspecciones, fallas y averías, además de los motivos que ocasionaron estos paros. Este es un control que debe ser llevado por los convoy o frentes de trabajo, y funciona de la siguiente manera: cada máquina contará con una hoja de control de paros, que será la única ficha que no esté en el archivo, sino en la máquina (guardada en algún lugar de la máquina). Cuando la máquina se detenga por alguna razón, que haya sido o no prevista dentro del programa de mantenimiento, deberá de tomarse nota del paro. En este control se indicará la fecha y motivo del paro así como su duración; cada paro que sea anotado, será avalado por la firma del operador de la máquina y del mecánico.

Este control servirá tanto al operador como al jefe de convoy para justificar ante el inspector de maquinaria, y éste a la vez al jefe de la zona vial, la razón por la cual la máquina está parada (figura 77).

### **5.8.5. Ficha de orden de trabajo**

La orden de trabajo informa a la persona encargada de la maquinaria (inspector de maquinaria), el jefe de la zona vial 11, que existe una falla que necesita reparación. También informa de la naturaleza de la falla y la reparación necesaria, así como de su prioridad, según el trabajo que realiza. Además, se informa al jefe de la zona vial; esta orden también solicita autorización para realizar los trabajos. Esta orden de trabajo será llenada en la inspectoría de maquinaria (figura 78).

La orden la firmará el operador, inspector de maquinaria y el jefe de la zona vial, respectivamente, y luego se le entregará al jefe de taller para que se cumpla debe llevar un número de orden correlativo para poder llevar un control de que las mismas se vayan cumpliendo de manera conveniente. Todos los trabajos, que se hagan por medio de una orden de trabajo, deberán ser anotados en la historia de fallas de la máquina.

**Figura 74. Ficha de maquinaria**

D.G.C. Zona Vial 11 Izabal	núm
<b>FICHA DE MAQUINARIA</b>	
Máquina:	Modelo:
Marca:	núm D.G.C:
Serie chasis:	Serie motor:
Mantenimiento rutinario:	
Lubricación rutinaria:	

**Figura 75. Ficha de historia de fallas y averías**

D.G.C.  
Zona Vial 11  
Izabal

núm

**HISTORIA  
DE FALLAS Y AVERÍAS**

Máquina y núm D.G.C.:

Marca y modelo:

Fecha	Partes y componentes reparados	Trabajo efectuado	Material y Repuestos utilizados	Tiempo muerto (hrs)





**Figura 78. Ficha de orden de trabajo**

D.G.C. Zona Vial 11 Izabal		núm.
<b>Orden de trabajo</b>		
Prioridad: normal ( ) urgente ( )		Fecha de orden:
Nombre del operador:	Localización:	Máquina y núm. D.G.C.:
Trabajo por efectuar:		
Materiales o repuestos utilizados:		
Observaciones:		

\_\_\_\_\_  
Firma del operador

\_\_\_\_\_  
Firma del inspector de  
maquinaria

\_\_\_\_\_  
Firma de autorizado  
jefe de la zona vial 11

## **5.9. Surtido de repuestos recomendados**

En la zona vial, existe una bodega en donde se guardan en una forma ordenada y sistemática los repuestos y materiales que necesita el departamento de talleres.

Para poder llevar un buen programa de mantenimiento, es una herramienta de trabajo que la bodega esté bien organizada, para poder llevar los controles referentes a los repuestos y materiales que se necesitan.

Al tener la bodega surtida de repuestos, el dinero invertido no está ganando intereses o sea que es una inversión muerta. Aunque tiene su función económica, ya que cuando se necesita un repuesto, se tiene a la mano y no hay necesidad de perder tiempo en su reparación o en darle el mantenimiento oportuno, porque se está buscando el repuesto en el comercio.

La existencia de repuestos se puede optimizar, en función del historial de la maquinaria, ya que en éste se tiene el tiempo aproximado promedio de duración de los repuestos.

En la siguiente tabla, se da un listado de los filtros que utilizan los diferentes tipos de maquinaria de la zona vial, los cuales se deben de mantener siempre en existencia en la bodega para cualquier emergencia o servicio.

**Figura 79. Ficha de filtros de la maquinaria pesada**

Máquina	Filtro de aceite de motor	Filtro de combustible	Filtro de transmisión	Filtro hidráulico	Filtro de aire primario	Filtro de aire secundario
Tractor D4	1R0659	9H4729		1R0719	9M9378	2S1284
Tractor D6D	1R0739	1R0740	1R0741	1R0728	1P7716	1P7360
Tractor D6H	1R0739	1R0740	1R0741	4T0522	7W5317	9S9972
Tractor D7E	1R0721	9H1252	1R0741		4S8833	4S8834
Patrol 12F	1R0659	1R0740	1R0727	1R0727	4M9334	2S1286
Patrol 120G	1R0739	1R0740	1R0719	1R0719	4M8047	2S1285
Cargador 930	1R0739	1R0740	1R0746	1R0741	4M8047	2S1285
Retroexcavadora 416	7W2327	0676987	0119740	1R0722	8N5504	

## 5.10. Medidas de seguridad

### 5.10.1 Generalidades

Antes de dar servicio o reparar la maquinaria, se debe poner una tarjeta de advertencia indicando peligro o no operar en los controles o interruptor de arranque. Únicamente el personal autorizado puede estar en la maquina cuando se está dando servicio a la misma. Se deben utilizar las herramientas apropiadas.

Se deben utilizar casco, anteojos y otro equipo de protección, según lo requieran las condiciones del trabajo. No usar ropa suelta ni otras prendas que se puedan enganchar en controles u otras partes de la máquina. Hay que mantener la máquina especialmente las plataformas de trabajo, escalones y pasarelas, libre de materias extrañas, tales como desperdicios, aceite, herramientas y otros elementos que no formen parte de la máquina.

Aceptar las señales de sólo una persona y saber quién las da. Asegurar firmemente todos los objetos sueltos como cajas de herramientas, herramientas y otros elementos que no sean parte de la máquina. No poner fluidos en envases de vidrio y cuando se utilice aire comprimido para limpieza, hay que llevar máscara y el equipo de protección apropiado. La presión de aire máxima debe ser inferior a 205 kPa (30 psi).

Para el inflado de los neumáticos se debe utilizar una boquilla de aire de conexión automática y permanecer detrás de la banda de rodadura del neumático.

Los toneles y envase vacíos retienen residuos (en forma de líquido y vapor) que pueden ser peligrosos. Nunca deben cortarse con oxiacetileno, soldarse, cortarse con pulidora, etc., porque pueden explotar y causar heridas graves, inclusive la muerte.

### **5.10.2 Peligros de aplastamiento o cortes**

Nunca se deben hacer ajustes cuando la máquina está en movimiento o el motor está funcionando si no está indicado específicamente.

Al trabajar debajo del equipo o implementos, hay que sostener con soportes apropiados; no confiar en que los cilindros hidráulicos van a sostener al equipo o implementos. Permanecer separado de todas las partes giratorias o movibles.

Cuando el motor está funcionando, las hojas del ventilador pueden lanzar desperdicio o cortar cualquier objeto o herramienta que caiga o e empuje dentro del ventilador. No se deben usar cables retorcidos o deshilachados, y utilizar guantes de trabajo cuando se manejen los cables.

Cuando se golpean con fuerza los pasadores de retén, éstos pueden salir despedidos y causar lesiones al personal que esté cerca; también hay que ponerse los

anteojos de protección cuando se golpean estos pasadores, ya que las virutas y astillas pueden salir despedidas y causar lesiones.

### **5.10.3 Peligros de quemaduras**

Cuando el motor ha alcanzado la temperatura de operación, el radiador y todas las tuberías a los calefactores o al motor contienen agua caliente o vapor y cualquier contacto con los mismos, puede producir quemaduras graves.

Se debe verificar el nivel del refrigerante únicamente después de haber parado el motor y cuando la tapa de llenado está lo suficientemente fría como para tocarla con la mano; esto se hace sacando lentamente la tapa de llenado del sistema de enfriamiento para eliminar la presión. Hay que permitir que los componentes del sistema de enfriamiento se enfríen antes de drenar el sistema. El aceite y los componentes calientes pueden producir lesiones; evite su contacto.

A temperaturas de operación, el tanque hidráulico está caliente y puede estar bajo presión. Se debe sacar la tapa de llenado del tanque hidráulico lentamente para eliminar la presión, únicamente cuando el motor esté parado y la tapa de llenado lo suficientemente fría, como para tocarla con la mano.

Se debe eliminar toda la presión en los sistemas de enfriamiento, combustible, lubricación o neumáticos, antes de desconectar o sacar cualquier tubería, conectores o elementos relacionados con dichos sistemas.

#### **5.10.4 Peligros de incendios o explosiones**

Todos los combustibles, la mayoría de los lubricantes y algunas mezclas de refrigerante son inflamables. No hay que fumar al reabastecer de combustible o cuando se está en una zona de reabastecimiento y en lugares donde se están cargando baterías o donde se guardan materiales inflamables.

Hay que limpiar y apretar todas las conexiones eléctricas y observar diariamente si hay cables eléctricos deshilachados o sueltos; hay que apretar, reparar o cambiar antes de operar la máquina.

Se deben mantener todos los combustibles y lubricantes guardados en envases identificados apropiadamente; hay que guardar los trapos sucios con aceite u otro material inflamable en un envase protegido y en un lugar seguro.

No se debe soldar ni cortar con soplete tuberías o conductos que contengan fluidos inflamables; hay que limpiar a fondo con solvente no inflamable antes de soldar o cortar con soplete. Hay que limpiar los derrames de aceite o del combustible y no permitir la acumulación de materiales inflamables en la máquina.

No doblar ni golpear tuberías de alta presión. No instalar mangueras, tuberías o líneas dobladas o deterioradas, ya que las fugas pueden provocar incendios. Inspeccionar con cuidado todas las mangueras tuberías y líneas de aceite, pero nunca intentar detectar fugas con la mano desnuda.

Asegurarse de que todas las abrazaderas, guardas y planchas protectoras estén instaladas apropiadamente para evitar la vibración, el roce entre piezas y el calor excesivo durante la operación. Todas las planchas que protegen los componentes del escape caliente de las salpicaduras de aceite o combustible en el caso de la rotura de un sello, tubería o línea, deben estar instaladas apropiadamente.

Lo que es muy importante para la seguridad del operador, es tener siempre disponible en la máquina un extintor de incendios y saber cómo manejarlo; también en varios lugares (talleres en general, gasolinera, despacho de lubricantes) es indispensable tener extinguidores.

#### **5.10.5 Subida y bajada de la máquina**

Se debe subir y bajar de la máquina sólo por los lugares donde hay escalones y/o agarraderas, se deben usar ambas manos y mirar hacia la máquina, no hay que darle la espalda a la misma. Nunca se debe subir o bajar de la máquina en movimiento y nunca se debe saltar, y tampoco intentar subir o bajar yendo cargado con herramientas o suministros.

#### **5.10.6 Arranque del motor**

Hay que asegurarse de que nadie esté trabajando en la máquina, debajo o cerca de la misma, antes de arrancar el motor o empezar a mover la máquina, es decir, que no haya gente en el lugar de trabajo.

No hay que arrancar el motor ni mover ninguno de los controles, si hay una tarjeta de advertencia en el interruptor general o en los controles. Se debe hacer arrancar la máquina únicamente en un lugar bien ventilado. Si es necesario operar en un espacio cerrado, se debe conectar la salida del escape hacia el exterior.

#### **5.10.7 Preparación para operar la máquina**

Para esto hay que asegurarse que no haya gente en la máquina ni en la zona de trabajo, después hay que quitar todos los obstáculos del camino. Asegurarse que la bocina y la alarma de retroceso y todos los dispositivos de advertencia funcionen apropiadamente.

Se debe verificar el funcionamiento apropiado de todos los controles y dispositivos de protección, al ir moviendo lentamente la máquina en una zona abierta.

#### **5.10.8 Operación de la máquina**

Hay que operar los controles únicamente con el motor funcionando y estando sentado. No llevar pasajeros en la máquina, a menos que se haya provisto un asiento, cinturón de seguridad y protección en caso de vuelco, pero antes de mover la máquina, el operador debe tener la seguridad de que ni él ni otras personas puedan estar en peligro.

Si la máquina comienza a deslizarse hacia el costado de la pendiente, debe deshacerse de inmediato de la carga y girar la máquina hacia abajo. Siempre que sea posible, hay que trabajar hacia arriba y hacia debajo de las laderas, en vez de hacerlo en forma transversal. Se debe mantener la máquina controlada y no trabajar superando su capacidad.

#### **5.10.9 Estacionamiento de la máquina**

Estacionar la máquina en una superficie nivelada y, si es necesario, estacionarla en una pendiente y luego bloquear la misma. Para parar la máquina se debe aplicar el freno de servicio. Hay que conectar el freno de estacionamiento, poner la palanca de cambios de la transmisión en punto muerto, luego poner en primera velocidad y conectar el embrague del volante. Se deben bajar todos los implementos al suelo y aplicar una ligera presión hacia abajo.

Parar el motor, hay que girar la perrilla del interruptor de arranque a la posición apagado y girar la llave del interruptor general a la posición apagado y luego sacar la llave.

### **5.10.10 Protección personal**

Cubrir los aspectos principales de seguridad personal involucra tanto a la empresa (dotando del equipo de seguridad necesario y adecuado), como al trabajador (utilizando su equipo de seguridad), se desea de ambos su plena conciencia y buena voluntad para evitar accidentes. Directamente está más involucrado el trabajador, pues él será quien utilice las máquinas, las herramientas y el equipo, ya sea de operación o de protección personal.

Como un ejemplo de seguridad se empieza desde el uso de la herramienta; es conveniente que se evite el uso de herramientas defectuosas; utilizar la herramienta adecuada en cada operación, procedimientos correctos y cuidar y dar mantenimiento a las mismas, pues es frecuente ver a mecánicos utilizando llaves con quijadas o lados gastados, mazos con mango rajado, de igual forma usar un cincel en vez de un destornillador. Así pues, se recomienda que se utilicen adecuadamente cada una de las herramientas ya que también suelen trabajar un destornillador como si fuera un cincel, un martillo donde deberían de usar un mazo, un destornillador en vez de una palanca, etc.

También debe hacerse notar el frecuente olvido de los operarios y mecánicos al descuidar la herramienta y el equipo, de modo que cuando se desea utilizar está sucia, grasienta y en lugares inapropiados.

En cuanto al uso de los equipos de protección personal (incluyéndose la capacitación personal), deberá utilizarse lo adecuado, según sean los riesgos y las condiciones en que se ejecutará el trabajo. El equipo de seguridad personal (el más común empleado en los talleres) se debe de atender con prioridad en las siguientes partes.

- a. **Para la cabeza:** se recomienda que los operadores utilicen un casco de seguridad, que preferentemente debe ser liviano, con características de resistencia al impacto, elevada capacidad de amortiguación, de baja conductividad eléctrica.
  
- b. **Para los ojos:** para su protección están los lentes, caretas de protección ocular contra el polvo, rebabas, gases, líquidos y metales incandescentes. Cada uno de acuerdo con el trabajo que se va a ejecutar, así será su forma.
  
- c. **Para la cara:** puede usarse, según el caso y trabajo, una pantalla o un filtro de nariz y boca (máscaras o mascarillas de protección respiratoria). En el caso de personas que esmerilan o trabajan en procesos que les obliga a recibir por lo menos eventualmente, rebabas, polvos o partículas lanzadas a velocidad, deberán usar estas caretas, que generalmente son plásticas; también deben ser usadas por los ayudantes.
  
- d. **Para las manos:** en los talleres y en general los mecánicos, sufren múltiples accidentes en las manos, ya que éstas intervienen en la mayoría de los casos, de modo que se convierten en las partes más valiosas del cuerpo, por lo que debe ponerse la debida atención. En vista de que se cuenta con una gran gama de elementos protectores contra el calor, los cortes, la abrasión, la electricidad, los agentes químicos, etc., habrá que seleccionar lo más adecuado para cada riesgo. Pese a todo lo dicho, no deberán de desatenderse los procedimientos seguros, como mantener las manos fuera de los lugares donde puedan ser atrapadas, asegurarse de que la maquinaria no ofrece ningún peligro a las manos, antes de manejarla, repararla o lubricarla.

También se recomienda el uso de guantes o almohadillas, todo adecuado para manipulación en el taller; no hay que usarlos cerca de máquinas sin guardas, o que estén girando, habrá que inspeccionar los materiales que se van a manipular, para establecer si se encuentran libres de grasa, suciedad, humedad, o lo que los haga resbalosos.

**Tabla XV. Cuadro de comportamiento físico de los materiales de guantes**

Recubrimiento de guantes	Resistencia a la abrasión	Resistencia a un corte	Resistencia a un pinchazo	Resistencia al calor	Flexibilidad	Agarre en seco	Agarre en mojado
Caucho natural	R	E	E	E	R	E	B
Neopreno	R	E	E	E	B	B	R
Polietileno	E	R	E	M	B	B	B
Butilo	B	B	B	M	B	R	R
Cloruro de polivinilo PVC	B	R	R	M	R	E	E
Alcohol polivinílico	B	E	E	R	R	E	E
Buna N	B	E	B	R	R	B	B
Caucho de nitrilo de butadieno	E	E	E	R	B	B	R

B = bueno; E = excelente; M = malo; R = regular

Fuente: Jorge Fuentes Tinti. **Seguridad industrial y mantenimiento**. Pág. 45

- e. Ropa para protección personal:** si bien este tipo de protección es regularmente uniformizada, es necesario hacerlo de acuerdo con las características de riesgo en el punto de operación y a las condiciones existentes. Pueden mencionarse elementos de seguridad personal como las gabachas, pantalones u overoles, para personas como los mecánicos y soldadores. Así también se pueden mencionar otros elementos de seguridad como los chalecos de cuero, mangas y polainas de cuero (en el caso del soldador).

- f. Para los pies:** los zapatos de seguridad son indispensables en un taller mecánico, así como en los lugares de operación de maquinaria. Los zapatos de puntera de acero protectora, se usan donde haya riesgo de objetos que caen, ruedan o vuelcan, o bien donde hay elementos punzocortantes que puedan caer al suelo.; existen con suela de hule, cuerda, madera, etc., que sirven de protección contra resbaladuras, calentamientos, etc.
  
- g. Para los oídos:** los programas de atención auditiva exigen, en algunos casos, el uso de protectores para los oídos que se puedan moldear y se ajusten a cada persona; éstos pueden ser de algodón encerado, de espuma o de fibra de vidrio, los cuales son automoldeables. Los tapones desechables deben usarse una sola vez y tirarse, y los no desechables deben recibir el mantenimiento apropiado.

#### **5.10.11 Riesgos con los lubricantes**

Los aceites lubricantes pueden producir daños si no se manejan adecuadamente, por lo que se recomienda mantenerlos alejados de la piel desnuda y la aspiración de sus vapores. Si el contacto es leve o por poco tiempo el daño es casi inofensivo, pero contactos más prolongados pueden provocar desde irritación de la piel hasta el cáncer en la misma.

Los lubricantes con contenidos de plomo pueden presentar problemas especiales en la piel, en la nariz y en el sistema respiratorio, por la inhalación de sus neblinas.

Como en los talleres es frecuente el manejo de aceites de motor usado, debe tomarse en cuenta que hay que evitar el contacto prolongado, excesivo o repetido; por otro lado, deben usarse cremas protectoras, o bien si el contacto se da, eliminarlos de la piel mediante lavado con agua y jabón o un disolvente especial.

#### **5.10.12 Riesgos con el aire comprimido**

Deben mantenerse en las distintas salidas llaves de control con su respectivos manómetros y como generalmente lo proporciona un compresor, se recomienda que los compresores estén en mantenimiento constante (esto es eliminar el agua formada en sus depósitos de presión, tener una limpieza constante en el motor, mantener los manómetros en buen funcionamiento), y también aquellos que usan el aire comprimido den a éste el uso adecuado, y en el caso de utilizarlo para pasarse pistolas o mangueras, que conduzcan aire a presión sobre los brazos, cara o cualquier parte del cuerpo, o sobre el overol para quitarse esquirlas o suciedad.

Es conveniente no jugar con el aire comprimido pues puede ser el origen de accidentes graves, que pueden causar la muerte, ya sea por el uso de mangueras en mal estado o por pistolas o sopletes, que por su contenido fácilmente pueden explotar, o bien por el propio aire comprimido dentro del cuerpo humano, con consecuencias fatales.

## CONCLUSIONES

1. La mayor parte de la maquinaria pesada con la que se cuenta ha sufrido deterioros, por no tener un historial o registro lo que conlleva a descontrol y mala administración en el servicio de la maquinaria.
2. Los principios básicos bajo los cuales funciona la maquinaria pesada son: motor: que es el que provee la potencia y tren de potencia, a los dos se les debe dar prioridad en el mantenimiento. Se debe aplicar el lubricante correcto en el sitio, máquina y cantidad apropiada, para prolongarles su vida real.
3. El deterioro de las transmisiones de la maquinaria pesada se debe a: mala operación (hacer derrapar demasiado la unidad) y trasladar rodando la maquinaria a distancias muy largas.
4. Circular las unidades largas distancias provoca calentamiento en las bombas, frenos y rodajes; este calentamiento se transmite al aceite, lo que provoca deterioro de los aditivos y consecuentemente la degradación del aceite como resultado de un proceso de oxidación a alta temperatura.
5. El filtro de aire del tractor D6D posee un indicador de servicio bicolor que indica cuando el filtro primario y secundario está sucio; obstruido o necesita cambio; esto se muestra cuando el pistón amarillo del indicador de servicio entra en la zona roja.

6. El mantenimiento ideal y el recomendado en este trabajo es el preventivo, aunque no se descarta la posibilidad de que todo falla por fatiga, pero poniendo en práctica este programa se mejorará el funcionamiento y tiempo de vida útil de toda la maquinaria y por ende de toda la zona vial.
7. Para conservar la maquinaria en buen funcionamiento, es necesario seguir estrictamente las recomendaciones que requieran todos los sistemas y para los cuales se tiene información en este documento.
8. Para que el programa de mantenimiento funcione, es necesario trabajar con las fichas propuestas y colocar los datos solicitados en cada una de ellas de forma clara y entendible.
9. La existencia de repuestos se puede optimizar, en función del historial de la maquinaria (fichas de control), ya que en éstas se tiene la fecha y mantenimiento realizado a la maquinaria y con base en ello el tiempo aproximado promedio de duración de los repuestos.
10. El surtido de repuestos propuestos (nuevos) en este programa, se realizó tomando en cuenta la necesidad apremiante de mantenimiento preventivo en la maquinaria de la zona vial, mientras que la propuesta para adquirir repuestos en calidad de intercambio con otras zonas viales del país se hace con base en las necesidades de mantenimiento correctivo que las máquinas que actualmente están en reparación larga necesitan.

## **RECOMENDACIONES**

### **A la Dirección General de Caminos**

1. Proporcionar presupuesto para la compra de equipo de seguridad en la sección de talleres o de mantenimiento, ya que en la actualidad se carece de equipo de protección para el personal de la zona vial 11, lo que representa altas posibilidades de riesgo de accidentes.
2. Impartir los cursos de capacitación en forma constante al personal de mantenimiento y operadores de la maquinaria pesada, para mejorar las condiciones de servicio de las mismas.
3. Terminar la construcción de las nuevas instalaciones, para efectuar el traslado de todo el personal administrativo y así mejorar la eficiencia y ejecución de proyectos dentro de la zona.
4. Contar con un buen surtido de repuestos y accesorios, así como de lubricantes necesarios para la maquinaria y el equipo. Éstos deben estar almacenados en un lugar de fácil acceso para el personal encargado de dicho trabajo.

### **Al jefe de maquinaria**

5. Implementar una línea de mando, tanto del personal de maquinaria, como para el personal de talleres, que permita poder supervisar en forma más eficiente los trabajos realizados por el departamento de maquinaria y de talleres.

6. Delegar funciones administrativas al subjefe del departamento, de manera directa, para poder supervisar de mejor manera los trabajos realizados por el departamento de maquinaria y talleres
7. Mantener buena comunicación con el jefe de talleres, para que se puedan coordinar las reparaciones de las máquinas.

### **Al jefe de taller e inspector de maquinaria de la zona vial 11**

8. No exceder al recorrido de la maquinaria pesada que se recomienda a continuación: 1.5 km para tractor de oruga, 5 km para cargador frontal, 10 km para motoniveladora y 8 km para retroexcavadora.
9. Programar constantemente cursos de capacitación para todo el personal de talleres (mecánicos, pilotos y operadores), para lograr que el personal mantenga un nivel técnico necesario para satisfacer las necesidades del taller, y así obtener un rendimiento óptimo de los trabajadores, con lo que se evita el deterioro de la maquinaria, del equipo y de la herramienta.
10. Adquirir al menos otra retroexcavadora y otra vibrocompactadora, que serán de ayuda y reforzamiento a las actuales por la demanda de servicio del convoy de trabajo.
11. Poner en práctica lo más pronto posible el presente programa de mantenimiento, para evitar que la maquinaria pesada y liviana siga deteriorándose.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Avalone, Eugene A. y Theodore Baumeister. **Manual del Ingeniero Mecánico Tomos 1 y 2**, 3ª ed. Mexico: Editorial McGraw-Hill, 1995
2. American Company. **El aceite y su motor, pasos alrededor de la máquina**. E.E.U.U: Caterpillar, 1992
3. Caterpillar Inc. **Manual de partes y repuestos de la diferente maquinaria**. E.E.U.U: 1982
4. Caterpillar Inc. **La guía de su tren de rodaje**. E.E.U.U: Editorial Caterpillar, 1986
5. Caterpillar America Company. **Manual de Conservación de cargadores de ruedas 920 y 930**. s.e. USA: Caterpillar, s.a.
6. Caterpillar America Company. **Manual de operación y mantenimiento de motoniveladoras 120G y 130G**. s.e. USA: Caterpillar, 1190.