

# Mantenimiento de Tractores de Ruedas

Ing. Fredy Cáceres Guerrero





*Si las personas saben lo que hacen,  
lo harán bien; si lo hacen bien;  
los procesos funcionarán: si los procesos  
funcionan, los productos serán de buena  
calidad; si los productos son de buena  
calidad, los clientes quedarán satisfechos,  
si los clientes quedan satisfechos,  
regresarán y nos recomendarán a nuevos  
clientes: si regresan y nos recomiendan  
a nuevos clientes, todos ganaremos más.*

*Autor Anónimo*

# CONTENIDO

	Pág.
<b>Prólogo</b> .....	7
<b>Introducción</b> .....	9
<b>1. Consideraciones Generales</b>	
1.1 ¿Qué es el mantenimiento? .....	11
1.2 Organización del mantenimiento .....	11
1.3 Averías .....	14
1.4 Clases de mantenimiento .....	15
1.5 Verificaciones previas a la puesta en marcha .....	16
1.6 Como poner en marcha el motor. ....	17
1.7 Como parar el motor correctamente .....	17
<b>2. Mantenimiento del sistema de alimentación de aire</b>	
2.1 El filtro de aire .....	18
2.2 Filtro de aire en baño de aceite .....	19
2.3 Filtro de aire seco .....	20
2.4 Motores sobrealimentados .....	21
<b>3. Mantenimiento del sistema de combustible</b>	
3.1 El combustible. ....	23
3.2 Selección de combustibles .....	23
3.3 Forma correcta de almacenar el combustible .....	25
3.4 Revisión del sistema de combustible .....	26
<b>4. Mantenimiento del sistema de Lubricación</b>	
4.1 Importancia de la lubricación .....	28
4.2 Lubricantes .....	29
4.3 Maneras de lubricar a los tractores .....	30
4.4 Tendencia actual en los lubricantes para tractores .....	31
4.5 Forma correcta de cambiar el aceite al tractor .....	31
4.6 Aceites para Motor y frecuencia del cambio .....	31
4.7 Ventajas de los aceites multigrados .....	31
4.8 Lavado interno del motor .....	32
4.9 Aceites para la transmisión .....	32
4.10 Aceites para la caja de la dirección hidráulica .....	35
4.11 Grasas .....	35
4.12 Selección y almacenamiento de lubricantes .....	36
4.13 Análisis del aceite usado .....	38

	Pág.
<b>5. Mantenimiento del Sistema de Enfriamiento</b>	
5.1 Enfriamiento por agua o refrigerante .....	42
5.2 Enfriamiento por aire .....	45
<b>6. Mantenimiento del sistema eléctrico</b>	
6.1 La batería. ....	47
6.2 Mantenimiento de la batería .....	47
6.3 Lavado de bornes y poste de la batería .....	48
6.4 Verificación de la carga con el hidrómetro .....	48
6.5 Verificación de carga de la batería con multitester .....	48
6.6 Regulador de voltaje.....	49
6.7 Dinamo .....	49
6.8 Alternador .....	49
6.9 Precauciones en el uso de generadores .....	51
6.10 Motor de arranque .....	51
<b>7. Mantenimiento de los Sistemas Hidráulicos</b>	
7.1 Los sistema hidráulicos .....	52
7.2 El enganche en tres puntos.....	52
7.3 Operación del cilindro de control remoto .....	53
7.4 Forma correcta de operar el sistema hidráulico .....	54
<b>8. Conexión de la polea</b> .....	55
<b>9. El eje toma de fuerza (PTO)</b>	
9.1 Montaje del eje toma de fuerza al tractor .....	56
9.2 Mantenimiento del eje toma de fuerza .....	57
9.3 Regulación del pedal de embrague .....	57
<b>10. Sistemas de freno del tractor</b> .....	58
<b>11. Los neumáticos</b> .....	61
<b>12. Recomendaciones sobre Manejo y seguridad</b> .....	66
<b>13. Uso de la Bitacora</b> .....	68
<b>14. Referencias</b> .....	72
<b>15. Anexos</b> .....	73



# PRÓLOGO

**L**a vida útil de los tractores depende en gran medida del cuidado que se le brinde periódicamente, pero para ello debe contarse básicamente con los manuales respectivos, como el manual de operación, mantenimiento y de la lista de repuestos, que todo aquel que adquiere un tractor debe solicitarlo al vendedor, para usarlo constantemente.

La finalidad de este texto básico de mantenimiento de tractores de ruedas, permite dar las pautas básicas para tener un tractor en buenas condiciones de operación, desde su adquisición hasta el final de su vida útil, lo cual será posible si nos acostumbramos a llevar un buen registro de todas las reparaciones, mantenimiento o incidencias que le sucede al tractor en la Bitácora correspondiente.

Para un adecuado entendimiento y uso de este Texto de mantenimiento, se debe tener los conocimientos básicos necesarios de los diferentes componentes del tractor, así como su funcionamiento.

Debe considerarse que lo consignado en este texto no es específico ni absoluto para una determinada marca de tractor, sino de uso general, que debe servir como marco de referencia y adicional a los respectivos manuales de cada una de las máquinas. Su uso orientará a obtener un conocimiento propio del mantenimiento de un tractor de acuerdo a las condiciones particulares de cada marca y tipo; así como de cada zona de trabajo.

Este Texto, básicamente se ha preparado como una guía del curso de capacitación "Mantenimiento de Tractores de Ruedas" y para complementar el aprendizaje de los alumnos a través del curso de Mecanización Agrícola I, de las especialidades de Agronomía, Forestales y Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina y otras universidades donde se dicte el curso de Mecanización Agrícola I y cursos afines; así mismo para todas aquellas personas que deseen conservar sus tractores u otras máquinas en perfectas condiciones de operatividad y prolongar su vida útil y vida económica.

Ing. Agric. Fredy Cáceres Guerrero.



# INTRODUCCIÓN

**A** lo largo y ancho del Perú, muchas de las actividades agrícolas son realizadas usando Tractores de ruedas con motores Diesel, donde la diversidad de marcas hace muy especial la labor de mantenimiento y la recomendación específica para cada una de las máquinas debe ser la más adecuada.

Este texto da las pautas necesarias para llevar acabo el mantenimiento preventivo de los tractores Diesel, pero puede ser utilizado también los conceptos generales para alguna otras máquina que funcione con motores de combustión interna, como los motores a gasolina, en los sistemas que le compete.

Se inicia con las consideraciones importantes que debe tener en cuenta el Gerente de mantenimiento o jefe de taller y luego el operador antes de arrancar su máquina, para luego realizar el mantenimiento de cada uno de los sistemas del tractor como el sistema de alimentación de aire, sistema de combustible, sistema de refrigeración, sistema de lubricación, sistema eléctrico, etc.; así como los frenos, embrague, la presión de las llantas, etc.

Se considera las normas generales de seguridad que el operador debe tener en cuenta en las diferentes condiciones de uso del tractor.

Se realiza una revisión amplia de los aceites y su composición; así como de las grasas, porque de su adecuada selección va depender la duración de las máquinas.

Se menciona también la importancia del uso y estructura de la bitácora en la vida de las máquinas, pudiendo ser modificado de acuerdo a las condiciones de trabajo o requerimientos adicionales de información que se requiera.

Es importante recalcar que se puede utilizar formatos de mantenimiento en hojas sueltas colocadas en lugar visible, para llevar un control de la realización del mismo según lo programado o recomendado por el fabricante.



# CAPITULO 1

## Consideraciones generales

### 1.1. ¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO?

Mantenimiento es el cuidado periódico que una maquina necesita para funcionar bien, de forma segura y por largo tiempo. Mantenimiento no es la reparación de piezas dañadas. Mantenimiento es la protección de éstos repuestos para que no se rompan o dañen.

El alto costo de la maquinaria agrícola, requiere tener bien en claro las averías y perjuicios que le puede suceder a la maquinaria si no se toma en cuenta el cuidado y atención oportuna de la misma.

### 1.2 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

A continuación se dan las pautas necesarias para el desarrollo de un sistema de Mantenimiento de maquinas y/o Equipos. En general, se deben considerar:

- El Ciclo de Mantenimiento (acciones),
- La Organización del Personal (funciones) y el
- Sistema de Planificación / Control (Flujo de Información y Documentación).

#### 1.2.1 CICLO DE MANTENIMIENTO

Son las tareas que debe efectuar el Departamento de Mantenimiento para conservar operativas las maquinarias antes de salir al campo o frente de trabajo.

El ciclo comienza con la lubricación y Mantenimiento rutinario, tales como cambios de aceite y filtros, engrase, ajustes mecánicos. Estos primeros pasos básicos se deben efectuar tan profesional y perfectamente como sea posible en forma rutinaria.

La información de “que hacer”, “cuando hacerlo” y “como hacerlo” se encuentra en la guía de mantenimiento y lubricación de cada máquina. Es muy importante que se efectúe en forma programada para minimizar los tiempos de parada y para la utilización eficiente del personal de mantenimiento, así como contar con un sistema de retroalimentación que informe a la administración el trabajo que se hizo, cuándo se hizo, y quien lo hizo, se recomienda usar listados de chequeo.

El siguiente punto del ciclo son las inspecciones de la máquina, que desafortunadamente muchas veces no son considerados en los programas de mantenimiento. Las inspecciones de la máquina tienen un efecto significativo sobre la disponibilidad y costos de operación y determina si el manteni-

miento se está realizando en forma controlada y dirigida o si se está perdiendo el tiempo debido a una administración inadecuada.

Para que las inspecciones sean rápidas y eficientes deben ser en forma programada. No olvidar la retroalimentación de información que debe recibir la administración del mantenimiento para la toma de decisiones a partir de los resultados de la inspección. Se debe usar listados de chequeo.

El análisis de los resultados de la inspección es otro punto del ciclo de mantenimiento, el cual ayudará a determinar si se debe acortar el ciclo mediante una reparación de emergencia no programada o si se ha de continuar con el ciclo completo en forma controlada y planificada lo cual es más efectivo y reduce los costos de operación. Además permitirá efectuar los ajustes necesarios a la programación.

El siguiente punto del ciclo es el proceso de comunicación con los demás departamentos o áreas para asegurarse que las acciones que se van a tomar sean correctamente coordinadas y entendidas. Por lo general esto significa que el área de campo o de Producción debe ser consultada y llegar a un acuerdo no programado o para modificar el programa según las circunstancias. Quizás éste se el punto más difícil de llevar a cabo.

El siguiente paso es establecer objetivos para la realización del mantenimiento y para identificar las alternativas que se presentan como: quién lo hará?, quién controlará?, cómo y dónde se hará?, y para la coordinación de los elementos involucrados como, personal, , espacio, suministros diversos, herramientas y literatura. Para lograr lo anterior es necesario elaborar un programa patrón.

### **1.2.2.- LA ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL**

Esto es necesario para el control del ciclo de mantenimiento. La organización se verá en base a las funciones y no a la estructura misma de los puestos (organigrama) ya que una sola persona podría realizar varias funciones.

El capataz o Supervisor o jefe de taller asigna el trabajo y para que sea eficiente debe dedicar por lo menos el 80% de su tiempo a tareas de supervisión, encargándose de la disponibilidad de literatura, herramientas, etc.

Otra función administrativa del mantenimiento es el Control de Calidad cuya labor debe ser efectuada por personal ajeno al trabajo realizado, mediante inspecciones y evaluaciones cuyos resultados deben ser informados a la Gerencia de mantenimiento si la hubiera o al jefe inmediato.

Luego con la máquina operativa se deben efectuar inspecciones y evaluaciones periódicas analizando los resultados para determinar si es necesaria una reparación de emergencia o planificar su mantenimiento.

Se Establece los períodos para efectuar el mantenimiento mediante programas maestros y se debe coordinar con los supervisores y administrador de equipos, abre las órdenes de trabajo y lleva los historiales de las máquinas. Esta labor es realizada eficientemente con programas en computadoras.

La Gerencia de mantenimiento o quien haga las veces decide el uso más efectivo del equipo disponible, encargándose del funcionamiento correcto de la organización y debe tener cualidades para dirigir.

La labor de Entrenamiento o capacitación es cada vez más importante y se encarga de mantener actualizado al personal de taller y campo. También tiene a su cargo la literatura de instrucción.

Los datos y registros proporcionan los reportes del rendimiento de la organización completa y ayuda con el control de inventarios, esta función se puede unificar con la labor de planeamiento que:

- Recopila datos
- Prepara informes
- Controla inventarios

Finalmente se debe comunicar el trabajo efectuado en la máquina, a la gerencia de mantenimiento o departamento de Producción, al Coordinador de Mantenimiento y se debe agregar la orden de trabajo con los vistos buenos correspondientes, al historial de la máquina junto con los costos involucrados.

Efectuar el ciclo completo de mantenimiento requiere de una mayor labor administrativa, pero sus ventajas son numerosas:

- Ahorro de mano de obra (se reducen las reparaciones imprevistas)
- Reparaciones eficientes y económicas (se reduce tiempo).
- Aumento de la disponibilidad operativa de la máquina.
- Mejores registros.
- Control de costos.

### **1.2.3.- FLUJO DE DOCUMENTOS Y REGISTROS.- SISTEMAS DE CONTROL**

Debe contener toda la información que será usada por todos los niveles de la Gerencia de mantenimiento. La información debe ser precisa, disponible en forma inmediata y presentada en forma entendible. Además deberá distribuirse en forma apropiada. Antes que la información sea archivada, se debe definir y entender su uso y distribución.

El sistema de documentos y registros consta de:

La información de partida, actualización de la información y salida que ayudará a la administración del mantenimiento.

La información de partida usualmente son los reportes de la inspección de entrega de la máquina, la cual además debe incluir los números de serie o identificación precisa del equipo. Se debe incluir el tiempo proyectado de uso diario del equipo y la severidad del ciclo de trabajo para que ayude a la programación del mantenimiento. Recordar, que si varía la aplicación de la máquina y la severidad de su uso, se debe cambiar el período de mantenimiento.

Es necesario la actualización y verificación del cumplimiento de los planes de conservación programados, como inspecciones, horas de operación, lubricación y la orden de trabajo.

La información de salida es muy importante y ayudará a la gerencia de mantenimiento u operación a planificar la utilización del equipo, programar reparaciones y tomar acciones correctivas para disminuir el tiempo de parada. Esta información puede ser de actividades (indican el cumplimiento del mantenimiento), condición de la máquina, localización y actividades de la máquina (debe estar trabajando el mayor tiempo posible), duración de los componentes, reemplazo de componentes, planificación de repuestos, costos involucrados, disponibilidad de la máquina y/o rendimiento del taller.

### **1.2.4 REGISTROS DE MANTENIMIENTO**

Los registros son elemento clave de todo buen programa de mantenimiento. Con registros precisos, que pueden ser perfeccionados en coordinación con el distribuidor de maquinaria que usamos, puede ayudarnos a perfeccionar intervalos recomendados de mantenimiento que se ajusten a una situación específica. Como resultado, los costos de operación serán menores.

Los elementos clave para conservar registros precisos son:

#### **Galones de combustible utilizados**

Esta información es esencial para determinar cuándo se deben inspeccionar o reparar componentes bajo carga, y para determinar también los intervalos de reconstrucción.

#### **Horas de Servicio**

Esta información es esencial para determinar cuándo se deben inspeccionar o reparar componentes como elementos giratorios.

## Documentos

Con el propósito de establecer el período de garantía, se deben conservar en el archivo del motor los siguientes documentos como prueba de mantenimiento y reparaciones. Todos los documentos deben incluir la fecha, las horas del medidor de servicio, los galones de combustible utilizados, el número de la unidad y el número de serie del motor. Si se vende el motor, entregue los registros con el motor.

1. Ordenes de trabajo de reparaciones hechas por el distribuidor y las facturas detalladas.
2. Pedidos de reparaciones del propietario.
3. Facturas o recibos del propietario
4. Registro del propietario (ver formato en el anexo).

## Opciones de reparación

Si bien las reparaciones no son parte del mantenimiento, pero si se ha detectado en el trabajo de mantenimiento y deben realizarse, éstos deben hacerse con piezas nuevas - Las piezas de las máquinas legítimas son constantemente probadas y modificadas para incorporar los últimos cambios. El distribuidor de maquinaria nos puede proveer o en algunos casos reconstruir las piezas necesarias para reparar un motor. Lo que nos beneficiará con repuestos de larga vida útil a precios módicos.

Si es necesario se debe intercambiar componentes de motor desgastados, por componentes de calidad reconstruidos por el fabricante de la marca de tractor que viene usando o por el distribuidor de la misma, los cuales se pueden adquirir en el momento que se les necesita si las piezas están disponibles y nos ahorrarán tiempo y dinero.

Existen componentes reconstruidos en Fábrica donde se utilizan las técnicas y procesos más avanzados de reconstrucción para restaurar los componentes esenciales teniendo en cuenta las especificaciones originales. La siguiente es un ejemplo de una lista actual de componentes reconstruidos que ofrece una marca conocida para una gran variedad de motores.

- Monobloques
- Juego de cilindros (pistón, biela, pasador de pistón y camisa de cilindro).
- Culata de cilindro (sin ensamblar)
- Culata de cilindro (armada)
- Cigüeñal (bajo medida)
- Cigüeñal (remanufacturado)
- Turbo cargador completo
- Compartimiento de turbo cargador
- Bomba de agua
- Bomba de aceite
- Bielas
- Inyectores de combustible/boquillas
- Juegos de afinamiento
- Control de relación del combustible
- Alternador
- Motor de arranque eléctrico.

Generalmente, los Componentes reconstruidos por Empresas de prestigio otorgan la misma garantía que la de una pieza nueva.

## 1.3 AVERÍAS,

son las roturas de elementos y anomalías que se producen en las máquinas ocasionando un funcionamiento deficiente o su total inoperatividad. Las averías se pueden presentar en dos formas: imprevistas y previstas.

**Averías Imprevistas**, son aquellas que se producen inesperadamente y sin una sintomatología previa. Son casi imposibles de evitar y suelen tener su origen en un defecto de diseño, en un material inadecuado o en una operación deficiente.

**Averías Previstas**, se dice que las averías son previstas cuando el síntoma ha sido detectado y se sabe que de no realizar la correspondiente reparación se producirá la avería. En este grupo están comprendidas las averías que pueden producirse por el desgaste normal de ciertos componentes de vida limitada.

Un correcto mantenimiento puede controlar las segundas y minimizar las primeras.

#### 1.4 CLASES DE MANTENIMIENTO

En general el mantenimiento de máquinas puede ser de cuatro clases:

- Mantenimiento por averías
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo

##### a) Mantenimiento por avería

Consiste en dejar operar la máquina hasta que se produce la avería que le impide funcionar normalmente, procediendo en ese momento a su reparación.

Las averías producidas en estas condiciones suelen ser graves y costosas.

##### b) Mantenimiento Preventivo

Consiste en llevar un programa de revisión periódica de las máquinas de una planta o pool, la cual puede ser parcial o total.

Minimiza el número de averías imprevistas, pudiéndose en algunos casos llegar a eliminarlas totalmente.

La vida de las máquinas se alarga considerablemente.

Con el mantenimiento preventivo se puede lograr:

- (i) Disminuir las fallas
- (ii) Menor costo de operación
- (iii) Mantener operativa la máquina.

##### c) Mantenimiento Predictivo

Consiste en aplicar medios de detección precoz de anomalías, que le pueden ocurrir a las máquinas, con la finalidad de programar una parada de las mismas, sobre la base de la información técnica recabada.

La intervención sobre las máquinas no depende ya de los períodos de tiempo establecidos, sino de las condiciones mecánicas de los equipos.

La efectividad del mantenimiento predictivo depende de que de disponga de instrumentos adecuados, los que servirán para valorar los parámetros a controlar.

##### d) Mantenimiento correctivo

En realidad es un complemento de los tipos anteriores; consiste en corregir, modificando o cambiando, los componentes o sistemas de una máquina que no sean correctos.

Esto se determinará bien sea por apreciación directa de cualquier defecto, por propia experiencia o por las averías repetitivas que se produzcan.

Es típico en la mayoría de usuarios no sujetarse a las recomendaciones dadas por el fabricante, sino tomar en cuenta la "experiencia" del vecino o de lo que se hacía con la máquina anterior, con el consiguiente deterioro o aceleración de alguna falla o avería, lo cual repercutirá en los costos operativos.

Es conveniente invertir una hora para darle el mantenimiento preventivo a una máquina, antes de salir al campo o después de la culminación de la jornada, esta práctica nos permitirá obtener un buen rendimiento de la misma.

Los intervalos o frecuencias para realizar el mantenimiento preventivo de las máquinas debe ser en general el recomendado por la ASAE (American Society of Agriculture Engineers, Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas), el cual fija períodos regulares, tales como después de las 5, 10, 50, 100, 250, 500 y 1000 horas de funcionamiento, pero esto va depender del tipo de máquina y de las condiciones de trabajo, pero primordialmente debe tenerse en cuenta el manual del operador para las indicaciones específicas.

Por otro lado para realizar nuestro plan de mantenimiento es importante conocer la estructura básica del tractor, porque para cada uno de ellos se programará el tipo de mantenimiento y el periodo correspondiente. Así en el esquema de la fig.1.1 se puede observar la estructura básica de un tractor de ruedas.

**ESTRUCTURA DE UN TRACTOR**

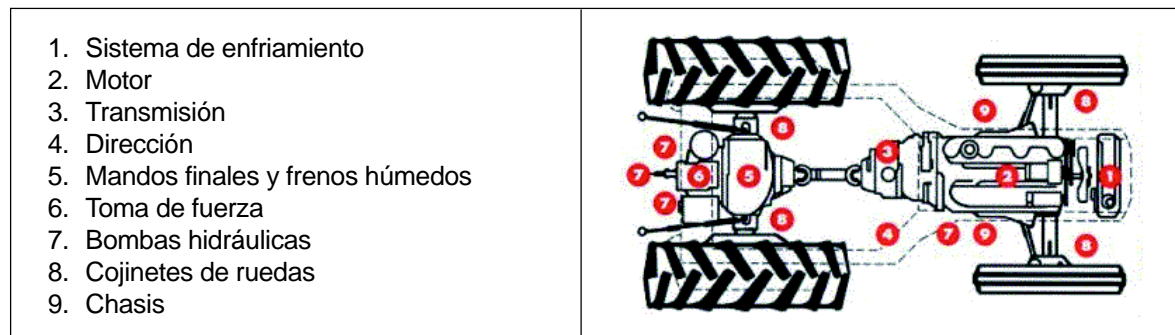


Fig. 1.1 Estructura básica de un tractor, mostrando las partes básicas del mismo (Shell del Perú)

Así mismo, cuando se va operar con tractores de ruedas es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

**1.5. VERIFICACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA**

- a) Verificar si está abierta la llave de paso del combustible.
- b) Chequear el nivel de aceite en el cárter del motor.  
 Cuando los motores tienen radiador para el enfriamiento del aceite, se recomienda antes de medir el nivel del aceite, poner en marcha el motor, pararlo, esperar 5 minutos y luego medir el nivel del aceite, (los radiadores por donde circula el aceite, se pueden descargar durante la noche, aumentando el nivel en el cárter)
- c) Controlar la tensión de las correas o fajas.  
 Esto se realiza entre la polea del ventilador y la polea del generador.
- d) Verificar la presión de los neumáticos o ruedas.  
 Normalmente la presión en trabajo es 16 lb/pulg<sup>2</sup> y para el transporte 30 lb/pulg<sup>2</sup>.
- e) Controlar el funcionamiento de los indicadores luminosos del panel de instrumentos en el tablero que pueden tener los siguientes indicadores (fig.1.2)

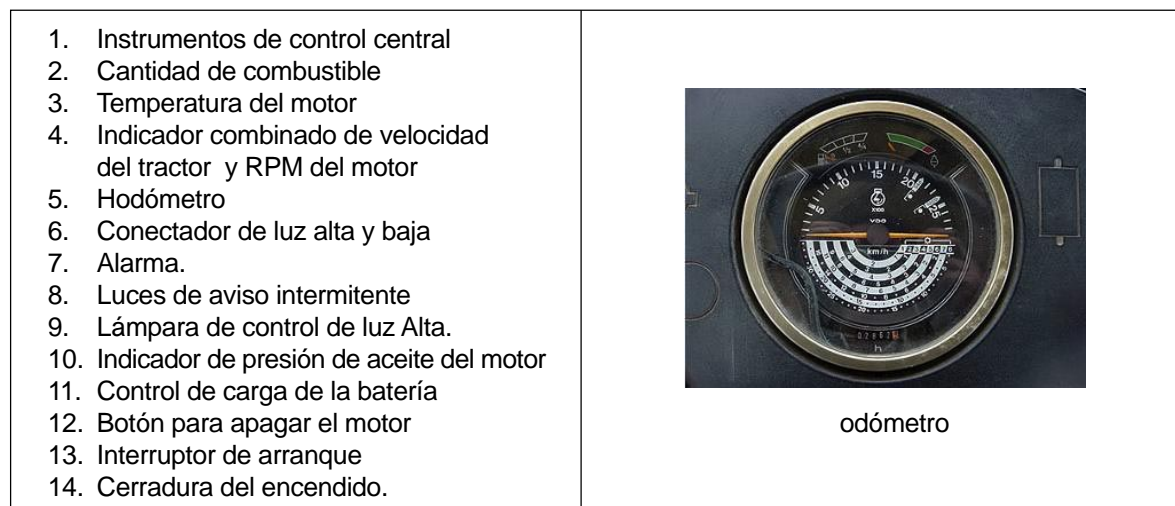


Fig. 1,2 Tablero de instrumentos del tractor, mostrando los indicadores, que todo operador debe conocer (foto Fredy Cáceres)

- f) Medir el nivel de aceite del sistema hidráulico
- g) Controlar el separador de agua del filtro primario del combustible (si lo tiene).
- h) Revisar la máquina para detectar daños o fallas potenciales antes de ponerlo en marcha.
- i) Hacer funcionar el motor hasta que esté caliente antes de ponerlo bajo carga.

#### **1.6. COMO PONER EN MARCHA EL MOTOR**

- a) Verificar que la palanca de cambios esté en la posición de neutro o de punto Muerto.
- b) Colocar el acelerador de mano en la mitad de su recorrido.
- c) Accionar la llave o interruptor de arranque.
- d) Una vez que el motor arrancó normalmente, podemos reducir las revoluciones del mismo hasta que alcance la temperatura de funcionamiento o esté caliente. Controlar que el indicador de la presión de aceite marque la presión adecuada y si la luz de carga del alternador se apaga.
- e) Si la luz indicadora de la presión de aceite se queda encendida detener de inmediato la marcha del motor y hacer la revisión correspondiente o en todo caso hacer que sea revisado por personal especializado.
- g) En caso de que no arranque el motor, es conveniente no repetir de inmediato la operación de arranque, lo correcto es esperar uno o dos minutos para insistir de nuevo; así se le da tiempo a la batería para que reaccione y tome su carga nuevamente. Con esta simple precaución, la batería nos permitirá intentar varios arranques manteniendo su carga.

#### **1.7. COMO PARAR EL MOTOR CORRECTAMENTE**

Un motor sometido a trabajo continuo nunca debe ser detenido de golpe, porque si cortamos el enfriamiento bruscamente, esto provocará un brusco aumento de la temperatura interna del motor, ocasionando una serie de perturbaciones, muy especialmente en las válvulas de escape.

La forma correcta es bajar el acelerador hasta la mitad de su recorrido, dejarlo en esta posición uno o dos minutos, bajar el acelerador hasta el mínimo y cuando el motor se estabilice, luego de un par de minutos recién se debe detener el funcionamiento del mismo.

No soltar la perilla de corte de inyección de combustible, en motores diesel, hasta que no esté detenido totalmente el motor, si se suelta éste justo en el momento que se detiene el motor, la compresión que se esta produciendo en alguno de los cilindros, puede hacer arrancar nuevamente el motor en sentido inverso.

## CAPITULO 2

# Mantenimiento del sistema de alimentación de aire

### 2.1. EL FILTRO DE AIRE

#### 2.1.1 IMPORTANCIA DEL FILTRO DE AIRE

El filtro de aire en un motor, es uno de los elementos indispensables para la vida útil del mismo, es conocido por todos, que el peor enemigo que tienen los motores es la tierra que contamina el aire que aspira el motor; esa contaminación se ve aumentada en suelos secos y con vientos, muy especialmente cuando se está trabajando en labores de aradura, rastreando o sembrando y en movimiento de tierras.

Muchas veces veremos que el tractor está envuelto en una nube de polvo. De ese ambiente polvoriento el motor tiene que aspirar el aire para funcionar, por lo cual esa tierra tiene que ser detenida por el filtro de aire.



*Fig. 2.1 Elementos filtrantes del filtro de aire, primario y secundario Respectivamente (foto por Fredy Cáceres)*

Si la tierra que contamina el aire no es detenida por el filtro, ésta llegará al interior de los cilindros contaminando la película de aceite que lubrica el deslizamiento del pistón, provocando un rápido desgaste de los anillos y pared de los cilindros.

Lo anterior puede dar inicio al consumo de aceite; además debe tenerse en cuenta que por cada litro de combustible se necesita aproximadamente 20,000 litros de aire para una buena combustión en los motores diesel.

## 2.2. FILTRO DE AIRE EN BAÑO DE ACEITE

Recordemos que este tipo de filtro esta compuesto básicamente por las siguientes partes: (ver figura)

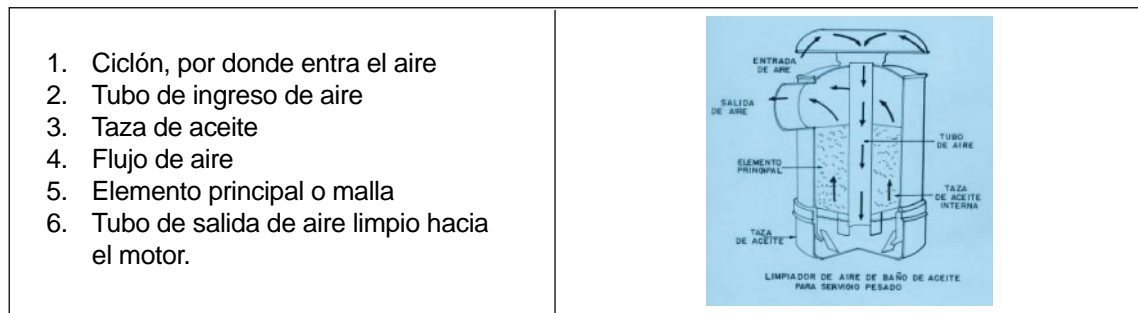


Fig. 2.2 Esquema simplificado de las partes de un filtro de aire en baño de aceite de un tractor de ruedas (John Deere)

El pre-separador ciclónico que es el encargado de retener las partículas más pesadas de tierra (no más del 10 %) que contaminan el aire, puede tener adicionalmente un vasito de plástico donde se deposita parte de la tierra y el resto debe ser retenido en el tazón con aceite y en las mallas filtrantes o elemento filtrante.

La velocidad de entrada del aire se estima que es entre 80 a 100 Km./HR., levanta pequeñas gotas de aceite que humedecen las mallas de los elementos filtrantes.

### 2.2.1 SISTEMA PARA DETERMINAR EL MOMENTO EN EL CUAL SE DEBE LIMPIAR EL FILTRO DE AIRE EN BAÑO DE ACEITE.

Para determinar prácticamente la frecuencia del cambio de aceite y limpieza del elemento filtrante removible, se aconseja efectuar un ensayo que servirá solamente para cada campo en particular:

Con el filtro de aire perfectamente limpio trabajaremos una jornada entera y recién al otro día, antes de salir a trabajar observaremos que cantidad de tierra o barro, se encuentra en el fondo del tazón de aceite.

Si encontramos aproximadamente 1 cm. de barro, aún cuando el aceite tenga aspecto de limpio, deberemos cambiarlo y limpiar con petróleo la malla removible y el tazón. Si no encontramos esa cantidad, se seguirá trabajando hasta conseguir la acumulación de tierra indicada.

Una vez logrado, se observará que cantidad de tierra se ha depositado en el vasito de plástico, y se le hará una marca con pintura a la altura del nivel encontrado.

En el futuro, cuando la tierra en el vasito de plástico se aproxime a la marca determinada experimentalmente, nos indicará la conveniencia de limpiar todo el sistema. (Esta calibración experimental sólo servirá para nuestro terreno o zona de trabajo).

El aceite debe ser de la misma calidad y número (grado) que el utilizado en el motor del tractor, respetándose el nivel marcado en el tazón.

Por lo menos dos a tres veces por año se deben desarmar el filtro y lavar con petróleo la malla filtrante fija que se encuentra en su interior. NO USAR GASOLINA U OTRO LÍQUIDO INFLAMABLE.

Para limpiar, escobillar el tubo central con un paño empapado en combustible diesel. Si el elemento del filtro está sucio, lavarlo con combustible diesel o con un solvente, desarmar todas las partes y secarlas; luego volverlas a armar el conjunto.

Cuando no se realiza el mantenimiento de acuerdo a lo programado, podemos encontrarnos con situaciones como la mostrada en las siguientes fotos:



Fig. 2.3 Taza de aceite de un filtro húmedo:  
 (a) Lodo acumulado en el tazón; (b) Consistencia del lodo acumulado  
 (Foto Fredy Cáceres)

Sin embargo en tales situaciones se debe realizar el mantenimiento respectivo siguiendo los siguientes pasos:

- Retirar el baño de aceite o tazón
- Botar el aceite usado y sucio.
- Lavar el tazón con petróleo limpio
- Limpiar el tubo de ingreso de aire
- Limpiar el ciclón y
- Lavar la malla fina del cuerpo del filtro.
- Reponer aceite nuevo, del mismo grado del aceite de motor, hasta la marca indicada en el tazón.
- Reinstalar el conjunto, ajustando bien la abrazadera de sujeción.



Fig. 2.4. Limpieza del tazón del filtro en baño de aceite o húmedo.  
 La limpieza se realiza con paño y petróleo (foto Fredy Cáceres)

### 2.3 Filtro de aire seco

Estos filtros trabajan eficientemente en zonas polvorientas y el recorrido del aire con las partículas de polvo y las partes importantes son las siguientes:

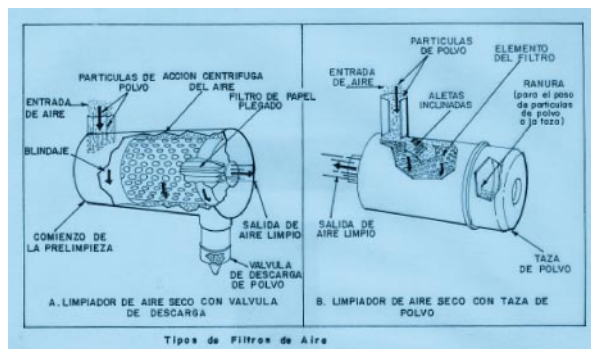


Fig. 2.5 Tipos de filtros de aire seco y sus partes (Jhon Deere)

Este filtro debe ser limpiado cuando la luz del testigo o sensor en el tablero (si lo tiene) quede encendida.

Parar el motor, desmontar el cartucho filtrante, limpiar el interior del filtro con un trapo. De ninguna manera se limpiará con aire. El filtro secundario no se limpia, se cambia cada 2.000 horas de uso (chequear el manual del operador).



Fig. 2.6. Desmontaje del filtro seco;  
(a) Filtro primario y taza de polvo; (b) Filtro primario con aletas y vista del filtro secundario (foto F. Cáceres)

El cartucho primario del filtro de aire se puede golpear suavemente con la palma de la mano para desprender las partículas grandes de suciedad; para una mejor limpieza, se puede emplear aire comprimido, es conveniente soplear el elemento en forma oblicua y de adentro hacia afuera, con una presión que no debe ser mayor de dos atmósferas.



Fig. 2.7 Limpieza del elemento primario del filtro de aire.  
(a) retiro del polvo golpeando en la palma de la mano; (b) Lavado y soplado del elemento filtrante primario.

Una vez que se haya limpiado, es conveniente revisarlo, observando que no esté deteriorado, utilizando una lámpara portátil se introduce la misma dentro del cartucho, revisándose si hay una filtración de luz que nos indique que el filtro está roto.

En algunos casos se puede lavar el filtro primario con agua limpia después de sacarle el polvo con el método anterior, y luego dejarlo secar completamente; pero esto puede retrasar el montaje de no contar-se con otro cartucho de reemplazo.

Revisar las uniones de jebes del filtro al múltiple de admisión.

#### 2.4. MOTORES SOBREALIMENTADOS.

Los Motores sobrealimentados, son aquellos que utilizan un dispositivo llamado turbo cargador o sobrealimentador o supercargador, diseñado de tal manera que se aprovecha la presión de salida de los gases del escape para hacer ingresar aire a presión a los cilindros, el esquema simplificado es el siguiente:

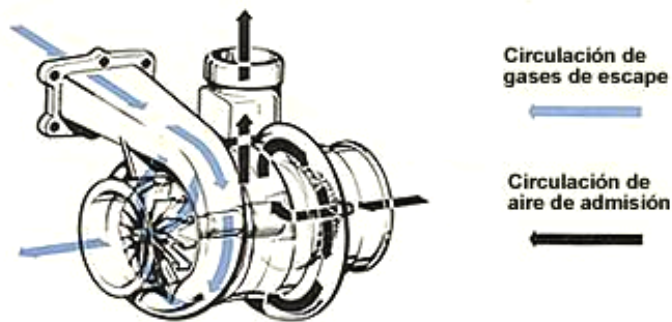


Fig. 2.8 Esquema básico del turbo cargador, mostrando la línea de salida de los Gases del escape e ingreso forzado de aire limpio a cada cilindro (Cummins)

1. Turbina, accionado por los gases
2. Compresor (turbo)
3. Salida de gases del escape
4. Ingreso de aire aspirado

Para evitar el desgaste prematuro de partes vitales del sobrealimentador, se deben observar estrictamente las indicaciones sobre el control y mantenimiento que se detallan a continuación:

- a) Emplear en la lubricación del motor exclusivamente aceite de alta calidad y cambiarlo dentro de las horas indicadas.
- b) Bajo ningún concepto se debe aumentar la potencia del motor fijado en la fábrica. Cualquier aumento del caudal de inyección, tiene graves consecuencias para el motor y el sobrealimentador, debido al elevado incremento de la temperatura que acompaña esta acción.
- c) Se recomienda un control periódico de los conductos de admisión y escape. En caso de observarse fisuras o fugas en dichos conductos, repararlos o reemplazarlos de inmediato.
- d) Es indispensable limpiar el filtro de aire cuando los controles así lo indiquen. Cuando el motor trabaja en un ambiente muy cargado de polvo, puede ser necesario una limpieza más frecuente del rotor compresor del sobrealimentador (turbo).
- e) Los conductos de lubricación hacia y desde el turbo deben ser controlados periódicamente (cada vez que se cambia el aceite). Todas las tuberías que presenten deformaciones o rajaduras deben ser reemplazados.
- f) Cada 1500 horas se recomienda hacer controlar el juego axial y radial del conjunto rotor, este control permite comprobar a tiempo un eventual desgaste de los bujes y evitar así serios daños en los rotores.

**Precaución** cuando se cambia el aceite del motor NO se debe dar arranque para sacar todo el aceite del circuito.

- g) *Antes de operar el motor a plena carga y antes de detener su marcha, dejarlo funcionar durante 5 - 10 minutos a marcha lenta.*

# CAPITULO 3

## Mantenimiento del sistema de combustible

### 3.1 EL COMBUSTIBLE

El combustible utilizado en el motor Diesel es el petróleo refinado, que desde su destilación viene limpio, pero en el manipuleo este combustible puede ensuciarse o contaminarse.

### 3.2 SELECCIÓN DEL COMBUSTIBLE

Los factores mas importantes a tenerse en cuenta en la selección del combustible para motores Diesel o petroleros son, el tipo de combustible, el grado y los contaminantes.

#### 3.2.1 EL TIPO DEL COMBUSTIBLE

En nuestro medio se conocen tres tipos, el Diesel N°1, el Diesel N°2 y el ultra fuel

El Diesel N°1, es recomendado para zonas muy frías, porque mantiene su fluidez y facilita el arranque de los tractores o motores.

El diesel N°2, es mas pesado que el N°1 y genera mayor energía, lo que es deseable en los motores para trabajos pesados, siendo su uso masivo en todos los motores diesel en las diferentes actividades. Tiene una viscosidad mayor que lubrica mejor a los inyectores.

El Ultra fuel (desarrollado por la Cia. Shell del Perú) combustible formulado con aditivos de tecnología Shell para ser empleado en todo tipo de motor diesel de camiones de transporte pesado, de pasajeros o vehículos livianos en general, equipos de minería y construcción, equipos agrícolas, plantas de fuerza, embarcaciones, etc.

Ver comparación de beneficios de éstos combustibles en el cuadro N°... del anexo.

#### 3.2.2 EL GRADO CETANO:

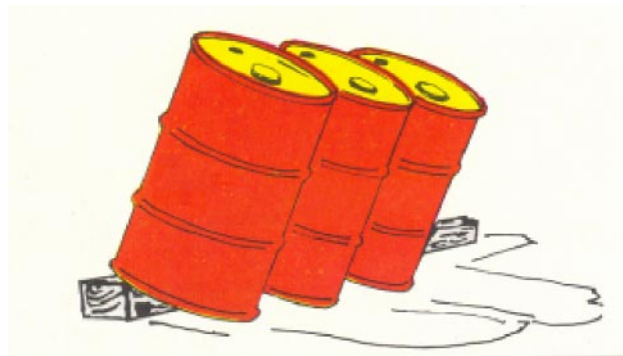
Es una medida de la calidad de auto-encendido y quemado del petróleo. La mayoría de los motores Diesel están diseñados para trabajar con un grado de cetano, de aproximadamente 50. El usuario no tiene influencia sobre esto.

#### 3.2.3 LOS CONTAMINANTES: AZUFRE, AGUA Y TIERRA

- Azufre, esta siempre presente en los diferentes tipos de petróleos, pero los fabricantes de motores diesel han estipulado mayormente un contenido máximo por peso de 0.5% para el D-1 y 1% para el D-2. En un motor, el azufre quemado combina con el agua para formar ácidos, que puede causar un desgaste prematuro fuerte. También puede contribuir en la formación de depósitos en los pistones, anillos y válvulas, los mismos que pueden ser neutralizados por tipo de aceite seleccionado.

- **Contaminación por agua**

Puede causar daños serios al sistema de inyección, como causar oxidación, interferir en la lubricación adecuada de los inyectores. El agua tiene un peso específico similar al petróleo y por eso lleva tiempo su decantación en el fondo de un tanque. Por esta razón conviene dejar el petróleo recién llegado al campo, en un cilindro o tanque por 24 horas quieto para que el agua y las partículas de suciedad puedan decantarse en el fondo. Es común ver como se almacena combustible en cilindros, cuando los surtidores o grifos se encuentran muy alejados de la zona de trabajo, sin tomar las mínimas precauciones para que no se contamine con agua. Lo ideal sería que a estos cilindros se les diera una inclinación para que en caso de lluvia (en zonas lluviosas) el agua se derrame de la tapa sin llegar a los tapones.



3.1 Almacenamiento de combustible al medio ambiente, obsérvese la inclinación para evitar(Shell)

No solamente por lluvia encontramos agua en los depósitos de combustible, sino hay que tener en cuenta que si los mismos no están llenos tienen una cámara de aire, el aire contiene humedad y cuando la temperatura baja el depósito se enfría condensando la humedad, la que cae en forma de gotas en el combustible. Conviene depositar los tanques o cilindros bajo techo para reducir la formación de agua de condensación.

Este fenómeno se produce también en los depósitos o tanque de combustible de los tractores cuando no tenemos la precaución de llenarlos por la noche para eliminar esa cámara de aire. Cuando se almacena petróleo solamente con cilindros, es muy importante que no sean movidos antes ni durante el proceso de sacar el petróleo, de lo contrario se mezclará nuevamente con el agua y la suciedad decantada el petróleo.

Cuando se utiliza una manguera o un tubo suelto para extraer el petróleo por el principio del sifón, también existe el mismo problema porque la manguera remueve y mezcla lo decantado con el petróleo.

- **Contaminación por tierra o suciedad**

Algunas de las partículas de suciedad puede venir con el petróleo, pero la mayoría viene normalmente de un manipuleo y almacenamiento inadecuados en el taller o campo, tales como:

- a) Utilización de un recipiente abierto, como latas, baldes, etc. Para transferir el petróleo del cilindro al tanque del tractor.
- b) Utilización de tanques galvanizados para almacenar el petróleo, el mismo que reacciona químicamente con el petróleo formando partículas polvorientas, que obstruyen los filtros.

- c) Utilización de tanques o cilindros donde antes depositaron gasolina, donde pequeñas partículas de óxido y suciedad que se separaron de la gasolina acumulada en el fondo se mezclan con el petróleo.
- d) Utilización de mangueras o tubos de succión sueltos, que van a mezclar el agua y la suciedad del fondo del tanque o cilindro.
- e) Olvidarse de limpiar regularmente o drenar el tanque o cilindro antes de llenarlo con el petróleo, esto puede permitir que los sedimentos aumenten, se mezclen con el petróleo y recarga luego con suciedad los filtros de los tractores.  
Conviene que los cilindros estén equipados con un grifo de descarga en la parte mas baja para facilitar el drenaje de sedimentos y la limpieza regular. Es conveniente tener un filtro con un vaso de sedimentación a la salida del combustible en tanques elevados donde el petróleo se descarga por gravedad.

### 3.3 FORMA CORRECTA DE ALMACENAR COMBUSTIBLE

Para el almacenaje y manipuleo del combustible, como el petróleo, se debe tener en cuenta las reglamentaciones locales dadas por las Leyes sobre hidrocarburos y normas correspondientes.

Para el manipuleo y almacenaje se debe considerar básicamente los siguientes puntos:

- Protección de la calidad del combustible
- Seguridad
- Conveniencia y costo.

La mejor forma es almacenarlos en depósitos subterráneos bajo una capa de tierra de por lo menos un metro de espesor. Deberán tener su correspondiente tapa de inspección para poder limpiarlo periódicamente. Pero no siempre se puede disponer de un depósito de esta naturaleza, generalmente se cuentan con cilindros de 208 litros (55 galones), en estos casos debemos almacenarlos a la sombra.

Una adecuada evaluación técnica y económica nos permitirá optar por cualesquiera de los tipos de almacenamiento:

Tanque subterráneo:

- La evaporación no es un problema serio
- Hay poca formación de agua de condensación
- La tendencia de formación de goma es retardada
- Hay poco peligro de incendio, de modo que puede ser instalado cerca de las edificaciones.
- Al estar el tanque bajo tierra no constituye obstáculo alguno ni desorden.
- Costo elevado, su instalación dependerá del tamaño de la flota de unidades en el pool de máquinas.

Tanque sobre la superficie:

- Costo de adquisición es menor que el anterior.
- Fácilmente puede ser trasladado de un lugar a otro.
- Debe ser instalado por lo menos a 12 metros de distancia mínima de las edificaciones.
- Para evitar mayor condensación de agua dentro del mismo, se recomienda instalarlo bajo techo.

En el tractor se colocan elementos que se encargan de que el combustible llegue limpio a las partes vitales del sistema de inyección del motor.

En el circuito de combustible nos encontramos con un filtro y trampa de agua, luego un conjunto de doble filtro que deben ser cambiados como máximo cada tres cambios de aceite del motor.

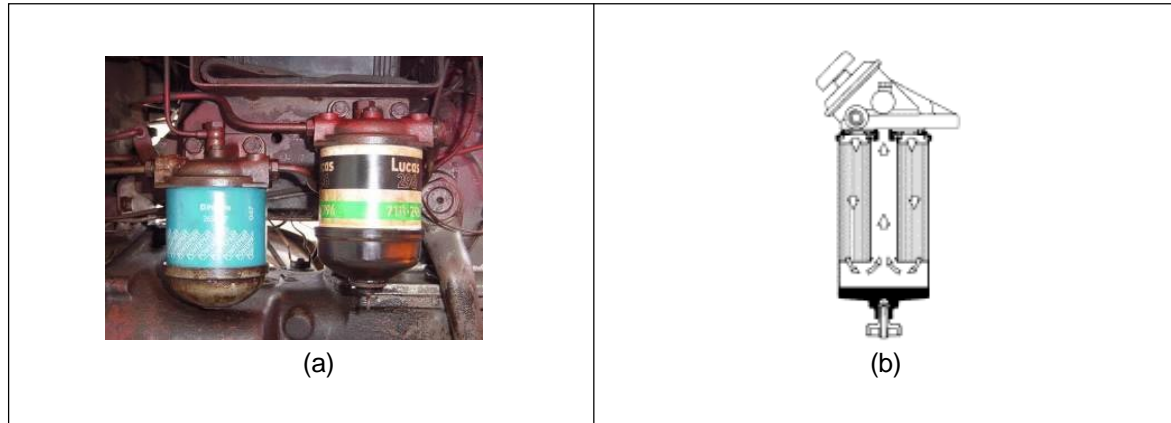


Fig. 3.2 (a) Filtro de combustible y trampa de agua en un tractor (foto F. Cáceres)  
 (b) Esquema de una batería de filtro de combustible diesel (Jhon Deere)

Siguiendo estas indicaciones se prolongan la vida útil del sistema de inyección, fundamentalmente de la bomba de inyección, que puede ser dañada por agua o por partículas muy finas de tierra que desgastan los elementos sumamente delicados que la componen.

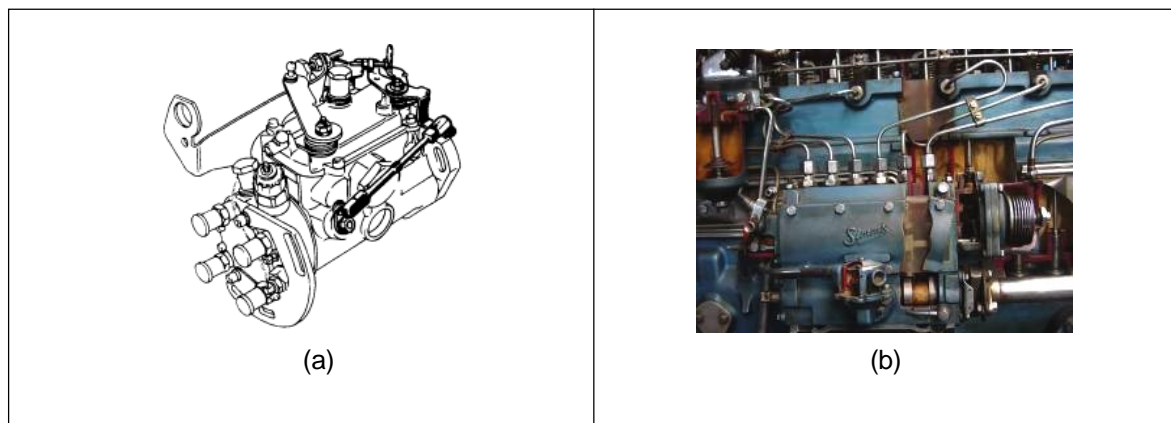


Fig. 3.3 (a) Esquema de la bomba de inyección (b) corte de una bomba de inyección mostrando sus partes internas (Foto F. Cáceres)

Recordar que el petróleo actúa como “lubricante” del sistema de inyección.

Cada vez que se reemplacen los filtros, deberá purgarse cuidadosamente éstos.

Para tal efecto se aflojarán los tornillos de purga (Uno por vez) y con la bomba de alimentación o cebado se accionará suavemente hasta que dejen de salir burbujas, muy visibles por los respectivos tornillos de purga.

### 3.4 REVISIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

- a) Revisar periódicamente, la línea de combustible, desde el tanque, las cañerías, filtros, bomba de inyección, toberas e inyectores, para detectar fugas de petróleo.
- b) Cuando se detecta un funcionamiento anormal del motor y se observe gran cantidad de humo negro por el tubo de escape, se puede realizar las siguientes pruebas:
  - Comprobación de la presión de inyección y pulverización del inyector y tobera, el mismo que se podrá realizar con probadores, como el mostrado en la fig.3.4

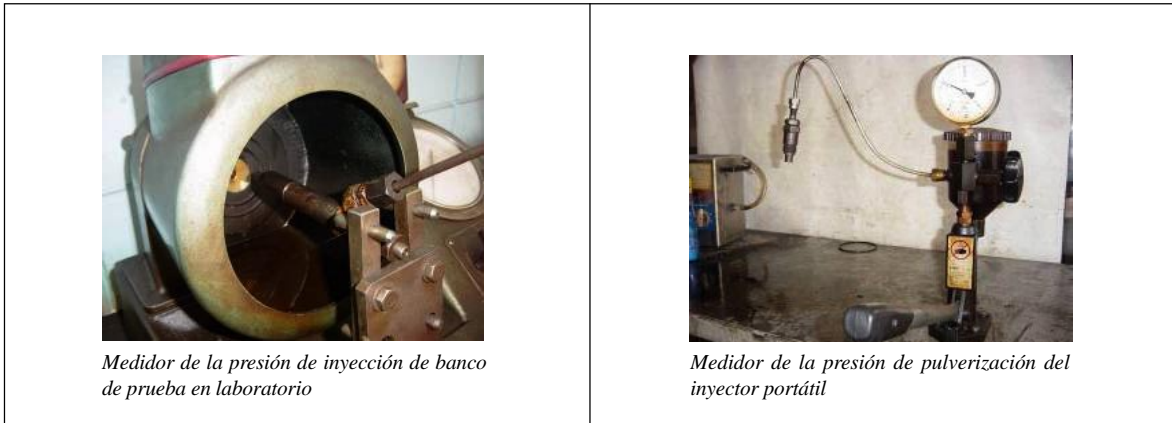


Fig. 3.4 Medidores de presión de inyección para inyectores (Foto F. Cáceres)

- Revisar los orificios de pulverización de combustible del inyector, que típicamente mide 0.0254 Mm. de diámetro, que pueden obstruirse con partículas pequeñas de sedimentación o suciedad.
- Los conductos internos del inyector y tobera podrían estar obstruidos con sedimento o suciedad, para eliminar el mismo se debe desarmar el cuerpo del inyector y colocar los mismos en una tina de limpieza por ultrasonido Fig. 3.5.



Fig. 3.5 Tina de limpieza por ultrasonido (foto F. Cáceres)

- Si los problemas son mayores, se debe llevar la bomba de inyección a un laboratorio de pruebas de bombas de inyección para su chequeo, ajuste y/o calibración.



Fig. 3.6 Banco de pruebas de bomba de inyección (foto F. Cáceres)

- Revisar el filtro de aire y los conductos respectivos, porque el elemento filtrante puede estar muy sucio y obstruido el, dificultando el ingreso del aire y por consiguiente una mezcla muy pobre en el cilindro.

## CAPITULO 4

# Mantenimiento del sistema de lubricación

### 4.1 IMPORTANCIA DE LA LUBRICACIÓN

En todas las maquinas y equipos que utilizan mecanismos para la transformación de la energía producida por motores de combustión interna en energía mecánica, aprovechable, debe contar con un estricto plan de lubricación, lo que asegurará un adecuado funcionamiento de las máquinas y rendimiento óptimo, disminuyendo las paradas improductivas.

Recordaremos las partes esenciales del sistema de lubricación con el esquema mostrado en la Fig. 4.1

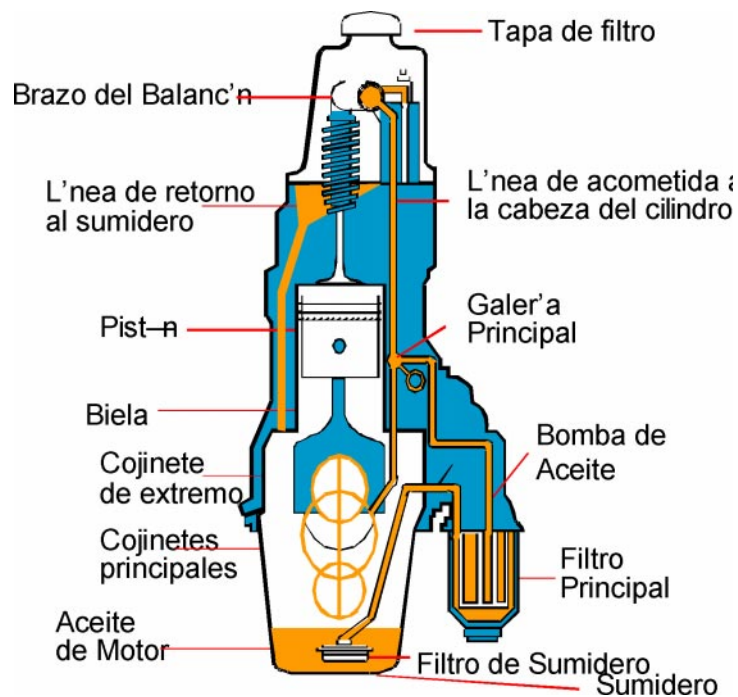


Fig. 4.1 Esquema sistema de lubricación (Shell).

## 4.2.- LUBRICANTES:

Son sustancias capaces de mantener separadas completamente o parcialmente dos superficies que están animadas de movimiento relativo, de manera de disminuir el roce entre ellos. La lubricación correcta de un equipo previene el desgaste, el sobrecalentamiento y la pérdida de potencia.

Los lubricantes se clasifican de acuerdo a su estado físico en:

- **sólidos**, se emplean cuando las piezas han de funcionar a temperaturas muy extremadas y cuando intervienen elevadas presiones unitarias. Ejem. Talco, grafito, etc.
- **líquidos**, Llamados en general aceites lubricantes, se dividen en cuatro subgrupos:
  - Aceites minerales. Obtenidos de la destilación fraccionada del petróleo, y también de ciertos carbones y pizarras.
  - Aceites de origen vegetal y animal. Son denominados también aceites grasos y entre ellos se encuentran: aceite de lino, de algodón, de colza, de oliva, de tocino, de pezuña de buey, glicerina, etc.
  - Aceites compuestos. Formados por mezclas de los dos primeros, con la adición de ciertas sustancias para mejorar sus propiedades.
  - Aceites sintéticos. Constituidos por sustancias líquidas lubricantes obtenidas por procedimientos químicos. Tienen la ventaja sobre los demás de que su formación de carbonillas es prácticamente nula; su inconveniente consiste en ser productos de costos elevados.
- **pastosos**, las grasas, que se verán mas adelante
- **gaseosos**. El aire y gases a presión.

Para la lubricación de los tractores se usa los líquidos y pastosos.

### 4.2.1 PROPIEDADES MÁS IMPORTANTES DE LOS ACEITES LUBRICANTES:

**Color y Fluorescencia:** Cuando observamos un aceite lubricante a través de un recipiente transparente el color nos puede dar idea del grado de pureza o de refinamiento y la fluorescencia del origen del crudo.

**Densidad:** La densidad de un aceite lubricante se mide por comparación entre los pesos de un volumen determinado de ese aceite y el peso de igual volumen de agua destilada, cuya densidad se acordó que sería igual a 1, a igual temperatura. Para los aceites lubricantes normalmente se indica la densidad a 15°C.

**Viscosidad:** Es la resistencia que un fluido opone a cualquier movimiento interno de sus moléculas, dependiendo por tanto, del mayor o menor grado de cohesión existente entre estas.

**Índice de Viscosidad:** Se entiende como índice de viscosidad, el valor que indica la variación de viscosidad del aceite con la temperatura. Siempre que se calienta un aceite, éste se vuelve más fluido, su viscosidad disminuye; por el contrario, cuando el aceite se somete a temperaturas cada vez más bajas, éste se vuelve más espeso o sea su viscosidad aumenta.

**Untuosidad:** La untuosidad es la propiedad que representa mayor o menor adherencia de los aceites a las superficies metálicas a lubricar y se manifiesta cuando el espesor de la película de aceite se reduce al mínimo, sin llegar a la lubricación límite.

**Punto de Inflamación:** El punto de inflamación de un aceite lo determina la temperatura mínima a la cual los vapores desprendidos se inflaman en presencia de una llama.

**Punto de Combustión:** Si prolongamos el ensayo de calentamiento del punto de inflamación, notaremos que el aceite se incendia de un modo más o menos permanente, ardiendo durante unos segundos, entonces es cuando se ha conseguido el punto de combustión.

**Punto de Congelación:** Es la temperatura a partir de la cual el aceite pierde sus características de fluido para comportarse como una sustancia sólida.

**Acidez:** Los diferentes productos terminados, obtenidos del petróleo bruto pueden presentar una reacción ácida o alcalina. En un aceite lubricante, una reacción ácida excesiva puede ser motivo de un refinamiento en malas condiciones. A esta acidez se le llama acidez mineral.

**Índice de Basicidad T.B.N:** Es la propiedad que tiene el aceite de neutralizar los ácidos formados por la combustión en los motores. El T.B.N. (total base number) indica la capacidad básica que tiene el aceite. Si analizamos un aceite usado el T.B.N residual nos puede indicar el tiempo (en horas) que podemos prolongar los cambios de aceite en ese motor.

**Demulsibilidad:** Es la mayor o menor facilidad con que el aceite se separa del agua, esto es, lo contrario de emulsibilidad.

#### 4.2.2 FUNCIONES QUE CUMPLE EL ACEITE EN EL MOTOR Y OTRAS PARTES:

##### 1. Lubricar

Para disminuir la fricción de superficies sujetas a movimientos y evitar el desgaste, el recalentamiento y la pérdida de potencia.

##### 2. Sellar.

El aceite al lubricar los cilindros forma una película que impide el paso al carter de la mezcla de aire combustible, productos de la combustión y combustibles no quemados.

##### 3. Refrigerar

Durante el funcionamiento normal del motor, fuentes de calor tales como: el calor de la combustión del combustible y el calor generado por la fricción, tienden a provocar un recalentamiento. El aceite lubricante al circular absorbe parte de ese calor y lo disipa al exterior a través del carter del motor.

##### 4. Limpiar

Los aceites formulados con aditivos dispersantes-detergentes, evitan la formación de borras o lodos, depósitos carbonosos (carbón, resinas y lacas) y hollín, que tienden a aglutinarse especialmente en las partes más calientes del motor y los mantienen finamente dispersas en suspensión, evitando que puedan obstruir parcial o totalmente los canales u orificios de los conductos de lubricación, y ocasionar pegaduras de anillos, etc.

Por este motivo, es lógico que un aceite que posee estas propiedades se oscurezca cuando esta en servicio, esto significa que esta cumpliendo con su función de mantener en suspensión las partículas contaminantes, evitando que éstas se depositen en la superficie del motor y por lo tanto manteniendo a éste interiormente limpio.

##### 5. Proteger contra la corrosión y la Herrumbre

En la combustión de la gasolina y del petróleo Diesel, el azufre y otros compuestos que contienen, dan origen a ácidos altamente corrosivos. El aceite lubricante debe neutralizar estos ácidos, evitando que ellos puedan corroer interiormente al motor.

El aceite lubricante debe proteger también las partes metálicas contra la herrumbre provocada por el agua o la humedad.

##### 6. Proteger contra el desgaste

El aceite lubricante forma una película que debe ser capaz de soportar grandes presiones de modo de impedir el contacto metálico directo entre piezas sujetas a movimiento o fricción, como por ejemplo entre el pistón y cilindro, metales de biela y eje cigüeñal, mecanismos de levanta válvulas, etc., que tienden a provocar su desgaste.

#### 4.3 MANERAS DE LUBRICAR A LOS TRACTORES

Los tractores pueden lubricarse básicamente de dos maneras, teniendo en cuenta los tipos de lubricantes a usarse; así tenemos:

##### ■ Lubricantes dedicados

Cuando se usan aceites para cada parte del tractor, como por ejemplo un tipo de aceite para el motor, otro para la transmisión y otro para el sistema hidráulico y frenos, es decir lubricantes individuales para cada sistema

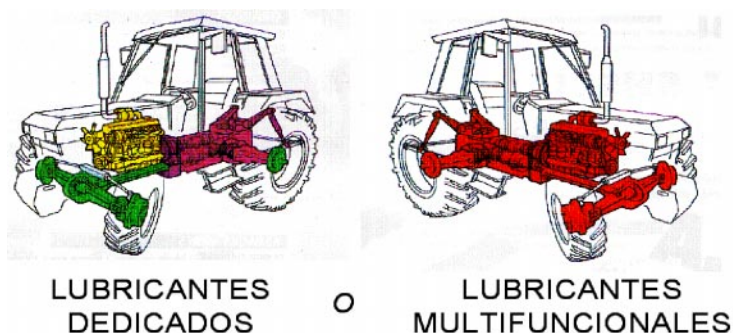


Fig. 4.2 Maneras de lubricar los tractores de ruedas (Shell)

- Lubricantes Multifuncionales que pueden ser:
  - Aceite Universal para Transmisión de Tractores (Universal Tractor Transmission Oil - UTTO)
  - Aceite Super Universal para Tractores (Super Tractor Oil Universal - STOU)
 Que viene siendo preparados por las compañías que venden lubricantes, donde un solo tipo de aceite es usado para todos los sistemas del tractor como por ejemplo para el motor, Caja y Toma de Fuerza, Eje posterior, Reducción final, Sistema Hidráulico, Frenos Húmedos, Dirección y Eje Delantero

#### 4.4 TENDENCIA ACTUAL EN LOS LUBRICANTES PARA TRACTORES

- Los lubricantes STOU han evolucionado a partir de la tecnología de aceites de motor
  - Han sido modificados para cumplir los requerimientos de transmisión exigentes
  - Han sido modificados para cumplir con los requerimientos de frenos húmedos
  - Han sido modificados para cumplir con los requerimientos hidráulicos.
- La actual tecnología STOU tiene una capacidad limitada como aceite de motor
- El uso de un único producto STOU puede resultar en un menor rendimiento
  - El grado de viscosidad óptimo para un motor puede no ser el óptimo para un sistema hidráulico o una transmisión
  - La tecnología de aceites de motor no es capaz de brindar los mismos niveles de protección que los productos dedicados para la transmisión
  - Los requerimientos de los aceites de motor son más severos
  - John Deere exige productos API CG-4
  - Los motores europeos exigen especificaciones ACEA
  - Los fabricantes de equipos están orientándose a aceites dedicados para transmisión y motor
  - Las regulaciones sobre emisiones empujarán a los fabricantes a usar aceites de motor dedicados con bajo nivel de emisiones

#### 4.5 FORMA CORRECTA DE CAMBIAR EL ACEITE AL TRACTOR

Colocar el tractor en una superficie nivelada y con el motor bien caliente, preferentemente al terminar la jornada de trabajo, con el motor detenido se sacará el tapón del carter, permitiendo salir rápidamente el aceite del motor, que arrastrará todas las impurezas que se encuentran dentro del mismo y en suspensión en el aceite, nunca dar un golpe de arranque para sacar el resto del aceite que permanece en el interior del motor.

#### 4.6 ACEITES PARA MOTOR Y FRECUENCIA DEL CAMBIO

Lo primero, debe seguirse las recomendaciones dadas en el Manual de la Máquina para la selección del aceite y la frecuencia del cambio.

- De no contarse con el manual respectivo, debe tenerse en cuenta que las recomendaciones de la trilogía: SAE, API Y ASTM, que desarrollan lubricantes de acuerdo al avance tecnológico en velocidad, carga, materiales y otros factores, establecen aceites en función a su viscosidad para los diferentes motores, sin embargo la calidad del mismo lo determina la API; así, se puede cambiar el aceite y el filtro cada 100 horas de trabajo efectivo con uno de los siguientes tipos de aceite (si se opta por la manera dedicada):
  - Aceite SAE 15W-40 o 25W-50, llamados aceites multigrados porque mantienen sus características de lubricación a bajas y altas temperaturas de operación, recomendado por los especialistas para todo vehículo motorizado que desarrolla cargas pesadas, además deben cumplir con las especificaciones últimas de la API, que indica la calidad del aceite, es decir deben satisfacer los requerimientos de calidad API CG-4 y API CH-4.
  - Aceites monogrados de un solo tipo de viscosidad, denominado con las siglas SAE 30, SAE 40, etc.

#### 4.7 VENTAJAS DE LOS ACEITES MULTIGRADOS

- Lubricación más eficiente a altas temperaturas
- Mejor lubricación a baja temperatura
- Menor consumo de aceite

- Mayor economía de combustible
- Mayor rapidez en el arranque en frío (menor desgaste)
- Menor riesgo de usar el lubricante incorrecto
- Preferido por la mayoría de fabricantes de motores

Algunas marcas traen aceites especificados exclusivamente para tractores agrícolas, en tal caso debe verificarse en la zona y usar el de mejor calidad.

Estos aceites, deben satisfacer algunas consideraciones como:

- Ser un lubricante multipropósito para tractores agrícolas
- Adecuado para motores, transmisiones, frenos húmedos y sistemas hidráulicos
- Brindar una adecuada protección del motor
- Soportar alta capacidad de carga
- Favorecer la ausencia de traqueteo en los frenos

#### 4.8 LAVADO INTERNO DEL MOTOR

Dos veces al año es conveniente lavar internamente el motor, la forma correcta de llevarlo a cabo es la siguiente:

Con el motor bien caliente, sacar el tapón del carter y dejar escurrir el aceite, colocar nuevamente el tapón del carter y ponerle nuevamente aceite hasta la marca mínima de la varilla indicadora del nivel de aceite, hacer funcionar el motor durante 20 minutos, pararlo, sacar el aceite y luego colocarle aceite nuevo hasta su máximo nivel, se debe cambiar también la unidad filtrante o filtro de aceite. Lo anterior no significa que cada vez que se cambie el aceite deba lavarse, ya que si se usa un aceite de buena calidad no es necesario lavar el motor en cada servicio de cambio.

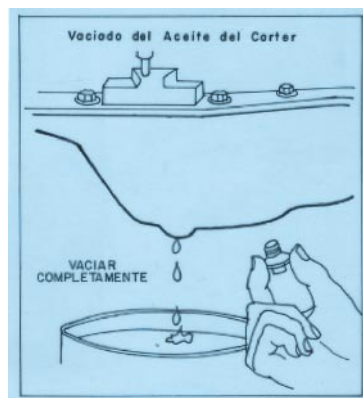


Fig. 4.3 Drenado del carter, sacando el tapón magnético (Jhon Deere)

Una muestra del aceite usado, puede ser enviado al laboratorio del proveedor de aceite, para el análisis físico-químico y/o espectrofotométrico, siendo esto recomendable, hacerlo por lo menos una vez al año, lo cual nos permitirá conocer si se está haciendo bien los cambios de aceite o si se debe ajustar la frecuencia; además nos informará el estado de nuestro motor, para ello se debe brindar los datos necesarios. (Más adelante se explica los análisis del aceite usado)

#### 4.9. ACEITE PARA LA TRANSMISIÓN

Es importante tener en cuenta que los tractores agrícolas, cuentan con un tren de fuerza, que es el conjunto de mecanismos encargados de transmitir la potencia producida en el motor hacia las ruedas del tractor, en los esquemas siguientes se puede observar las partes del tren de fuerzas, los mismos que transmiten potencia por roce, engranajes o líquidos en movimiento.

El tren de fuerza en tractores de ruedas se clasifican en:

- a) Con transmisión mecánica directa, propio de los tractores pequeños y medianos y para cada compartimiento se debe tener en cuenta el tipo de lubricante a usar; así mismo tener en cuenta las señales que podrían

b) darnos el embrague, como vibraciones no comunes, ruidos (estruendo, chirridos, etc.) y el desliz del embrague.



Fig. 4.4 Esquema del tren de fuerza de transmisión mecánica (F. Cáceres)

Los lubricantes, dedicados que podemos seleccionar deben cumplir los requisitos exigidos por la SAE, API y fabricantes, tales como el mostrado en el cuadro siguiente:

ACEITE PARA MOTOR	ACEITE PARA CAJA, DIFERENCIAL Y MANDOS FINALES, FRENOS	ACEITE HIDRÁULICO	GRASA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- SAE 15W-40</li> <li>- API CG-4</li> <li>- API CH-4</li> <li>- Volvo VDS-2, ACEA E-5, Benz 228.3, Mack EO-M Plus</li> <li>- SAE 10W, 20, 30 40 y 50; 25W-50</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- API GL4</li> <li>- Volvo WB 101</li> <li>- Allison C-4</li> <li>- John Deere J-20A/J-14B/JDM-20C</li> <li>- Ford ESN - M2C - 134D</li> <li>- J.I. Case JIC 143</li> <li>- Massey Ferguson M-1127 A</li> <li>- Allis Chalmers Power Fluid 821</li> </ul>	<p>El mismo del motor o usar un aceite ISO 46 o ISO 68</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jabón de litio</li> <li>- Extrema Presión</li> <li>- Bisulfuro de Molibdeno</li> <li>- Resistencia al agua</li> <li>- Temperaturas hasta 130°C</li> <li>- Articulaciones, rodamientos,</li> </ul>

c) Con servo transmisión, los mismos que cuentan con acoplamientos hidráulicos, convertidor de par, divisor de par y la caja de cambios esta formado por engranajes planetarios, propio de tractores grandes.

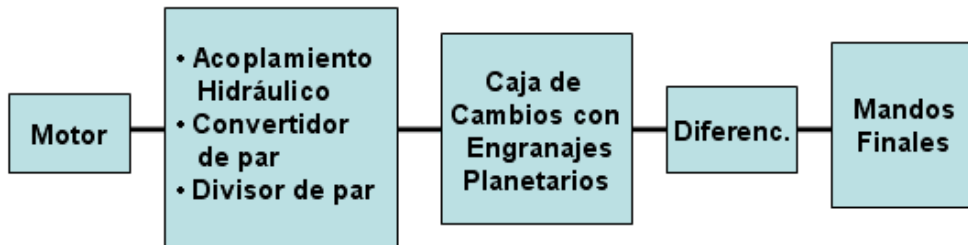


Fig. 4.5 Esquema del tren de fuerza con servotransmisión (F.Cáceres)

ACEITE PARA MOTOR	ACEITE PARA CAJA, DIFERENCIAL Y MANDOS FINALES, FRENOS	ACEITE HIDRÁULICO	GRASA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- SAE 15W-40</li> <li>- API CG-4</li> <li>- API CH-4</li> <li>- Volvo VDS-2, ACEA E-5, Benz 228.3, Mack EO-M Plus</li> <li>- SAE 10W, 20, 30 40 y 50; 25W-50</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- API GL-4</li> <li>- Volvo WB 101</li> <li>- Allison C-4</li> <li>- John Deere J-20A/J-14B/JDM-20C</li> <li>- Ford ESN - M2C - 134D</li> <li>- J.I. Case JIC 143</li> <li>- Massey Ferguson M-1127 A</li> <li>- Allis Chalmers Power Fluid 821</li> </ul>	<p>El mismo del motor o usar un aceite ISO 46 o ISO 68</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jabón de litio</li> <li>- Extrema Presión</li> <li>- Bisulfuro de Molibdeno</li> <li>- Resistencia al agua</li> <li>- Temperaturas hasta 130°C</li> <li>- Articulaciones, rodamientos,</li> </ul>

d) Con transmisión hidrostática, los hay de diferentes modelos, entre los cuales es común los equipados con bomba de caudal variable. Estas transmisiones están montadas en algunas excavadoras de ruedas y en tractores a orugas.

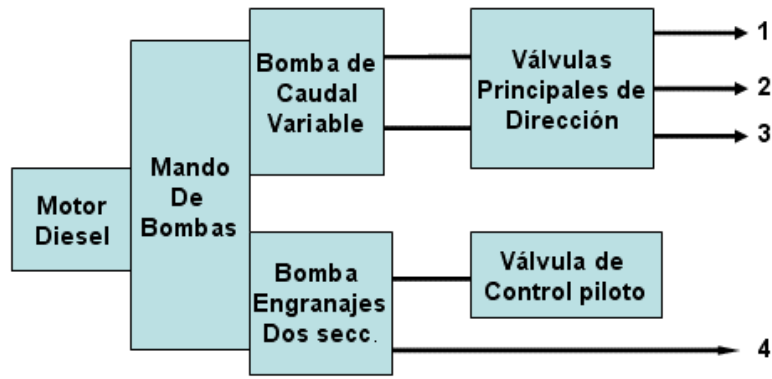


Fig. 4.6 Esquema del tren de fuerza hidrostático (F. Cáceres)

1. Motor hidráulico del carril izquierdo
2. Motor hidráulico del carril derecho
3. Cilindro hidráulico (pluma, aguilón, cucharón)
4. Motor hidráulico de tornamesa

ACEITE PARA MOTOR	ACEITE PARA CAJA, DIFERENCIAL Y MANDOS FINALES, FRENOS	ACEITE HIDRÁULICO	GRASA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- SAE 15W-40</li> <li>- API CH-4, VD-2</li>   <li>- API CG-4</li> <li>- VDS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SAE 10W</li> <li>- Cat TO-4</li>   <li>API GL -4</li> </ul>	Cat T-O, SAE 10W	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HD-2- Jabón de litio</li> <li>- Extrema Presión</li> <li>- Bisulfuro de Molibdeno</li> <li>- Resistencia al agua</li> <li>- Temperaturas hasta 130°C</li> </ul>

Es importante notar que la pérdida de la energía producida en el motor de un tractor Se distribuye de la siguiente manera:

Motor:

- pérdida de energía por fricción entre 8-10%
- Pérdidas en circulación de aceite entre 5 -7%

Caja:

- Pérdida de energía por fricción entre 1- 2.5%

Mando final:

- Pérdida de energía por fricción entre 1- 2.5%

Otros componentes:

- Estiman las pérdidas entre 2 -5%

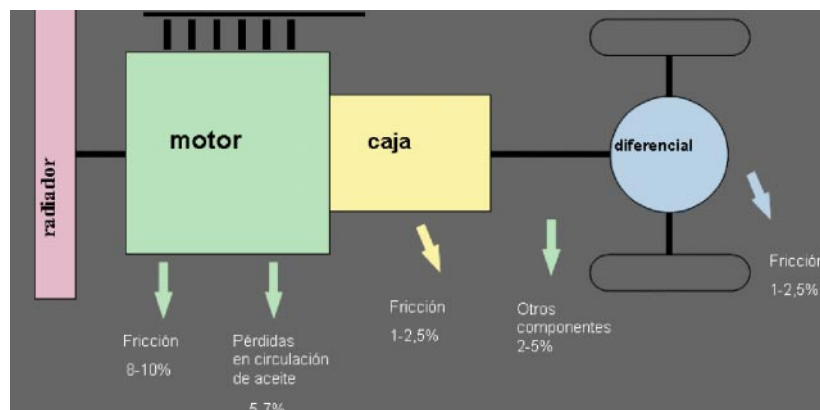


Fig. 4.7 Esquema de pérdida de energía en un tractor (Shell)

El esquema anterior nos da una idea de lo importante que es tener en cuenta la lubricación de las diferentes partes de un tractor con la finalidad de disminuir la pérdida de energía.

Debido a que las altas cargas y altas temperaturas que se generan durante la operación del tractor, va ocasionar la degradación del lubricante, lo cual va ocasionar:

- la formación de depósitos, que puede causar luego fuga en los sellos o retenes y problemas en los engranajes de la transmisión.
- Formación de ácidos, produciendo la corrosión de los metales amarillos.
- Pérdida de propiedades como la extrema presión (EP), ocasionando desgaste de los rodamientos y posibles fallas de engranajes.

Para la lubricación de la transmisión los aceites deben cumplir en general los siguientes requisitos:

- Alta resistencia de película
- Contener aditivos de extrema presión
- Resistencia a la oxidación
- Resistencia a la herrumbre
- Resistencia a la formación de espuma

Como en el caso anterior, se debe consultar el manual de la máquina, para la selección específica del aceite correspondiente; sin embargo puede utilizarse un aceite que cumpla con los requisitos de clasificación API GL-4 y API GI-5 o MIL-L-2105C, fabricados especialmente para transmisiones con engranajes.

Las señales de posibles problemas en la transmisión:

- Fugas de aceite
- Presión excesiva del aceite
- Recalentamiento
- Agua en el aceite
- Chirrido, ruidos (golpeteo, raspadura, etc.)
- Vibración anormal
- Dificultad en hacer los cambios.

#### 4.10. ACEITE PARA LA CAJA DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA

Por lo menos dos veces al año se debe verificar el nivel de aceite.

Si la dirección es hidráulica, es recomendable utilizar un buen aceite hidráulico, utilizando un aceite acorde con la recomendación del fabricante o que sea un aceite DEXRON II.

#### 4.11. GRASAS

La grasa lubricante es una dispersión estable de un jabón metálico en un aceite mineral. Su textura está directamente ligada al tipo de jabón utilizado en su fabricación.

##### **Grasas en base a Jabón de Calcio**

Son grasas con apariencia de mantequilla, con una alta resistencia al agua, especial para lubricación de partes de tractores que trabajan en el cultivo de arroz, tienen la limitación de su bajo punto de goteo. No deben emplearse para temperaturas superiores a 50°C.

##### **Grasas en base a jabón de sodio**

Son grasas con apariencia fibrosa, no resisten la acción del agua, pueden emplearse para temperaturas de hasta 120°C., generalmente usado en plantas industriales.

##### **Grasas en base a Jabón de Aluminio**

Tienen un comportamiento semejante a las grasas de calcio. Presentan sin embargo, un mejor comportamiento en presencia de agua y una mayor adherencia a las partes metálicas, así como mayor resistencia a las temperaturas y a la acción de ácidos diluidos.

##### **Grasas en base a jabón de Litio**

Estas son las grasas más modernas y que presentan mejores características. Tienen elevada estabilidad a la acción del agua y resisten temperaturas superiores a los 160°C. A estas grasas comúnmente

se les conoce como multi-purpose, esto es para uso múltiple, sustituyendo con ventaja a las grasas de Calcio, Sodio y Aluminio.

### **Consistencia**

La consistencia de una grasa (análoga a la viscosidad de un aceite), se determina midiendo la distancia que un cono de dimensiones y peso normalizado penetra en la grasa sometida a ensayo, de acuerdo a las condiciones especiales de dicho ensayo.

El Instituto Nacional de Grasas Lubricantes (NLGI) de los EE.UU, estableció una clasificación para las grasas lubricantes desde la semifluida, designada con NLGI "000", hasta la más dura designada como la NLGI "6". Las grasas de consistencia NLGI "2" son las más comúnmente utilizadas en los vehículos y equipos industriales (ver tabla en el anexo).

Consultar el Manual de la Máquina, para una selección específica. Se debe tener en cuenta también el lugar de operación del tractor; porque de ello dependerá la selección de la grasa, porque no es lo mismo utilizar una grasa para la Costa, la Sierra o para la Selva.

## **4.12 SELECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LUBRICANTES**

Para determinar los requerimientos de lubricación de un motor se deben tener en cuenta:

- Diseño del motor y su construcción
- Combustible utilizado
- Condiciones de trabajo
- El tipo de lubricante
- Práctica de mantenimiento

### **4.12.1 SELECCIÓN DEL LUBRICANTE**

El diseño y la construcción varían según el fabricante

El combustible utilizado puede variar considerablemente, como se explicó anteriormente.

Las condiciones de trabajo varían desde trabajos livianos hasta sobrecargas extremas.

Las temperaturas varían desde bajo cero (sierra), temperaturas de desierto (costa), altas temperaturas y humedad (Selva), y altitudes de hasta más de 4000 metros sobre el nivel del mar.

El tipo de lubricante varía según el aceite crudo, el método para refinarlo, la cantidad y tipos de aditivos agregados.

Como los diseños de los motores y las condiciones de trabajo son distintos, existen aceites para una gama de condiciones.

Las prácticas de mantenimiento de motores de los tractores varían aunque se combinan un buen diseño de un motor con condiciones favorables de trabajo y la utilización de los mejores combustibles y lubricantes, se puede obtener un mal rendimiento del motor si falta el mantenimiento periódico, como los servicios a los filtros de aire, filtros de combustible y filtros de aceite; operación inadecuada del termostato y de sistema de ventilación del carter, etc.

Adicionalmente para seleccionar un aceite se debe tener en cuenta, los criterios de velocidad o régimen de funcionamiento del motor; así tenemos:

- *Baja Velocidad*
  - < 250 rpm
- *Media Velocidad*
  - 250 - 1000 rpm
- *Alta Velocidad*
  - >1000 rpm

Los mismos que nos permitirán seleccionar la viscosidad correspondiente, para un funcionamiento adecuado del motor.

El aceite para motor esta formado básicamente por dos rubros bien definidos que le da la calidad necesaria, los mismos que están compuestos por:

- Bases (por lo menos 80%)
  - Bases Parafínicas o Sintéticas
  - No se deben emplear Bases Nafténicas por ser cancerígenas
- Aditivos (hasta 20%), las características se pueden observar en el anexo.
  - Mejoradores de Índice de Viscosidad
  - Inhibidores de Corrosión y Herrumbre
  - Detergentes / Dispersantes
  - Depresores del Punto de Fluidez
  - Agentes Antidesgaste
  - Inhibidores de Oxidación
  - Agentes Antiespumantes
  - Alcalinidad

#### 4.12.2 ALMACENAMIENTO DEL LUBRICANTE

Generalmente es difícil aceptar que pueda penetrar humedad en un cilindro, que aparece como perfectamente cerrado, aun con los sellos correspondientes; sin embargo, debido a las variaciones de temperatura ambiente, los envases especialmente los cilindros, “respiran”, como puede observarse en la Fig. 4.8.

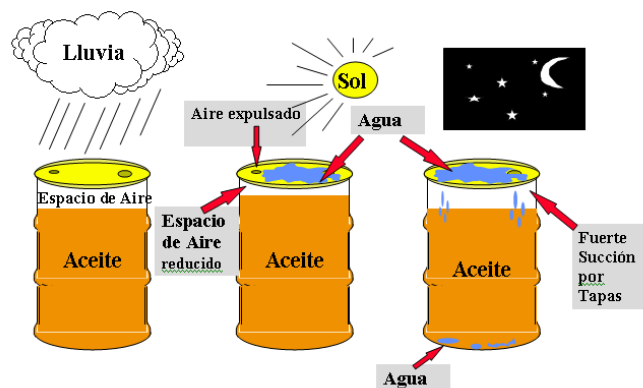


Fig. 4.8 Esquema de acumulación y condensación de agua en los cilindros (Shell)

La “respiración” es debida a las diferentes contracciones y dilataciones del aire existentes entre la tapa del envase y el líquido contenido, cuando esta sometido a variaciones de temperatura.

Estas variaciones se traducen en un aumento de presión ligeramente mayor a la atmosférica o en un ligero vacío, cuando esta haciendo calor o frío, respectivamente.

Cuando estos cambios son lo suficientemente grandes y frecuentes como para producir una acción de bombeo a través de las bocas de los envases, se dice entonces que el cilindro respira, produciéndose un ciclo completo de expulsión y aspiración.

Experiencias realizadas (por la Shell) han permitido demostrar con toda exactitud que en un alto porcentaje éste ciclo repetido permite la admisión de agua en un volumen de 100 c.c. en solo tres días. Son obvias las consecuencias nocivas que trae consigo la utilización de aceites contaminados de esta manera.

Para evitar estos inconvenientes los cilindros deben almacenarse bajo techo colocándolos acostados, de manera que el lubricante cubra los tapones.

En aquellos casos en que sea imprescindible almacenarlos temporalmente en forma vertical, es necesario colocar debajo de ellos, tacos de madera en forma tal que al quedar el cilindro en posición

inclinada, no permita la introducción del agua de lluvia depositada alrededor de los tapones, como se puede observar en el esquema siguiente:

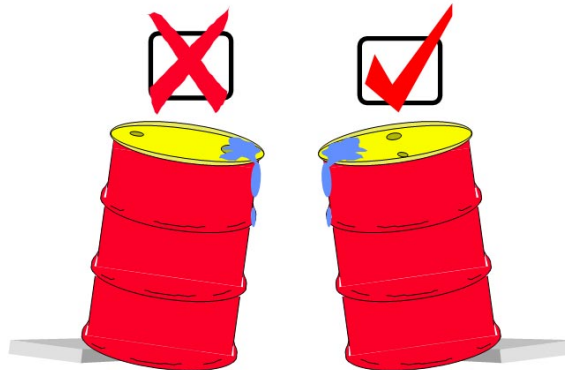


Fig. 4.9 Almacenamiento de aceite en cilindros (X), forma incorrecta, el agua moja el Sello; (✓) forma correcta de colocar el cilindro con el sello arriba. (Shell)

Una medida práctica, a veces aconsejable es cubrir los cilindros arrumados con plásticos o lonas impermeables a manera de carpa.

#### 4.13 ANÁLISIS DEL ACEITE USADO

De manera muy similar a como un análisis de sangre permite a un médico diagnosticar la condición de su paciente, el análisis de una muestra de aceite usado, extraído del circuito de una máquina/componente, permitirá diagnosticar la condición operativa de éste.

El análisis de aceite usado consiste en una serie de pruebas de laboratorio, cuyos resultados servirán para hacer el diagnóstico de:

- El estado del aceite lubricante.
- La condición del equipo o de alguno de sus componentes.

##### 4.13.1 ANÁLISIS MEDIANTE EL ESPECTROFOTÓMETRO DE PLASMA

El análisis de aceite usado con el espectrofotómetro de plasma es la determinación cuantitativa de los elementos metálicos que se encuentran mezclados con el aceite usado, mediante la Medición de la Emisión Atómica con la finalidad de detectarse varios elementos a la vez que pueden encontrarse en suspensión en el aceite usado extraído del tractor o vehículo.

Por una nube de gases en estado de plasma se hace pasar el aceite usado y por las altas temperaturas todos los átomos de todos los elementos se excitan y emiten radiaciones las cuales pueden ser medidas, es posible hacer lecturas múltiples de elementos diferentes.

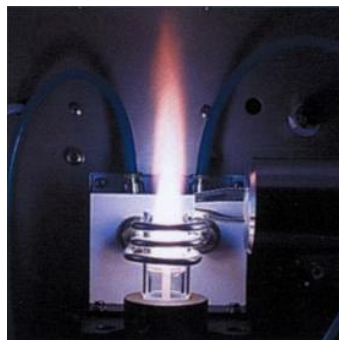


Fig. 4.10 Espectrofotómetro de Plasma  
Medición de desgaste metálico  
( [www.recovergold.com/servicios.htm](http://www.recovergold.com/servicios.htm))

Las pruebas que las compañías que fabrican y comercializan lubricantes, realizan de los aceites usados son: Físico-Químicas y Espectrográficas y dependen del tipo de equipo o componente, los parámetros a ser analizados son básicamente los siguientes:

- Viscosidad Cinemática
- Índice de Viscosidad
- TBN / TAN
- Contaminación
- Dispersancia
- Presencia de Diluyente
- Presencia de Agua
- Desgastes Metálicos
- OTROS : Rigidez Dieléctrica, Flash Point, Pour Point, Viscosidad Dinámica, Separabilidad, Prueba de Espuma, Densidad, etc.

Los resultados serán comparados con tablas de estándares o límites de concentración de las partículas de metales de desgaste normal, esto permitirá brindar las recomendaciones necesarias sobre el estado de la maquina, el cuadro siguiente es un ejemplo de ello.

**LÍMITES SUGERIDOS DE LA ACUMULACIÓN DE PARTICULAS EN LOS ACEITES USADOS, BASADOS EN PMM DE LAS CANTIDADES DE METALES GASTADOS.**

COMPARTIMIENTO	FE	CR	PB	CU	SN	AL	NI	SB	MN	SI	B	NA
Motor Diesel	100	25	40	50	25	30	10	5	5	20	20	75
Motor a Gasolina (con plomo)	600	50	999	75	40	75	15	50	500	60	75	100
Motor a Gasolina (sin plomo)	600	50	100	75	40	75	-	-	-	60	75	100
Transmisión	500	10	300	300	20	100	20	10	10	40	20	75
Hidráulico	75	10	20	50	10	50	5	5	5	20	20	75
Diferencial	750	10	100	400	30	50	10	25	10	75	10	50

Fuente: hojas técnicas de medición de desgaste de partes de máquinas (Shell)

- **Fierro (Fe)**, Causado básicamente por desgaste del cilindro, anillos, levas, botadores o de la acumulación de herrumbre.
- **Cromo (Cr)**, pueden provenir básicamente de dos lugares:
  - 1) De la corrosión del cromo en el sistema de refrigeración
  - 2) Cromo por desgaste en los anillos de pistón, lo cual originará una fuga de gases o presión y el consumo de aceite.
- **Plomo (Pb)**, Excesiva cantidad de plomo en el aceite de motores a gasolina puede deberse al desgaste de cojinetes y metales de biela y bancada.
- **Cobre (Cu)**, El alto nivel de cobre puede deberse a excesivo desgaste de cojinetes, en motores diesel el cobre esta presente en muchas partes como varillas, eje cigüeñal, eje de levas, levas, etc.
- **Estaño (Sn)**, La cantidad de estaño presente en el aceite puede deberse al desgaste de rodajes del eje cigüeñal, pistón, etc.
- **Aluminio(Al)**, Resulta del desgaste del eje de levas, cojinetes, desgaste del pistón.
- **Silicio (Si)**, Nos indica la presencia de suciedad, proveniente del medio ambiente o del desgaste del pistón.
- **Boro (B)**, Desgaste del radiador, a menudo el boro esta en combinación con otros materiales como sodio o potasio, que son usados en inhibidores del sistema de refrigeración del motor.
- **Sodio(Na)**, proveniente de la corrosión del inhibidor del refrigerante varias veces en combinación con el boro.

**4.13.2 ANÁLISIS POR CONTEO DE PARTÍCULAS**

El conteo de partículas es una herramienta de mantenimiento que cada vez esta teniendo mayor difusión. Se presenta los conceptos fundamentales de este método de análisis, a partir de varios artículos disponibles en Internet.

**Contaminación**, se puede definir como cualquier sustancia o energía no deseada que entra en contacto con el aceite; siendo algunos contaminantes comunes los siguientes:

<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Partículas</li> <li>■ Humedad</li> <li>■ Hollín</li> <li>■ Calor</li> <li>■ aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Glicol</li> <li>■ Combustible</li> <li>■ Detergentes</li> <li>■ Fluidos de proceso, etc</li> </ul>
--	---

Las partículas son los contaminantes mas destructivas para el aceite y la maquina. Entre el 75% y 80% de las fallas de los componentes hidráulicos se debe a contaminación de partículas sólidas y mas del 90% de estas fallas son producto del desgaste abrasivo. En equipos móviles este desgaste puede provocar fallas en las bombas, válvulas y cilindro; así como en diferenciales, mandos finales, direcciones, embragues o transmisiones.

La siguiente tabla muestra los espesores de película de lubricación dinámica en puntos sensibles de varios componentes:

COMPONENTE	ESPESOR (MICRAS)
■ Bombas de engranajes	0,5 – 5
■ Bombas de lóbulos (extremos)	0,5 – 1
■ Bomba de pistón	0,5 – 5
■ Servo válvulas	1 – 4
■ Sellos dinámicos	0,05 – 0,5
■ Rodamientos	0,1 – 1
■ Cojinetes	0,5 – 100
■ Engranajes	0,1 - 1

Fuente: [www.noria.com](http://www.noria.com)

Como se puede apreciar, las partículas menores a 5 micras o en muchos casos menores a 1 micra podrían ingresar entre las superficies metálicas y causar desgaste abrasivo y fatiga superficial.

#### Conteo de Partículas

Aún la visión humana mas aguda no puede distinguir partículas menores a 40 micras , además una muestra de un litro debe contener por lo menos 100 mg de contaminantes para ser perceptibles.

El método mas difundido para evaluar la presencia de partículas es el análisis espectrografito, el cual sirve para medir la contaminación por partículas muy pequeñas. Este procedimiento atomiza o quema partículas de una muestra de aceite y examina el espectro producido para identificar el metal o aleación del que están compuestas dichas partículas. Sin embargo el análisis espectrografito solo puede medir partículas menores a 5 micras, pues es difícil atomizar partículas de mayor tamaño.

## RESUMEN

En Resumen se puede concluir en que.

- El análisis del aceite usado por cualesquiera de los métodos, es una forma útil para evaluar el desgaste en un equipo, pero requiere de criterios colaterales, como la limpieza del envase de la muestra, la agitación en el momento del ensayo, la calidad de los filtros, etc.
- El nivel de limpieza necesario está asociado a la aplicación. No se puede exigir niveles de limpieza iguales en aplicaciones diferentes.
- Existen aplicaciones en las cuales la utilidad del conteo de partículas es limitada o nula, como en los aceites de motor.
- El conteo de partículas no reemplaza a los demás análisis de laboratorio, sino que los complementa. Aspectos como viscosidad, presencia de agua y tipo de partículas siempre serán importantes al evaluar el aceite usado.

Para mayor información se puede recurrir a las siguientes páginas de Internet:

- [www.noria.com](http://www.noria.com) (especialistas en análisis de aceites)
- [www.hiac.com](http://www.hiac.com) (el equipo con que cuenta Ferreyros en el Perú es un Hiac Royco)
- [www.northernlight.com](http://www.northernlight.com) (biblioteca de artículos de temas múltiples)

# CAPITULO 5

## Mantenimiento del sistema de enfriamiento

El sistema de refrigeración o de enfriamiento, debe ser capaz de disipar el calor generado en el motor después de cada explosión de la mezcla, básicamente existen dos formas de enfriamiento:

### 5.1. ENFRIAMIENTO POR AGUA O REFRIGERANTE

El sistema de enfriamiento por agua o refrigerante, es un sistema herméticamente cerrado, con un adecuado control de la presión interna, consiste en cámaras rodeando los cilindros por donde circula el refrigerante que es la encargada de absorber parte del calor (1/3 de la energía calórica) producido en el motor y trasladarlo hacia el radiador, donde el aire se encarga de enfriar al refrigerante que sea impulsado nuevamente por todo el circuito, por medio de una bomba impelente que recibe movimiento desde el eje cigüeñal a través de una faja y polea.

#### PARTES BÁSICAS DE ESTE SISTEMA :

1. Tapa de presión del radiador
2. Termostato
3. Chaquetas de agua del motor (en culata y block)
4. Refrigerante ( agua + anticongelante + anticorrosivo)
5. Bomba impelente de agua
6. Bypass o derivación
7. Manguera inferior
8. Ventilador.
9. Radiador
10. Flujo de aire

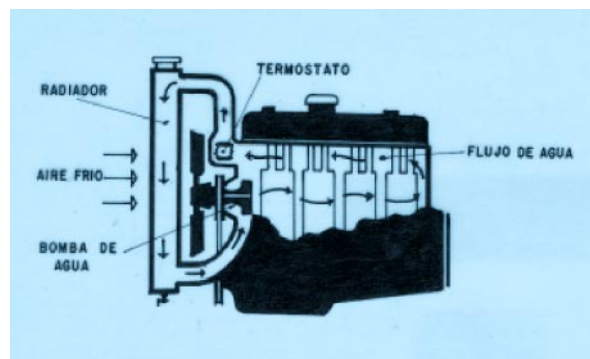


Fig. 5.1 Esquema del sistema de enfriamiento de un motor (Jhon Deere)

En este sistema de enfriamiento hay que tener cuidado con el tipo de agua que se utiliza, porque cuando utilizamos aguas duras, se va acumular el sarro en el interior del radiador y las cámaras de circulación del agua, asimismo como estas incrustaciones o sales no son parejas en las paredes de las cámaras de circulación del agua, originan diferencias de temperatura que traen aparejado tensiones y deformaciones del block del motor y de la culata.

### 5.1.1 EL TERMOSTATO

En el circuito hay una válvula llamada termostato que es la encargada de regular la circulación del agua hacia el radiador, acelerando el calentamiento del motor y manteniéndolo en temperatura de trabajo. (ver foto inferior)



Fig. 5.2 Termostatos en buenas condiciones (Foto F. Cáceres)

Muchos mecánicos empíricos, retiran el termostato del circuito de enfriamiento “supuestamente para evitar el sobrecalentamiento”, en vez de realizar las pruebas de funcionamiento correcto del mismo, como se puede apreciar en el esquema siguiente:



Fig. 5.3 Esquema de la prueba del termostato (F. Cáceres)

Los pasos a seguir para la prueba del termostato son:

1. Retirar el termostato del circuito de enfriamiento
2. Colocar en un baño maría con agua que lo cubra completamente, pero no debe tocar el fondo ni las paredes del recipiente.
3. Calentar el agua con una hornilla
4. Mantener un termómetro suspendido en el agua del recipiente para medir la temperatura del mismo, hasta que marque la temperatura de funcionamiento del motor ( 85 °C).
5. Al marcar el termómetro la temperatura anterior, la válvula del termostato debe quedar completamente abierto.
6. Agregar agua fría hasta bajar la temperatura a menos de 80°C y observar el comportamiento de la válvula del termostato, si éste se cierra, nos indicará que el termostato funciona bien, es decir se abre a alta temperatura y se cierra a baja temperatura, lo que nos indicará el estado del termostato.
7. Si la válvula del termostato no se abre o cierra al variar la temperatura del agua, significa que necesita ser cambiado en forma urgente.

### 5.1.2 TAPA DEL RADIADOR

El Radiador tiene una tapa que es una válvula que mantiene la circulación del refrigerante en el sistema de enfriamiento a una determinada presión, con ello se consigue que la misma ebullición del refrigerante se produzca a los 112°C y no a 100°C como es normal, logrando que la temperatura de

trabajo se eleve de 82°C a 95 °C, esto da una idea de la importancia que se debe tener respecto de la temperatura de trabajo de los motores.

Los fabricantes de motores, especifican la presión que deben tener las válvulas de las tapas de los radiadores, los mismos que vienen impresos en alto relieve en las tapas. Estos deben ser controlados cada cierto tiempo, para ello existen los instrumentos necesarios como el siguiente:



Fig. 5.4 Medida de la presión de la tapa del radiador( Jhon deere).

El último cilindro por donde el refrigerante circula a menor velocidad se calienta más que el resto, siendo mayor la formación de incrustaciones o sarro.

En zonas donde las aguas son malas, es aconsejable el uso de agua de lluvia o destilada, para evitar el exceso de sarro y posibles picaduras en el block del motor o camisas. Periódicamente hay que tratar a todo el sistema de circulación del refrigerante con un desincrustante y desoxidante.

Las Incrustaciones que se forman en el radiador son muy difíciles de sacar, por lo tanto, cuando notamos que esta obstruido, lo mas indicado es sacar el radiador y mandarlo a un taller especializado para que procedan a su limpieza interna de todas las celdas y conductos del mismo.

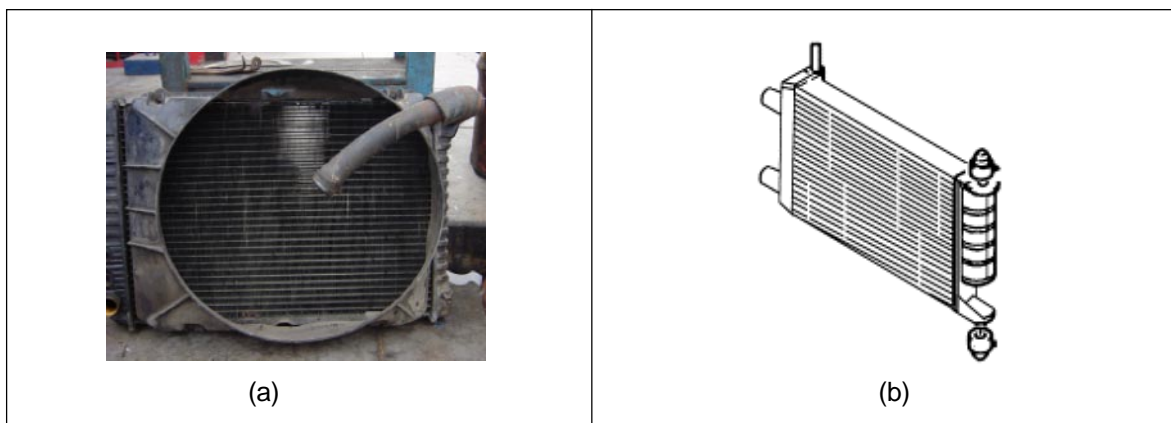


Fig. 5.5 Radiador; (a) vista posterior y manguera superior (foto F. Cáceres)  
(b) Esquema de radiador (Ford)

En lugares donde las temperaturas son muy bajas, es conveniente colocarle al agua un anticongelante, de acuerdo a las temperaturas mínimas que se registran en la zona, pues al congelarse el agua o sea pasar del estado líquido a sólido, aumenta su volumen provocando muchas veces la rotura del block del motor o celdas del radiador.

**RESUMEN :**

## 1. Refrigerante

- Nunca llenar el motor únicamente con agua, siempre con refrigerante o una mezcla de agua y anticongelante. De esta forma se protege el sistema de refrigeración ante la corrosión y acumulación de sarro.
- Purgue el sistema de refrigeración según las instrucciones del fabricante para evitar daños en el motor.
- Controle la presión del sistema de refrigeración, de acuerdo con su plan de mantenimiento por posibles fugas.
- Logre un buen refrigerante usando productos de calidad y con las proporciones adecuadas de agua y anticongelante/antibullición, según las especificaciones técnicas de los mismos, tanto para zonas frías como calientes.
- No rellene el radiador con agua sucia de las acequias.

## 2. Radiador

- Lavar y quitar barro y suciedad de la parte externa del radiador periódicamente y revisar fugas de agua
- Debe trabajar siempre con su respectiva tapa, que debe estar en perfectas condiciones para controlar la presión del sistema.
- No rellenar de agua en exceso para evitar la pérdida de refrigerante.

## 3. Otras partes

- Revisar la bomba de agua, según el plan de mantenimiento
- Controlar la tensión de las fajas y su estado de conservación
- Controlar el estado de las mangueras, superior e inferior
- Tener siempre en la máquina una faja de repuesto
- Controlar el funcionamiento del termostato
- Lavar el sistema con desincrustante, para limpiar las chaquetas de agua de sarro y otros sedimentos, según el plan de mantenimiento.

**5.2. ENFRIAMIENTO POR AIRE**

Una de las cosas digna de destacar de los motores refrigerados por aire, es su fácil mantenimiento y lo sencillo de su reparación, cilindros individuales, culatas, pistones y cilindros pueden controlarse y sustituirse individualmente. No hay que desmontar una culata que sea común para varios cilindros, esto redundaría en un mantenimiento y reparación económica; sin embargo en el Perú existen pocos tractores equipados con motores refrigerados por aire. Encontramos motores estacionarios Diesel refrigerados por aire, como el mostrado.



Fig. 5.6 Enfriamiento por aire, (a) esquema del sistema, (b) motor estacionario  
(F. Cáceres)

Asimismo con temperaturas bajas o muy elevadas, este sistema funciona correctamente llegando en pocos minutos a la temperatura óptima del trabajo. Al no tener agua como medio de enfriamiento, no se congela ni hierve por lo tanto puede trabajar en una temperatura ambiente desde menos 40° C, a más de 60° C.

El sistema de enfriamiento por aire consiste en un turbo ventilador que genera una corriente de aire constante el cual es llevado hacia los cilindros por una manga guía, diseñada para que la cantidad de aire sea pareja en todos los cilindros, 50 m<sup>3</sup> por HP/hora.

Los cilindros poseen aletas para aumentar la superficie de contacto con el aire en una relación de 1 a 11.

A la salida del aire se encuentran unas placas deflectoras que son las encargadas de que el aire circule alrededor de los cilindros para obtener un enfriamiento pareja.

Para un buen mantenimiento del sistema de enfriamiento por aire, como primera medida debe evitarse las pérdidas de aceite que nos puedan humedecer las aletas de enfriamiento facilitando que la tierra quede pegada. Cada 1000 a 1500 horas hacer revisar los rodamientos del turbo ventilador.

### **5.2.1 COMO LIMPIAR CORRECTAMENTE EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR AIRE.**

Limpiar las aletas de enfriamiento con aire o agua, siempre en sentido contrario a la circulación del aire. Si se limpia con agua, el motor tiene que estar completamente frío.

#### **RESUMEN:**

- Sistema de refrigeración fácil de mantener
- Funciona en climas calurosos y fríos sin problemas
- Enfriamiento individual para cada cilindro
- Evitar goteras de aceite en la paletas de disipación de calor de los cilindros
- Este sistema se complementa con el sistema de lubricación.

# CAPITULO 6

## Mantenimiento del sistema eléctrico

### 6.1 LA BATERÍA

Es un artefacto conformado por placas positivas (peróxido de plomo) y placas negativas (plomo puro esponjoso), sumergidos en un fluido llamado electrolito de la batería (ácido sulfúrico diluido), que convierte la energía química en energía mecánica.

Para un adecuado mantenimiento es necesario, conocer por dentro y por fuera, de que elementos está conformado el sistema eléctrico, siendo uno de sus partes importantes la batería; así tenemos en las siguientes figuras sus partes más importantes:

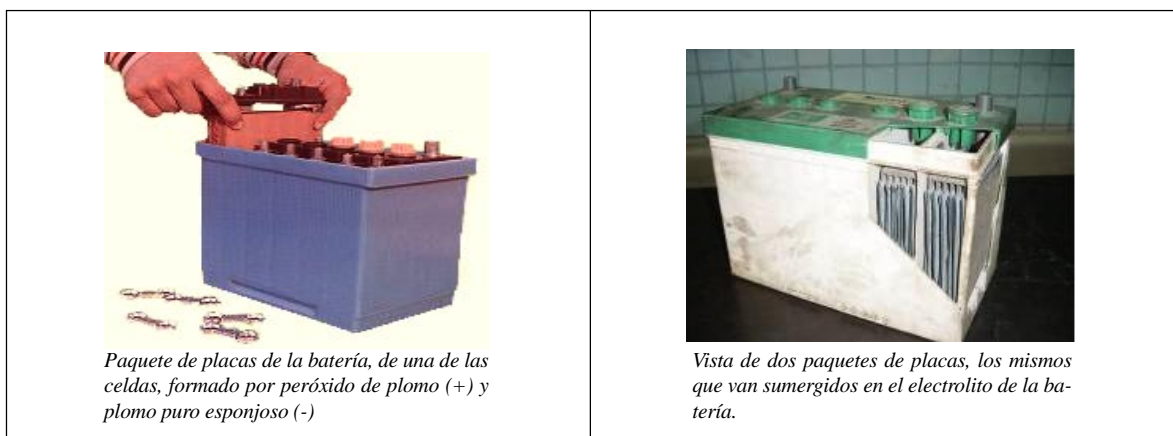


Fig. 6.1. Esquema y corte de una batería

### 6.2. MANTENIMIENTO DE LA BATERÍA.

- Una vez por semana revisar el nivel del electrolito de la batería, debiendo estar éste tapando las placas.
- Revisar los bornes y eventualmente limpiarlos.
- Mantener destapados los respiraderos de las tapas de cada celda.
- Periódicamente se debe retirar el cable de maza o tierra, y limpiar bien su conexión al chasis (maza), colocarlo nuevamente apretándolo bien.

### 6.3. LAVADO DE BORNES Y POSTE DE BATERÍA.

Se efectuará periódicamente con un balde de agua caliente al cual se le agregará un sobre de bicarbonato, para la neutralización de los ácidos, se enjuaga con abundante agua fría, luego de esta limpieza, los bornes deberán ser protegidos con una capa de grasa o vaselina.

- 1 Borne para la batería
- 2 Escobilla de alambre
- 3 Poste de la batería
- 4 escobilla hueca de alambre

### 6.4. VERIFICACIÓN DE CARGA CON EL HIDRÓMETRO.

Con un hidrómetro se debe medir en cada una de las celdas de la batería la densidad o concentración del ácido sulfúrico del electrolito, si el indicador marca 1,12 indica que esta totalmente descargada, si marca 1,24 tiene media carga y 1,28 indica que esta totalmente cargada: Éstos valores se registraran si se usa un hidrómetro con escala de valores, pero si se cuenta con un hidrómetro con bandas indicadoras de carga, debe tenerse en cuenta, si el nivel del electrolito en el hidrómetro hace flotar el bulbo hasta la banda:

- Verde, nivel de carga completa
- Blanca, media carga
- Roja, batería descargada

En la siguiente fotografía se puede observar la forma de medir la carga de la batería con el hidrómetro:



Fig. 6.2 Medida de la carga de la batería con el hidrómetro de bulbo (foto F. Cáceres)

Se debe reponer el nivel del electrolito utilizando únicamente agua destilada. Si en época fría consume mucha agua, hacer revisar el regulador de voltaje.

### 6.5. VERIFICACIÓN DE CARGA DE LA BATERÍA CON MULTITESTER.

Existe en el mercado diferentes tipos de multitesters, diseñados especialmente para medir la carga de la batería y de fácil lectura, unos son con valores que van desde 2 voltios hasta 14 voltios, otros son con bandas de colores que indican carga completa o media carga o descargada; los mas modernos son multitesters digitales, como el mostrado en la figura 6.3.

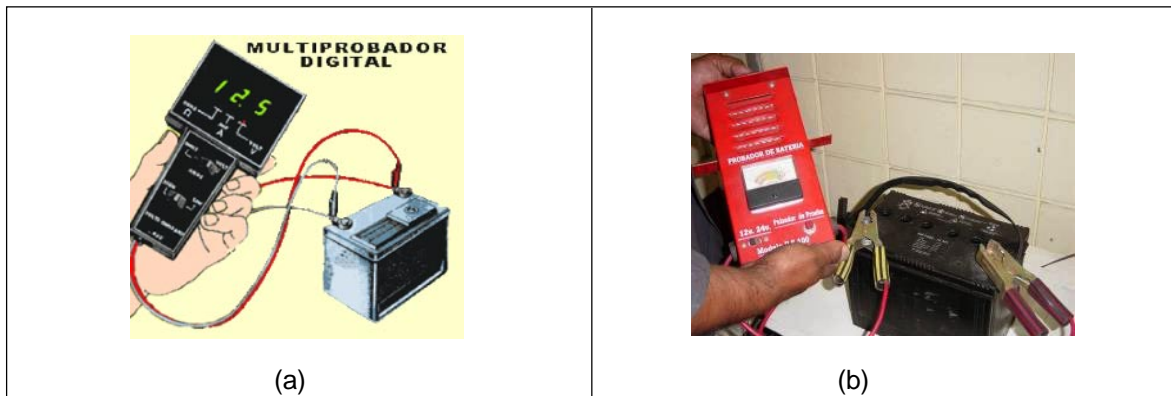


Fig. 6.3 Medida de carga de la batería, (a) multiprobador digital (a) Multitesters convencional ( foto F. Cáceres)

En ambos casos se debe tener en cuenta la polaridad de los postes de la batería para la conexión hacia el multítester.

### 6.6. REGULADOR DE VOLTAJE

No deberá ser manipulado y en caso de mal funcionamiento, reemplazarlo por uno original, es importante que las conexiones del regulador a la batería y alternador o dinamo este con la polaridad recomendada.

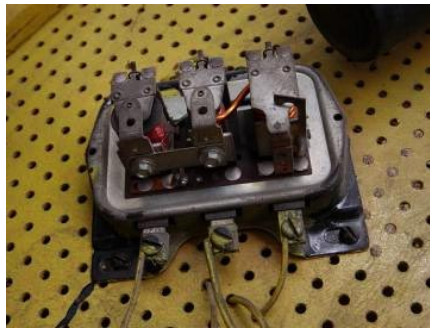


Fig. 6.4 Relay mostrando bobinas (foto Cáceres)

### 6.7. DINAMO

El dinamo es un artefacto electromecánico, que convierte la energía mecánica en energía eléctrica, usado todavía en algunos tractores antiguos, básicamente esta conformado por las siguientes partes:

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tapa</li> <li>2. Armadura o carcasa</li> <li>3. Abrazadera y tapa de escobillas</li> <li>4. Escobillas o carbones</li> <li>5. Tapa y porta escobillas</li> <li>6. Polea</li> <li>7. Inducido o rotor</li> <li>8. colectores</li> <li>9. Bobinas inductoras</li> <li>10. Polos o masas polares</li> </ol>	
--	--

Fig. 6.5 Dinamo cortada, mostrando rotor e inducido (foto F. Cáceres)

Cuidar que el colector esté limpio. Si está empastado, se puede limpiar con un trapo húmedo en gasolina, sacando la correa se hace girar la polea con la mano, si se encuentra ligeramente rayado, con lija de agua se procederá a su pulido, no se debe usar tela esmeril. Si el mismo tiene una aceitera, cada cambio de aceite del motor se le colocará tres o cuatro gotas de aceite.

Caso contrario de no tenerla, cada 1000 horas se debe llevar a un taller especializado para que revise los rodamientos, recordar mantener los contactos bien apretados y dejar en su lugar la cubierta con su correspondiente aislante, que protege los carbones y el colector.

### 6.8. ALTERNADOR

Es un artefacto electromecánico que también convierte la energía mecánica en energía eléctrica, para ello esta estructurado de las siguientes partes:

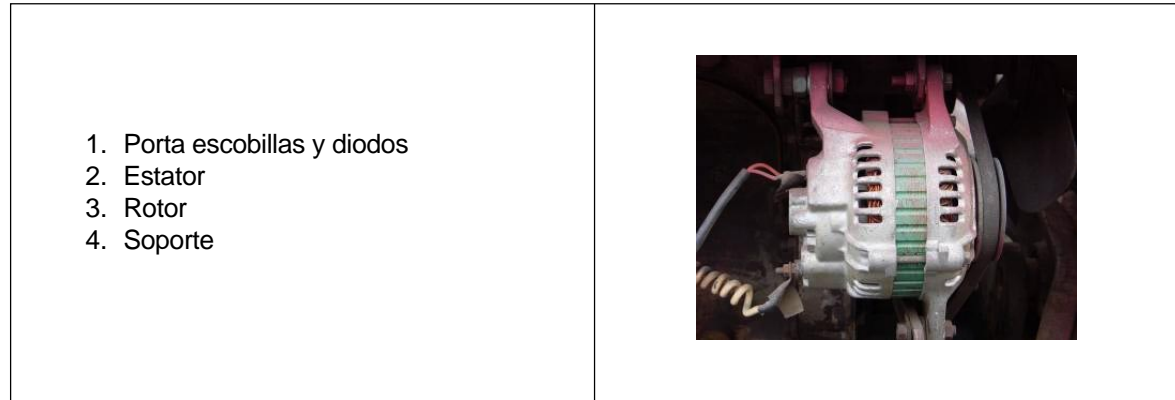


Fig.6.6 Alternador montado en un tractor (foto F. Cáceres)

El alternador tiene la ventaja de suministrar corriente a bajo régimen del motor, manteniendo más estable la carga de la batería. Controlar diariamente la tensión de la correa (es correcto cuando la flecha o deflexión entre dos poleas, apretando con una mano es de 10 a 15 mm.

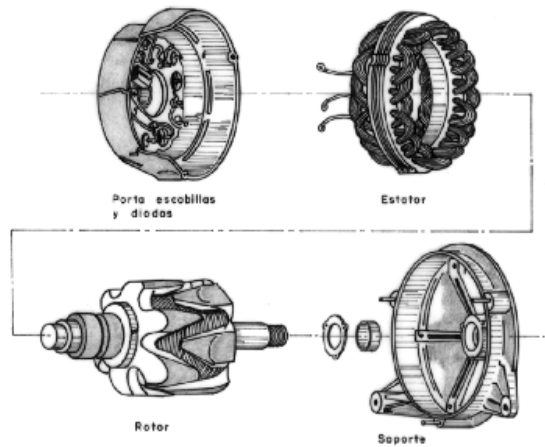


Fig. 6.7 Esquema de la estructura de un alternador (F. Cáceres)

Cada 1,200 horas de servicio hacer revisar el alternador en un taller especializado (se recomienda hacer controlar los rodamientos, si el desgaste es acentuado, deberán ser reemplazados, es aconsejable que en cada servicio que se realice, renovar los carbones).

Los circuitos de carga con el dinamo más conocido como generador y el alternador se puede observar en ele esquema siguiente, donde podemos observar las diferentes partes de cada uno de ello y las conexiones que deben chequearse, como parte del mantenimiento.

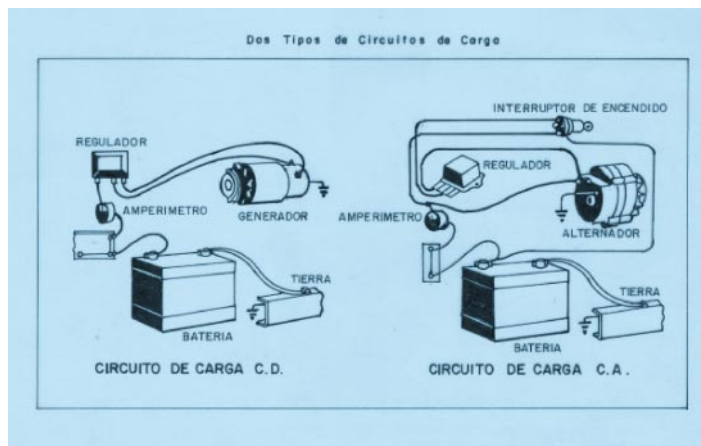


Fig. 6.8 Circuito de carga con Dinamo y alternador(Jhon deere)

### 6.9. PRECAUCIONES EN EL USO DE GENERADORES

- a) El alternador debe siempre funcionar con sus respectivas baterías y regulador de voltaje.
- b) No intentar nunca polarizar el alternador
- c) No invertir jamás, la polaridad de la batería.
- d) Verificar que las conexiones estén firmes de los bornes del alternador y regulador.
- e) Desconectar el cable de maza o tierra de la batería, antes de conectarlo a un cargador.
- f) Para controlar el circuito piloto o de excitación, usar siempre el voltímetro de CC o lámpara de prueba, nunca hacer puente con destornillador u otro objeto metálico, entre los distintos circuitos y maza o tierra.
- g) Mantener siempre en estado de funcionamiento la lámpara indicadora de carga. A través de la misma se produce la excitación inicial.
- h) Al lavar el motor, evitar que entre agua al alternador y regulador, protegiéndolos adecuadamente.
- i) Al efectuar soldaduras eléctricas sobre partes metálicas del bastidor, desconectar previamente el regulador, el alternador y el cable de maza de las baterías.
- j) No hacer trabajar nunca el alternador con excitación directa, anulando el regulador.

#### RESUMEN:

Localizar fallas en un sistema de carga, una falla nos indica, generalmente la luz testigo o lámpara o el amperímetro instalados en el tablero de instrumentos del tractor.

Lo primero que debe hacer un mecánico en caso de falla es verificar si las conexiones y cables están en buen estado, si estos están conformes, se procederá a controlar el dinamo o alternador, realizando las pruebas necesarias como, la prueba de potencia y las conexiones, luego cuando sea necesario se pasará a las pruebas del regulador.

### 6.10. MOTOR DE ARRANQUE.

Tener las baterías con buena carga, recordemos que por efecto del frío la batería pierde carga.

Cada 250 horas de trabajo, lubricar el buje del lado de la brida con aceite de motor (aproximadamente 10 gotas), retirando el tapón roscado que se halla en la brida, ( no todos la tienen).



*Fig. 6.9 Motor de arranque montado en el tractor (foto F. Cáceres)*

Cada 600 a 700 horas de trabajo, hacer controlar por personal especializado el funcionamiento del motor de arranque y el desgaste de las escobillas.

Proceder así mismo a la limpieza del colector y al control y engrase de los cojinetes.

#### RESUMEN DE MANTENIMIENTO:

- Revisar los contactos o terminales que no deben estar oxidados o flojos
- Revisar las conexiones deterioradas y el aislamiento
- Si se detecta fallas al momento del arranque, debe ser revisado por personal especializado del taller.
- Evitar hacer el arranque directamente haciendo cortocircuito con desarmador.

# CAPITULO 7

## Mantenimiento de los sistemas hidráulicos

### 7.1 LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS

Los sistemas hidráulicos de los tractores proporcionan la fuerza necesaria para controlar las distintas operaciones durante la realización del trabajo de campo; así tenemos que la dirección, los frenos, transmisiones hidráulicas, el control de implementos a través del enganche en tres puntos, las botellas hidráulicas del control remoto, motores hidráulicos, etc.

Los componentes principales del sistema hidráulico se pueden observar en la siguiente figura:

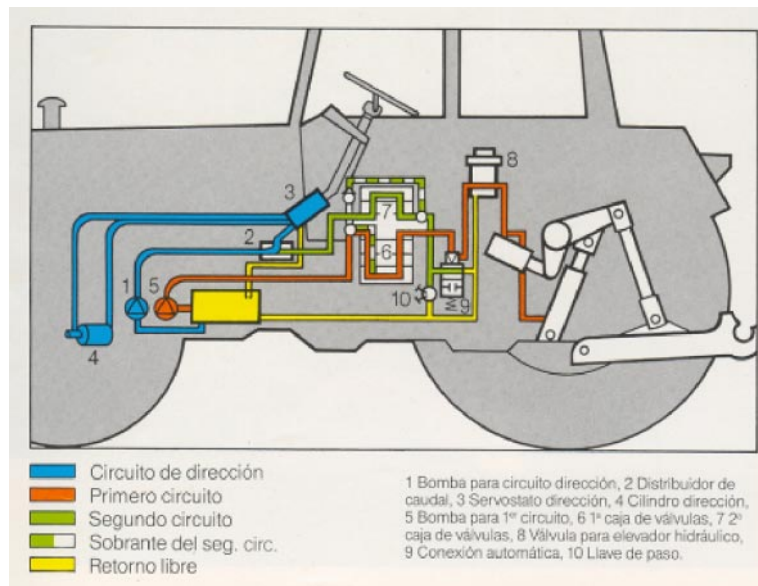


Fig. 6.1 Esquema del sistema hidráulico (Fendt)

### 7.2 EL ENGANCHE EN TRES PUNTOS

Para que el sistema hidráulico del tractor trabaje eficientemente debe tenerse en cuenta las nivelaciones que se realiza en el enganche en tres puntos; así tenemos:

## a) Nivelación horizontal o longitudinal

Se controla con el brazo telescópico o tercer brazo del enganche en tres puntos.



Fig. 7.2 Enganche en tres puntos (Ford)

## b) Nivelación transversal o vertical

Se controla con los brazos inferiores del enganche en tres puntos.

## c) Fijación de las cadenas estabilizadoras

Deben permanecer firmes con la finalidad de solidarizar entre si al implemento y tractor respectivamente.

La inadecuada nivelación, lleva a realizar en forma no uniforme el trabajo del implemento con el consiguiente desgaste prematuro de los rodajes y neumáticos.

Antes del trabajo, debe controlarse que el enganche en tres puntos del tractor disponga de la capacidad mínima necesaria como para elevar y mantener a un nivel constante el implemento, los tractores modernos cuentan con controles de fácil operación para la operación del hidráulico, como el mostrado en la figura.



Fig. 7.3 Panel moderno de control del sistema hidráulico (landini)

En el circuito hidráulico existe un depósito de aceite el cual tiene una varilla que permite controlar el nivel del mismo.

Esta operación de verificación se efectuará semanalmente.

Cada 1000 horas cambiar el filtro del circuito hidráulico.

Existe además un respiradero que con cada cambio de aceite del motor deberá ser retirado, se lavará con petróleo y se enjuagará con aceite común; luego colocado en su lugar.

### 7.3. OPERACIÓN DEL CILINDRO DE CONTROL REMOTO.

Si el tractor posee sistema de control remoto, el mismo debe estar siempre en condiciones de buen funcionamiento.

Bastará a tal efecto, accionar la palanca de mando y el cilindro al abrirse o al cerrarse bajará o levantará el implemento. (Recuerde que con el frío el aceite aumenta su viscosidad, no accione el hidráulico).

lico sin antes haber hecho funcionar todo el sistema para que el aceite se caliente).

Luego de las primeras 50 horas de trabajo, se procederá a cambiar totalmente el aceite conjuntamente con la unidad filtrante.

El verdadero mantenimiento consiste en seguir las instrucciones que nos da el fabricante en sus instrucciones de servicio. Utilizando en todos los casos aceite de calidad reconocida.

#### **7.4. FORMA CORRECTA DE OPERACIÓN DE TODO EL SISTEMA HIDRÁULICO.**

Con la finalidad de no producir un excesivo recalentamiento del aceite y por consiguiente de todo el sistema, con peligro de deteriorar especialmente la bomba hidráulica, los equipos que sean accionados ya sea por el control remoto o por el enganche en tres puntos, deberán ser operados teniendo la precaución de que el motor del tractor tiene que estar bien acelerado.

Debe tenerse en cuenta que en los lugares donde la temperatura es muy baja, especialmente en la Sierra, antes de empezar a trabajar y después de poner en marcha el motor del tractor, es conveniente accionar varias veces en vacío el sistema hidráulico para que el aceite tome su temperatura de trabajo.

# CAPITULO 8

## Conexion de la polea



*Fig. 8.1 Uso de Polea y faja plana*

En los tractores equipados con poleas, para el uso de la misma; se deberá seguir las instrucciones del manual del tractor respectivo. Si la polea no es usada continuamente se debe hacer funcionar la misma por lo menos una vez a la semana en vacío durante 10 minutos.

El mantenimiento de la polea consiste en tenerlo engrasado la parte interna y libre de polvo, se deberá cubrir cuidadosamente la parte que contiene las estrías a la conexión al PTO.

La polea de algunos tractores son usados para impulsar picadores sopladoras en la cosecha de forrajes, así como también para accionar bombas de hasta 6" de diámetro para llevar agua para el riego.

Cuidado especial se debe tener cuando se conecta con la faja plana y para un buen agarre entre la polea y la faja no debe engrasarse o mojarse la polea.

# CAPITULO 9

## El eje toma de fuerza (pto)

### 9.1 MONTAJE DEL EJE TOMA DE FUERZA AL TRACTOR

El PTO o toma de fuerza del tractor, nos permite acoplar implementos que requieren una fuente de energía para su funcionamiento, tales como sembradoras al voleo, fumigadoras, abonadoras, etc.

Para cada necesidad la toma de fuerza o PTO, debe ser capaz de satisfacer los requerimientos de velocidad; así algunos tractores vienen equipados con tomas de fuerza para tres velocidades: 540, 750 y 1000 rpm, respectivamente; siendo las mas comunes las de 540 y 1000 rpm.

También debe notarse que algunos modelos de tractores cuentan con doble eje toma de fuerza, uno en la parte frontal y otro en la parte posterior

Existiendo varios modelos de conexión del eje toma de fuerza, se recomienda consultar los manuales de cada tractor.

Sin embargo en los ejes que usan un elemento cardánico para la transmisión de movimiento, debe verificarse periódicamente el estado y régimen de la misma.



*Fig. 9.1 Acople del PTO (Jhon Deere)*

Al conectar el eje cardánico, debe controlarse en él, la posición correcta de trabajo de las juntas universales y el ángulo del eje cardánico.



Fig. 9.2 Uso del PTO y Polea

Cuando no se va utilizar el eje toma de fuerza, éste debe ser engrasado y protegido con su respectiva cubierta.

## 9.2 MANTENIMIENTO DEL EJE TOMA DE FUERZA

El mantenimiento consiste básicamente en mantener el eje cardanico engrasado y con su cubierta respectiva; así como alineado la cardan con las juntas universales, los mismos que deben ser observados al momento del montaje, que deben estar alineados correctamente; de lo contrario se producirá una vibración anormal y zumbido en la cardan.

Cuando no se va utilizar el eje toma de fuerza, debe ser engrasado y protegido con su respectiva cubierta, para evitar el ingreso de polvo, humedad, etc. Y así impedir su oxidación.

## 9.3 REGULACIÓN DEL PEDAL DEL EMBRAGUE

Deberá efectuarse cada vez que el juego libre del pedal sea menor de 20mm. Accionando sobre el correspondiente punto de regulación hasta llegar al valor mencionado.

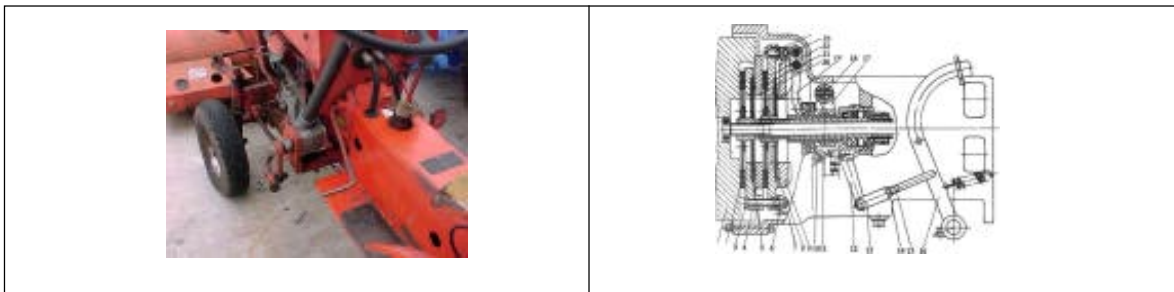


Fig. 9.3. Pedal del embrague y esquema del mismo(foto F. Cáceres)

# CAPITULO 10

## Sistema de frenos del tractor

### 10.1 SISTEMA DE FRENOS EN TRACTORES

Los tractores agrícolas, por lo general tienen dos pedales de frenos que pueden ser utilizados independientemente durante el trabajo de campo, para hacer giros a la derecha o izquierda o ambos para detener la marcha.

Debe tenerse mucho cuidado de tener ajustado correctamente los dos pedales, para evitar volcaduras durante el frenado brusco.



Fig. 10.1 Pedales del freno(Web)

Algunos tractores vienen equipados con frenos en las cuatro ruedas, lo que brinda una mayor seguridad en circulación por la carretera. Las ruedas traseras se frenan con frenos de tambor o de disco, de grandes dimensiones, accionados hidráulicamente. Los ejes delanteros también vienen equipados con freno de disco, fig.10.2.

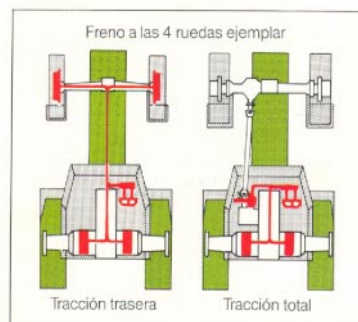


Fig. 10.2 Sistema de frenos en las 4 ruedas (Fendt)

Los controles de los frenos de los tractores pueden ser:

## 10.2 FRENOS HIDRÁULICOS

Son aquellos controlados por los pedales, pero por acción de un aceite hidráulico, confinado en un sistema cerrado y gobernado por un cilindro maestro del freno, que a su vez es activado por un mecanismo llamado cilindro esclavo. Todo el conjunto está inmerso en aceite cuyas características es la misma que la usada para la transmisión, indicada en el capítulo 4, ítem 4.9.

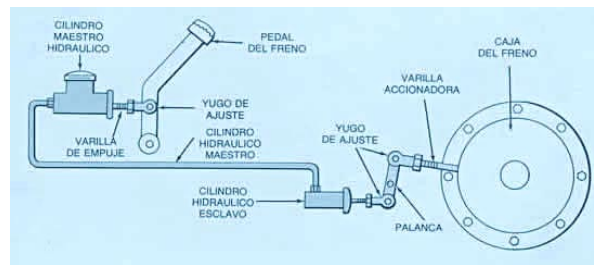


Fig. 10.3 Freno hidráulico y sus partes (Jhon Deere)

## 10.3 FRENOS MECÁNICOS

Son aquellos que están controlados y activados por una articulación mecánica. Las varillas o cables de control proporcionan la articulación entre los pedales del freno y los elementos de frenado de las ruedas.

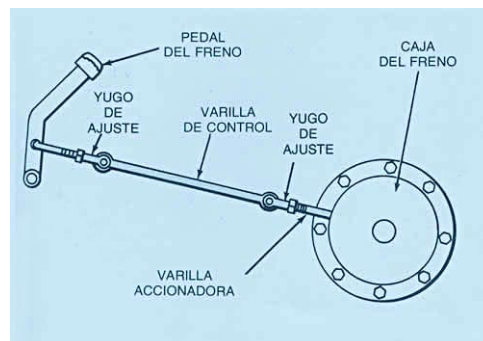


Fig.10.4 Frenos mecánicos (Jhon Deere)

La acción del frenado puede ser realizada por algunos de los siguientes mecanismos:

### 10.3.1 FRENOS DE BANDA

En este mecanismo se obtiene la acción de frenado ajustando tensamente una banda alrededor de un tambor giratorio y cuando cesa la acción del pedal, un resorte retrae la banda para que el tambor gire libremente.

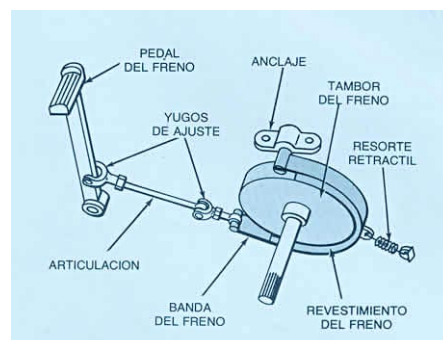


Fig. 10.5 Esquema de frenos de banda (Jhon Deere)

### 10.3.2 FRENOS DE ZAPATA

Es uno de los tipos de frenos de mayor uso, especialmente en la mayoría de los automóviles. Esto consiste en la producción de esfuerzos contra el interior del tambor del freno para reducir o impedir que el tambor de la rueda gire;



Fig. 10.6 Frenos de zapata, montado y solo zapatas (Jhon Deere)

### 10.3.4 FRENOS DE DISCOS

Son los sistemas de frenado que se utilizan comúnmente en los tractores agrícolas y cada mecanismo del freno consta de dos discos de freno impulsados con superficies de fricción, conectados entre sí y dos discos actuantes impelen los discos contra una superficie de frenado fija.

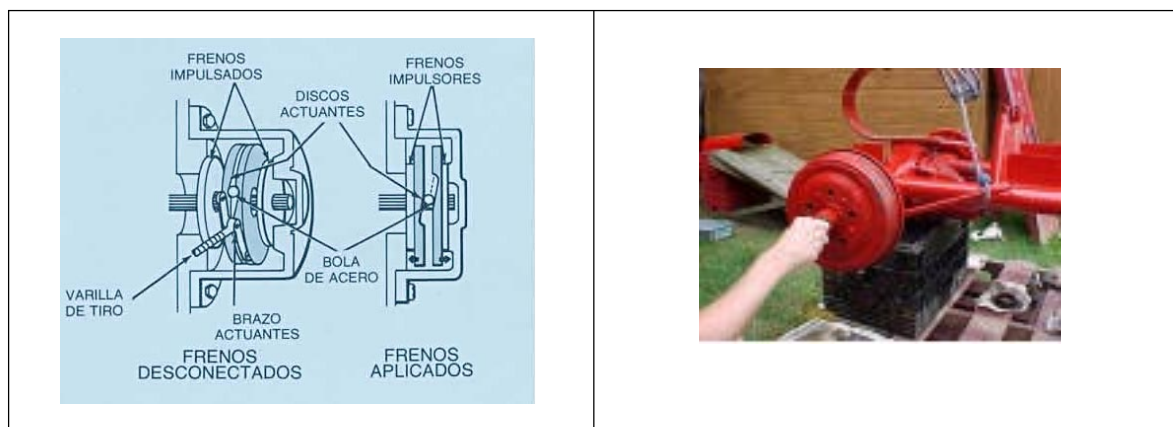


Fig. 10.7 frenos de discos y disco montado (Jhon Deere)

## 10.4 REGULACIÓN DEL FRENO

Dos cosas pueden indicar que los frenos necesitan ajuste:

- Demasiada carrera libre del pedal
- Acción de frenado pobre o disparejo

Cuando el juego libre de los pedales del freno superan los 25mm, aproximadamente, se procederá a su regulación para restablecer el valor de 20mm.

Bloqueo o traba de los pedales de frenos:

1. Los frenos se utilizan sin traba cuando se esta realizando trabajos en el campo.
2. Se usan trabado los pedales del freno, cuando se esta desplazando por vía libre o en transporte.

# CAPITULO 11

## Los Neumáticos

### 11.1 LOS NEUMÁTICOS O LLANTAS AGRÍCOLAS

Desde el punto de vista de la semántica es necesario diferenciar Neumático y llanta:

**Neumático**, bandaje toroidal de goma lleno de aire, que se aplica alrededor de las llantas de la mayoría de los vehículos.

**Llanta**, Cerco metálico exterior de las ruedas de los automóviles, bicicletas, etc., en el que van encajados los neumáticos.

En nuestro país, se usa indistintamente los dos términos para designar al neumático, mientras que a la llanta se le conoce como **aro**.

La estructura básica de una llanta, es la siguiente:

- 1) Banda de rodamiento
- 2) Pliegues o coraza contra impactos
- 3) Pared lateral
- 4) Pestañas (moldura o talón)
- 5) válvula para el inflado (pitón)

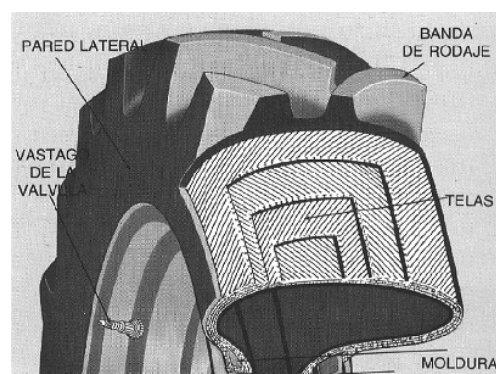


Fig. 11.1 Corte de una llanta mostrando sus partes importantes (Jhon Deere)

La Presión adecuada en los neumáticos no solamente prolonga la vida de las mismas, sino que mejora el esfuerzo de tracción, reduciendo el patinaje.

No es aconsejable tratar de conseguir mayor tracción aumentando o rebajando la presión de los neumáticos.

La tracción o potencial de tiro está en relación al peso que acarrea y que cuanto mayor sea la carga sobre el eje motriz, mayor será el esfuerzo de tracción que la llanta podrá ejercer.

Las formas aconsejables de aumentar peso para mayor tracción son las siguientes:

- Mediante el uso de contrapesos
- Agregando agua a los neumáticos (hidro-inflado)

Estas dos formas no son excluyentes, pudiéndose utilizar las dos formas en conjunto.

Si se adecua en los neumáticos la velocidad y el lastre correspondiente, se conseguirá la máxima eficiencia del tractor.

## 11.2 EL PATINAMIENTO

La relación entre el patinaje y la eficiencia de tracción es una relación compleja; sin embargo hasta cierto punto el patinaje es una ventaja ya que puede incrementar la eficiencia del tractor.

Para cada condición de suelo hay un rango óptimo de patinaje que otorga la más alta tracción (debe calcularse para nuestras condiciones); a modo de ejemplo indicaremos los valores usados en la Argentina, y son los siguientes:

- Sobre suelo duro : entre el 05% y el 07%
- Sobre rastrojo : entre el 05% y el 12%
- Sobre suelo movido : entre el 10% y el 15%
- Sobre suelo arenoso : entre el 10% y el 20%

## 11.3 FORMAS PRÁCTICAS DE MEDIR EL PATINAJE

a) En función al número de vueltas de la rueda motriz

Una forma práctica de medir el patinamiento y adecuarlo a las necesidades que se deseen, es el siguiente:

- Coloque una marca al costado del neumático (una raya blanca ancha, por ejemplo).
- Marque a su vez su punto de correspondencia con el suelo y la marca anterior (puede colocar un jalón).
- Con el tractor solo (sin carga), recorra una distancia igual a la longitud de 10 vueltas de la rueda marcada y señale el punto de finalización (con otro jalón).
- Enganche el implemento y recorra nuevamente la distancia señalada en los pasos anteriores, contando el número de vueltas de la rueda marcada.
- Obtenga la diferencia de vueltas entre ambas pasadas y llévela a porcentaje, según la siguiente relación:

$$S = \frac{Nc - Nv}{Nv} * 100$$

Donde:

S = Porcentaje de patinamiento

Nc = Número de vueltas de la rueda del tractor con implemento (cargado)

Nv = Número de vueltas de la rueda del tractor sin implemento (vacío).

b) En función a la huella dejada por la rueda

Consiste en verificar la impresión de las cocadas que deja la rueda en el suelo, de tal manera que:

- Si la pisada aparece bien en los bordes laterales marcando bien las huellas de las cocadas y en el centro la impresión que deja es confusa, el patinaje es el **adecuado**.
- Si la pisada hace que la huella de las cocadas quede bien definida (bien marcada), el patinaje es **Bajo** (lastre excesivo).
- Si la pisada aparece borrosa, sin evidenciar la huella de la cocada, el patinaje es **excesivo** (poco peso o lastre).

#### 11.4 VENTAJA DEL HIDRO-INFLADO

Con el uso del hidro-inflado se aumenta la fuerza de arrastre, ya que el peso del líquido ayuda a las cocadas de la rueda a penetrar más en el terreno. Se disminuye el patinaje y por ende el desgaste de los neumáticos es menor.

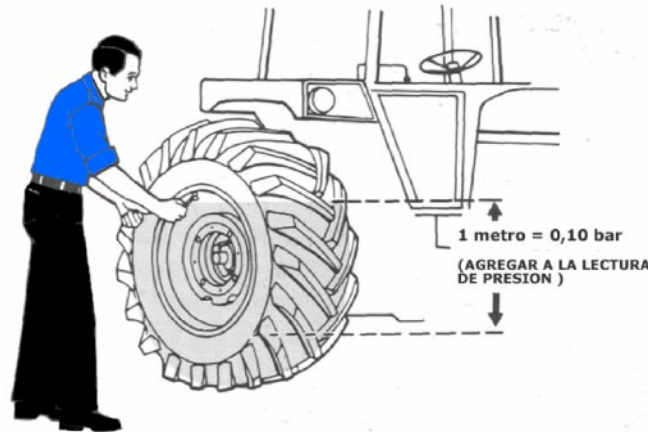


Fig. 11.2 Hidroinflado, observar el nivel del agua (Jhon Deere)

#### 11.5 CUIDADO Y CONSERVACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS

##### ■ Realice un buen armado

- Controle que la llanta y sus componentes sean los correctos y estén en perfecto estado (no utilice llantas fisuradas)
- Ármelos cuidadosamente para no dañar o doblar los talones o pestañas (utilice las herramientas adecuadas).
- Si se trabaja con llantas dobles o duales, realice un correcto emparejamiento, controlando que el espacio entre llantas sea el recomendado.

##### ■ Realice un uso adecuado

- Utilice la presión adecuada de inflado en relación a la carga.
- Debe inflarse a la presión recomendada. Una excesiva presión hará que el neumático quede rígido, impidiendo que flexione y se adapte a las irregularidades del terreno, provocando deslizamiento y rápido desgaste de la banda de rodadura.
- La llanta que trabaja sobre el surco debe inflarse con cuatro libras más que la otra, siempre que no exceda la presión recomendada.
- Para uso en carreteras, deben inflarse a la presión máxima recomendada, a fin de evitar deformaciones que se producen al apoyar las cocadas sobre superficies duras.

##### ■ Realice una buena conducción

- No debe iniciar la marcha bruscamente. La salida debe ser suave. Acelerar muy rápido hace que los neumáticos patinen provocando mayor desgaste y en ciertos casos pueden producirse cortes y desgarros.
- Los implementos agrícolas provistos de cuchillas o bordes cortantes deben sujetarse con la adecuada separación, para evitar que al girar los neumáticos éstos se dañen.
- Es conveniente evitar los cortes accidentales o golpes. Se debe conducir con cuidado, evitando en lo posible los troncos y las piedras.
- Evite el patinaje excesivo de las llantas, especialmente en suelos muy abrasivos de ripio o elementos sueltos.

##### ■ Realice el mantenimiento constante

- La presión de aire de los neumáticos debe ser frecuentemente controlada. Es una buena práctica hacerlo cada 15 días.
- Debe evitarse el contacto de los neumáticos con kerosén, petróleo, grasas o aceites, ya que estos productos ablandan y deterioran el caucho.

- Vulcanice los cortes de la llanta.
- Cuando no se va utilizar el tractor o equipo con llantas, por un tiempo prolongado, se debe apoyar sobre tacos el tractor, aunque no se les eleve del suelo, y protegerlos del sol radiante, para evitar rajaduras.
- Después de utilizar el tractor en labores de fumigación es recomendable lavar los neumáticos.

Un método sencillo (pero que se logra con la práctica) y de campo aproximado para determinar las presiones de inflado de los neumáticos consiste en lo siguiente:



*Fig.11.3 Inflado excesivo, causa desgaste rápido al centro de la banda de rodadura y quita flexibilidad a los neumáticos. Inflado insuficiente, Causa excesiva flexión de las paredes laterales originando sobrecalentamiento. Ambos dañan a los neumáticos.*

- Colocar el tractor en una superficie pareja y dura y observar como se asienta la cocada central de las ruedas traseras; si es necesario se moverá el tractor un poco hacia adelante y hacia atrás hasta que esa cocada esté bien vertical.
- Observar lo siguiente:

Si el borde inferior de la cocada está rozando prácticamente el suelo, (02mm) la presión aproximada es de 16 lb/pul<sup>2</sup> (rueda trasera izquierda); si el borde inferior de la cocada ase separa aproximadamente 01 cm, la presión es de 18 lb/pul<sup>2</sup> (rueda trasera derecha).

Estas presiones son las adecuadas para trabajar con el tractor teniendo una de las ruedas en el surco.

Con el tractor con las ruedas fuera del surco ambas ruedas deben estar infladas a 16 lb/pul<sup>2</sup>.

Recordar que la falta de presión, producirá grietas en las paredes laterales de las llantas y el exceso de presión producirá un desgaste prematuro de la parte central de la banda de rodadura por patinaje.

Para transporte las ruedas traseras deben tener 30 lb/pul<sup>2</sup> (cocada central separado mas o menos 02 cm. del suelo).

La presión de las llantas delanteras oscilará entre 30 a 32 lb/pul<sup>2</sup>.

Presión de las llantas delanteras en tractores de doble tracción. La presión recomendada es de 18 lb/pul<sup>2</sup>.

Recomendación especial: No inflar nunca con más de 35 lb/pul<sup>2</sup> (llantas para uso en tracción).

Tener en cuenta, los siguientes aspectos:

- La medición de la presión de los neumáticos debe realizarse cuando éstos estén fríos, porque cuando el tractor ha estado rodando o en operación, el aire dentro de los neumáticos se calienta y por consiguiente se eleva la presión del mismo. Si se mide la presión de los neumáticos calientes, nos dará una falsa indicación de la presión de inflado.

- Es muy importante conocer las huellas del tractor en el suelo para detectar posibles sobrecargas:
  - a) Con el lastre correcto, las huellas son claras, pero la tierra entre las marcas de huellas tiene un movimiento leve.
  - b) Demasiado lastre, deja huellas muy claras, sin evidencia de patinaje.
  - c) Muy poco lastre causa patinaje fuerte y no deja huellas claras.
- El hidroyado, debe ser realizado solo hasta el 75% de la capacidad volumétrica de los neumáticos, para evitar daños.

# CAPITULO 12

## Recomendaciones sobre manejo y seguridad

### 1). EVITAR HACER LO SIGUIENTE:

- Dejar en marcha el tractor en recintos cerrados y sin ventilación. Los gases del escape son altamente nocivos
- Bajarse del tractor estando el mismo en movimiento.
- Subirse a la barra de tiro estando el tractor en marcha
- utilizar el tractor para el transporte de personas (excepción: acompañante, cuando existe asiento para el mismo). Pueden caerse en cualquier desnivel del terreno.



Fig. 12.1 esquema de persona cayendo del tractor (Web)

### 2). EVITAR REALIZAR LO SIGUIENTE

- Arrancar el motor sin estar sobre el asiento del conductor
- Conducir cerca de orillas o bordes de zanjas y acequias puede producirse vuelco del tractor.

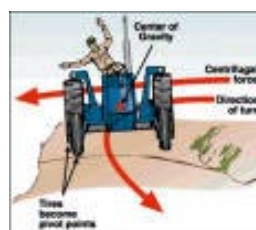


Fig. 12.2 Retrocediendo en pendiente, posible volcadura

- Abandonar el tractor sin colocar antes el freno de mano

**3). TENER EN CUENTA:**

- Al bajar una pendiente, utilizar una velocidad baja (1ra. o 2da marcha).
- Así mismo usar el motor a bajo régimen de revoluciones, el que actuará como freno.
- Proteger adecuadamente las partes en movimiento al utilizar el eje toma de fuerza
- Realizar los virajes a baja velocidad (velocidad excesiva, puede provocar el vuelco del tractor)
- Colocar la palanca de cambios en punto neutro y desembragar durante las detenciones del tractor con el motor funcionando, por breves que estas sean.

**4). EVITAR SIEMPRE:**

- Llevar ropas sueltas durante la labor. Las mismas pueden ser enganchadas por las ruedas o alguno de los mecanismos en movimiento
- Acercar las manos, herramientas u otros objetos a las partes en movimiento del tractor.
- Conectar el eje cardánico al eje toma de fuerza o trabajar en la misma estando el motor en marcha
- Bajarse del tractor dejando funcionando el eje cardanico cerca de lugares donde haya niños, pueden ocasionarse accidentes.
- Utilizar para la marcha sobre carretera el freno de una llanta, sino tener los dos pedales del freno trabados.
- Controlar el agua de la batería con un fósforo.
- Dejar estacionado el tractor con el motor funcionando, cerca de productos inflamables.

**5). DEBE TENER EN CUENTA SIEMPRE:**

- Verificar antes de arrancar el motor que las palancas de cambio de la misma se encuentren en neutro o punto muerto.
- Parar el motor durante la carga o control de nivel de combustible.
- Colocar el freno de mano o parqueo al estacionar el tractor.
- Encender las luces respectivas al trabajar en la oscuridad o en malas condiciones de visibilidad.
- Advertir a personas próximas al tractor, cuando se va poner en marcha.

# CAPITULO 13

## Uso de la bitacora

### 13.1 ¿QUE ES LA BITÁCORA?

La Bitácora o libreta de control, es cuaderno de registro, fundamental del tractor o vehículo, donde el operador de la unidad, debe registrar diariamente, los consumos de combustibles, lubricantes y servicios efectuados, horas trabajadas, recorridos efectuados; así mismo las fallas mecánicas que pudiera observarse. La bitácora se constituye en el historial de una máquina y debe anotarse en ella todas las ocurrencias que le puedan pasarle al tractor.

La libreta de control debe ser permanecer siempre en el tractor o ser llevado siempre por el operador, bajo su responsabilidad.

Una bitácora o libreta de control contiene las siguientes partes:

- Hoja de características del equipo
- Hojas de Tipos de servicio de mantenimiento
- Hoja de Resumen diario
- Hoja de resumen Mensual.
- Hoja de anotaciones u observaciones

#### 13.1.1. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

En esta hoja se harán las siguientes anotaciones:

- Tipo de máquina
- Marca, modelo, año de fabricación
- Número de motor
- Número de serie
- Número de horas de inicio de trabajo
- Nombre del conductor, anotando su número de licencia de conducir.
- Relación de herramientas con la cual va equipado.

#### 13.1.2. HOJAS DE TIPOS DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO

Estas hojas están referidas a los diferentes servicios que deben ser llevados en el tractor o vehículo; así tenemos:

##### a). Hoja de servicio preventivo “A”

En esta hoja se consignan lo que debe hacer el operador cada 250 horas de trabajo o cada 3,000 Km de recorrido o una vez al mes:

1. Lavado y engrase
2. Revisión de niveles
3. Cambiar aceite al motor
4. Revisar el panel de instrumentos
5. Revisar asientos, espaldares y soportes
6. Revisar juego libre de pedal de embrague
7. Revisar sistema de frenos
8. Revisar y alinear dirección
9. Revisar sistema de luces
10. Revisar radiador
11. Revisar correa del ventilador
12. Revisar estado y presión de las llantas
13. Lavar y limpiar filtro de aire
14. Revisar ajuste de freno de ruedas
15. Revisar fugas de aceite, combustible, etc.

#### **b). Hoja de servicio de Mantenimiento “B”**

Cada 500 horas de trabajo o 6,000 Km de recorrido o una vez cada dos meses se debe efectuar las revisiones de las siguientes partes:

1. Conjunto de bomba de combustible
2. Cañerías de lubricación y frenos
3. Limpiar alternador y generador
4. Sistema de suspensión (delantera y posterior)(autos)
5. Panal del Radiador
6. Limpiar y regular frenos
7. Alinear dirección
8. Balancear ruedas (automóviles)
9. Cambio de filtro y aceite del motor
10. Lavado y engrase
11. Revisión de niveles
12. Revisión del tablero de instrumentos
13. Sistema de limpiaparabrisas (automóviles)
14. Conexiones del sistema de embrague
15. Revisión del sistema eléctrico
16. Revisión de la correa del ventilador
17. Limpieza de bornes y revisión de niveles en la batería
18. Regular frenos

NOTA: Este servicio debe ser efectuado por un técnico o maestro mecánico.

#### **c). Hoja de Servicio Mecánico “C”**

Cada 1000 horas de trabajo o cada 12,000 Km de recorrido o una vez cada cuatro meses, efectuar los siguientes trabajos:

1. Tomar la compresión de cada cilindro del motor y registrarlo en la tarjeta de trabajo.
2. Afinamiento del motor, cambiando platinos, condensador bujías (motor a gasolina), revisión de la bomba de inyección (motores diesel)
3. Lavar internamente el radiador
4. cambiar aceite y filtro al motor
5. cambiar aceite a la caja de dirección, caja de cambios y transmisión.
6. Cambiar líquido al sistema de frenos.
7. Inspeccionar zapatas o bandas de frenos y jebes de bombines
8. Reajustar pernos de culata del motor
9. Revisar rodajes de ruedas y cambiarles grasa
10. Revisar terminales de la dirección
11. Inspeccionar crucetas de cardan y ejes de mando(autos)
12. Alinear dirección

13. Revisar suspensión delantera y posterior.
14. Inspeccionar el sistema eléctrico
15. Revisar sistema de embrague y conexiones
16. Revisar conexiones de la caja de cambios
17. Revisar y lavar el tanque de combustible
18. Revisar soportes de motor, caja de cambios
19. Inspeccionar conjunto de transmisión posterior.
20. Lavado y engrase.

NOTA: Este servicio debe ser efectuado por un técnico o maestro mecánico.

**d). Hoja de informe anual “D”**

En el informe anual se consignará todas las ocurrencias que se anotaron durante el año en la libreta de control o bitácora.

Así mismo la apreciación que sobre la unidad proporcione el personal a cargo de la administración, control y uso de los mismos.

**13.1.3. HOJA DE RESUMEN DIARIO**

En esta hoja van consignados las siguientes informaciones:

1. Mes y año
2. Fecha, desde el 1 al 31
3. Lectura del odómetro
3. Consumo diario de combustible.
4. Consumo de aceite del motor
5. consumo de aceite de transmisión
6. Tipo de servicio efectuado A-B-C
7. Consumo de líquido de frenos
8. consumo de aceite del filtro de aire.

**13.1.4. HOJA DE RESUMEN MENSUAL (HOJA DESGLOSABLE)**

En esta hoja se consignarán las siguientes informaciones

Máquina \_\_\_\_\_ Marca \_\_\_\_\_ Modelo \_\_\_\_\_  
 Mes \_\_\_\_\_ Año \_\_\_\_\_

**Lectura del hodómetro o velocímetro**

Al finalizar el mes \_\_\_\_\_ Hrs o Km  
 Al iniciar el mes \_\_\_\_\_ Hrs o Km  
 Horas trabajadas o  
 Kilómetros recorridos \_\_\_\_\_ Hrs o Km.

**Consumo total de:**

Gasolina \_\_\_\_\_ Glns  
 Aceite motor \_\_\_\_\_ lts  
 Aceite de transmisión \_\_\_\_\_ lts  
 Líquido de freno \_\_\_\_\_ lts.  
 Aceite filtro de aire \_\_\_\_\_ lts.

**Servicios efectuados:**

Recepción \_\_\_\_\_ Período inicial \_\_\_\_\_  
 Preventivo “A” \_\_\_\_\_ Mantenimiento “B” \_\_\_\_\_  
 Mecánico “C” \_\_\_\_\_ Anual “D” \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_

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

**HOJA DE INSPECCION "A"**

Periódicamente, o cuando la administración lo requiera, o simplemente cuando deseamos verificar el estado de conservación de nuestro tractor, se debe realizar la "Inspección de la Máquina", que ha su vez nos permitirá evaluar la responsabilidad del operador con la máquina.

Para tal efecto se puede utilizar el siguiente formato:

<b>SERVICIO DE INSPECCION "A"</b>	
<b>MAQUINARIA AGRICOLA</b>	
TRACTOR _____	
ODOMETRO _____	
FECHA _____	
1. Servicio de inspección "A" anterior: Fecha _____ Odómetro _____	<input type="checkbox"/>
2. Bitácora llenada correctamente y al día _____	<input type="checkbox"/>
3. Servicios mecánicos "B" y "C", efectuados oportunamente _____	<input type="checkbox"/>
4. Puntos de engrase bien lubricados _____	<input type="checkbox"/>
5. Aceite del motor a nivel de operación y cambiado oportunamente _____	<input type="checkbox"/>
6. Aceite a nieles de operación en:	
- Sistema hidráulico _____	<input type="checkbox"/>
- Transmisión _____	<input type="checkbox"/>
- Corona _____	<input type="checkbox"/>
- Mandos finales y libres de fugas _____	<input type="checkbox"/>
7. Filtro de aceite y combustible cambiados oportunamente _____	<input type="checkbox"/>
8. Pre filtro y filtro de aire limpios y funcionando correctamente _____	<input type="checkbox"/>
9. Panal de radiador limpio y agua a nivel de operación _____	<input type="checkbox"/>
10. Bomba de agua, ventilador y fajas funcionando correctamente _____	<input type="checkbox"/>
11. Generador y luces en correcto estado _____	<input type="checkbox"/>
12. Sistema de arranque operando correctamente _____	<input type="checkbox"/>
13. Batería limpia y bien asegurada, nivel de agua adecuado _____	<input type="checkbox"/>
14. Motor funcionando correctamente, consumo de aceite normal _____	<input type="checkbox"/>
15. Instrumentos del tablero funcionando correctamente _____	<input type="checkbox"/>
16. Embrague principal y cambios: controles y palancas Regulados y en buen estado _____	<input type="checkbox"/>
17. Sistema de frenos regulados y de accionamiento efectivo _____	<input type="checkbox"/>
18. Sistema de dirección en buen estado y de accionamiento efectivo _____	<input type="checkbox"/>
19. Tanque de combustible limpio y drenado _____	<input type="checkbox"/>
20. Líneas de combustible libres de fuga _____	<input type="checkbox"/>
21. Respiraderos limpios _____	<input type="checkbox"/>
22. Sistema de rodamiento en buen estado _____	<input type="checkbox"/>
23. Sistema hidráulico en buen estado y libre de fugas _____	<input type="checkbox"/>
24. Hoja empujadora y brazos en buen estado _____	<input type="checkbox"/>
25. Sistema de suspensión en buen estado _____	<input type="checkbox"/>
26. Cosechadoras: Mecanismo de corte, trilla, limpieza y elevación en buen estado. _____	<input type="checkbox"/>
27. Pernos, tuercas, elementos de unión, fajas y cadenas de transmisión debidamente ajustados _____	<input type="checkbox"/>
28. Herramientas y equipo de engrase completos y en buenas condiciones _____	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES _____	
_____	
_____ Firma Operador	_____ Firma Supervisor
Nombre:	Nombre:

## REFERENCIAS

- 1) Manuales de tractores Agrícolas, tales como: Massey Ferguson, Jhon Deere, Deutz Fahr, FORD, Kubota.
- 2) Revista Mantenimiento, órgano oficial de APEMAN SIN, 1994
- 3) FMO, Fundamentos de funcionamiento de máquinas - Mantenimiento Preventivo de Jhon Deere.
- 4) Motores de Combustión Interna, por Jaime Gilardi.
- 5) Fertilizadoras Centrífugas, por la Oficina Regional de la FAO, para América Latina y el Caribe. 1989
- 6) Farmer, Tractores FENDT, modelo 310 LSA turbo.
- 7) Farm Machinery and Equipment, por Smith and Wilkes, Mc Graw-hill/Sixt edition.
- 8) Agricultural Machinery, de Agricultural Mechanization Institute-Suweon-Korea, 1989.
- 9) Farm Power and Machinery Management, por Hunt, Iowa State.
- 10) Manual del Neumático Agrícola, Cia. Fate, Argentina.
- 11) Consideraciones Generales sobre lubricantes y combustibles, Cia. de Petróleos SHELL del Perú S.A.
- 12) Maquinaria Agrícola, por A.G. Harris y T.B. Muckle, editorial Acribia.
- 13) Página web: [www.shell.com](http://www.shell.com)
- 14) [www.noria.com](http://www.noria.com) (especialistas en análisis de aceites)
- 15) [www.hiac.com](http://www.hiac.com) (el equipo con que cuenta Ferreyros en el Perú es un Hiac Royco)
- 16) [www.northernlight.com](http://www.northernlight.com) (biblioteca de artículos de temas múltiples)
- 17) [www. Ptoshafits.com](http://www.Ptoshafits.com)
- 18) [www.thegzapage.com](http://www.thegzapage.com)
- 19) [www.greenshocy.com](http://www.greenshocy.com)

# Anexos

## ANEXO A.

### TERMINOLOGÍA UTILIZADA EN LOS PROGRAMAS DE RECOMENDACIÓN DE MANTENIMIENTO

**Verificar** - Observar que existan condiciones satisfactorias precisas, seguras y con buen desempeño.

**Inspeccionar** - Examine muy cuidadosamente los análisis críticos de pruebas, componentes o sistemas.

**Dispositivos de protección** - Interruptores de seguridad de cierre del motor por baja presión del aceite, alta temperatura del refrigerante, sobre aceleración, etc., que alertan al operador de la posibilidad de problemas existentes. La falta de respuesta oportuna a estas indicaciones puede resultar en falla del motor.

**Lubricar** - Para Lubricar (aceite, grasa, etc.) de acuerdo a lo especificado para reducir la fricción, el calor y el desgaste entre superficies de metal.

**Reemplazar** - Para instalar algún componente nuevo o reconstruido en lugar de uno desgastado o averiado.

**Ajustar** - Refiérase a las especificaciones del Manual de Servicio de cada una de las máquinas.

**Inspeccionar / Reconstruir / Intercambiar**, si es necesario “de Servicio” - Inspeccione para determinar el estado del componente; opte por lo más apropiado de acuerdo al estado del componente, la capacidad del distribuidor, y lo que es más importante, la satisfacción del usuario

## ANEXO B

## COMPARACIÓN DE BENEFICIOS DE COMBUSTIBLES DIESEL

PROPIEDAD	D-1	D-2	ULTRA FUEL
<b>Punto de fluidez:</b> uso de combustibles en temperaturas muy bajas	Bueno, -39°C	Moderado, -4°C	Bueno, -39°C
<b>Formación de humos:</b> calidad de la combustión y reducción de emisiones	Baja	Moderada	Muy baja
<b>Azufre:</b> formación de ácidos	Baja 0.15%	Moderada 0.29%	Baja, 0.15%
<b>Numero de cetano:</b> calidad de combustión, rapidez de la misma y aprovechamiento del combustible	Moderado 40	Moderado 40	Bueno 50
<b>Lubricidad:</b> protección de los componentes del sistema de combustible contra el desgaste.	Baja	Buena	Buena

Fuente: Hojas técnicas de la compañía Lubricantes Shell del Perú S.A. - 2001

## ANEXO C

## PRINCIPIOS DE LUBRICACIÓN

## FRICCIÓN

Las superficies no son completamente lisas, por mas pulidas que pueda parecer; sin embargo es muy importante que exista fricción en ciertos casos, como entre la rueda de un tractor y el suelo, pero la fricción debe ser menor entre los mecanismos que conforman el tractor, para evitar el desgaste de las piezas.

La fricción es una fuerza que se opone al movimiento.

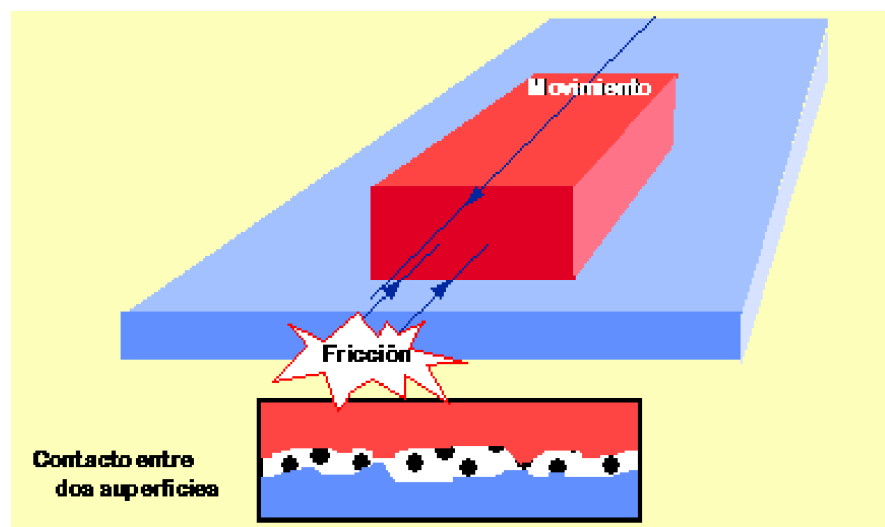


Fig. c1. Principios de la fricción. (Shell)

**Su magnitud depende de:**

- La composición y forma de las superficies
- La carga
- El grado de "lubricación"

**Consecuencia de la Fricción:**

- Generación de calor, en unos casos dañinos, pero otros casos se utiliza para soldar materiales de la misma composición, ejemplo, soldado de la cabeza de válvula y su respectivo vástago.
- Pérdida de potencia, debido a la fricción que existe entre los diferentes mecanismos que transforman la energía térmica del combustible en el motor y luego esto se convierte en energía mecánica, para realizar trabajo; sine embargo en el trayecto se va perdiendo energía por fricción. (Ver Fig. )
- Reducción de la eficiencia, al existir pérdidas de la energía producida por la fricción, trae como consecuencia la reducción de la eficiencia; así de un 100% de la producción de energía que se produce en el motor, solo se aprovecha un tercio, es decir su eficiencia es de 33%, y el 67 % de la eficiencia se perdió por fricción.
- Desgaste y/o daño en las superficies, cuando la fricción es dañina, se produce el desgaste por fricción y eso es lo que se trata de minimizar con la lubricación.

**Lubricación**

Proceso que reduce la fricción entre dos superficies con movimiento relativo.

Todo elemento que reduzca la fricción es un lubricante y los más utilizados en los tractores son los aceites.

**CLASIFICACION DE LOS ACEITES LUBRICANTES POR SU ORIGEN**

**Aceites Minerales:** Los aceites minerales proceden del Petróleo, y son elaborados del mismo después de múltiples procesos en sus plantas de producción, en las Refinerías. El petróleo bruto tiene diferentes componentes que lo hace indicado para distintos tipos de producto final, siendo el más adecuado para obtener Aceites el Crudo Parafínico.

**Aceites Sintéticos:** Los Aceites Sintéticos no tienen su origen directo del Crudo o petróleo, sino que son creados de Sub-productos petrolíferos combinados en procesos de laboratorio. Al ser más largo y complejo su elaboración, resultan más caros que los aceites minerales. Dentro de los aceites Sintéticos, estos se pueden clasificar en:

- OLIGOMEROS OLEFINICOS
- ESTERES ORGANICO
- POLIGLICOLES
- FOSFATO ESTERES

**Regímenes de Lubricación:**

1. Hidrodinámica
  - La carga es soportada por una película lubricante
2. Elastohidrodinámica
  - Película de lubricante intermitente
3. Límite
  - Carga soportada por asperezas en contacto

**Viscosidad**

Es la propiedad más importante de un lubricante o la resistencia interna que existe entre dos capas líquidas para fluir cuando se mueven una respecto de la otra; o también puede definirse como la medida de la resistencia a fluir .En sentido práctico, es el grado de "grosor" de un fluido.

La viscosidad del aceite varía inversamente con la temperatura. Así, cuando calentamos un aceite su viscosidad se reduce e inversamente cuando lo enfiamos su viscosidad aumenta.

Por lo tanto, **siempre que se habla de una viscosidad se debe precisar la temperatura a la cual fue determinado.**

Es por este motivo que en el invierno el aceite tiende a ponerse mas grueso mientras que en el verano tiende a ponerse mas delgado.

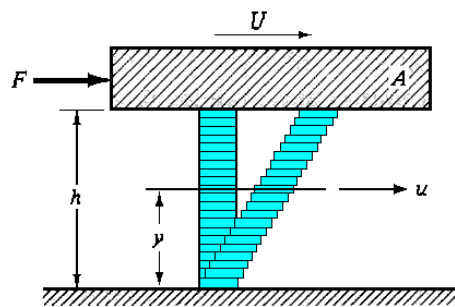
La viscosidad se mide con viscosímetros, siendo el más utilizado el **viscosímetro cinemático**, el cual mide el tiempo que tarda un volumen de aceite determinado en fluir a través de un tubo capilar por medio de la fuerza de gravedad, la unidad de viscosidad es el POISE, el cual es la viscosidad de

un fluido tal, que requiere la fuerza de una DINA para mover una superficie de de 1 cm<sup>2</sup>, con una velocidad de 1 cm/seg., siendo 1 cm. El espesor de la película del fluido.  
 Generalmente la viscosidad absoluta se usa en términos de teoría , en la practica se usa la viscosidad cinemática STOKE, que se define como:

$$1 \text{ Stoke} = \frac{1 \text{ Poise}}{\text{Densidad del fluido}}$$

Debido a que estas unidades son demasiado grandes, se emplea para fines prácticos el centistoke (cSt) o centipoise (cP)

**Principios de la Viscosidad**



**Fórmula**

$$T = \frac{F}{A} = \frac{\eta U}{h}$$

$$\eta = \frac{T}{(U/h)}$$

**Donde:**

- T = Esfuerzo cortante
- F = Fuerza
- A = Sección sobre la cual se aplica la fuerza
- U = Velocidad
- $\eta$  = Viscosidad (oposición al movimiento del fluido)
- (U/h) = Gradiente de velocidad
- h = Altura del fluido

A mayor viscosidad  $\eta$  mayor resistencia a las cargas, pero también mayor oposición al movimiento.

$$V. \text{ Cinemática} = V. \text{ Dinámica} / \text{Densidad}$$

**Unidades:**

V. Dinámica: centipoise (cP)  
 1 cP = 1 mPa.s

V. Cinemática: centistoke (cSt)

1 cSt = 1 mm<sup>2</sup>/s  
 1 cSt = (1 cP) / (1 g/ml)

Incluye el aspecto de gravedad

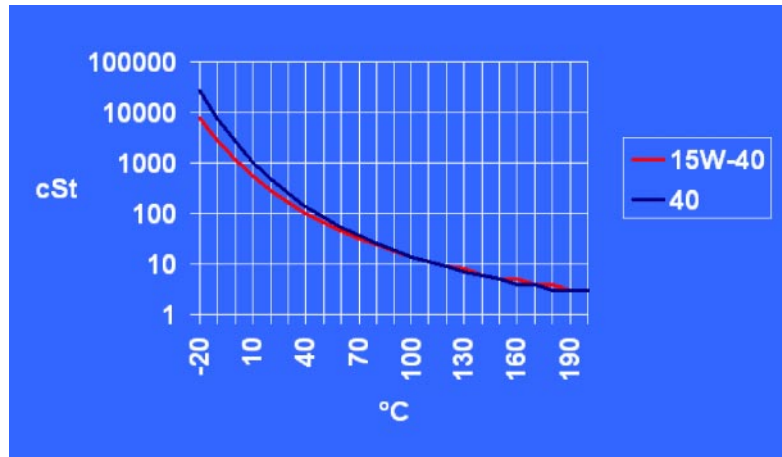
Agua: 1 cSt

Aceite de Motor: 5 cSt a 140°C

## Viscosidad vs Temperatura

La viscosidad del aceite varía inversamente con la temperatura. Así, cuando calentamos un aceite su viscosidad se reduce e inversamente cuando lo enfriamos su viscosidad aumenta.

Este fenómeno debe tenerse en cuenta al momento de la selección del aceite, como verse en la figura siguiente:



La figura anterior nos muestra el comportamiento de un aceite monogrado y un aceite multigrado en relación a la temperatura. (Shell)

## Índice de Viscosidad (I.V)

Si comparamos el agua y la miel en términos de viscosidad, podemos notar que a temperatura ambiente el agua es poco viscosa, esto es, que escurre con mucha facilidad, en cambio la miel es bastante viscosa.

Si ambos líquidos los calentamos a una misma temperatura, por ejemplo 60 °C, notaremos que la viscosidad del agua prácticamente se mantiene, en cambio la de la miel disminuye considerablemente, esto es se torna mas fluida.

Siendo así, podemos decir que la viscosidad del agua varía poco con la variación de la temperatura, en cambio la de la miel varía mucho. Entre los aceites lubricantes vamos a encontrar esa misma diferencia, pues algunos se comportan como el agua en cambio otros, como la miel, varían mucho de viscosidad con las temperaturas o con las bajas temperaturas

La siguiente relación, nos permite determinar el índice de viscosidad de los aceites:

$$I.V = \frac{L - M}{L - H} \times 100$$

Donde:

- I.V = Índice de viscosidad en porcentaje
- L = Viscosidad de un aceite a 100°F de Índice de Viscosidad 0, teniendo la misma viscosidad que la muestra a 210°F.
- M = Viscosidad de muestra a 100°F
- H = Viscosidad de un aceite a 100°F de Índice de Viscosidad 100, teniendo la misma viscosidad que la muestra a 210°F.

Los aceites con alto I.V, se comportan de forma que sus viscosidades varían relativamente menos con las altas o bajas temperaturas.

En cambio los aceites con bajo I.V, varían mucho sus viscosidades con los cambios de temperatura.

Para los aceites de carter que van a trabajar a diferentes temperaturas en el motor, es muy importante para su buen desempeño que presenten un I.V. lo mas alto posible.

Esta es una característica fundamental de los aceites multigrado, pues presentan un I.V. altísimo que los hace adecuados para lubricar los motores a baja o alta temperatura.

## ANEXO D

### ADITIVOS

(FUENTE: MAUAL TÉCNICO DE LUBRICANTES SHELL)

Son sustancias químicas que adicionadas a los aceites les confieren ciertas propiedades nuevas o le refuerzan propiedades ya existentes.

Es importante considerar que cada fabricante de lubricantes tiene sus propias formulaciones y emplea sus propios aditivos.

Entre los aditivos más importantes tenemos:

#### \* **Dispersantes**

Son sustancias químicas adicionadas a los aceites cuyas funciones principales son:

- Mantener en suspensión y finamente disperso al carbón producto de la combustión del petróleo.
- Reducir la acumulación de depósitos en el pistón, formado por la combustión del petróleo o diesel
- Controlar el lodo y el barniz
- Reducir el espesamiento de aceite a través de dispersión de hollín, Es debido a este hecho que el aceite se oscurece después de algún tiempo de uso.

#### \* **Anti-oxidantes**

Los aceites lubricantes tienen moléculas de hidrocarburos, cuyos elementos son carbono e hidrógeno, los cuales en presencia del aire y por efecto de las altas temperaturas tienden a reaccionar con el oxígeno, oxidándose y dando origen a productos nocivos como borras, gomas, barnices (lacas), que además de perjudicar la lubricación aumentan la acidez del aceite y pueden provocar la corrosión a las partes metálicas.

Para retardar este proceso se adicionan a los lubricantes los aditivos anti-oxidantes, que inhiben la acción de las moléculas ya oxidadas.

Se le conoce como Agentes antioxidantes y antidesgaste, que tiene como funciones:

- Protección contra corrosión de cojinetes
- Retarda el deterioro / espesamiento del aceite
- Protección contra el desgaste del tren de válvulas

#### \* **Anti-herrumbre**

Son agentes químicos que evitan la acción de la humedad sobre los metales ferrosos. son usados para motores de combustión interna, turbinas y sistemas hidráulicos.

#### \* **Anti-espumantes**

Los aceites lubricantes tienden a formar espuma cuando son agitados en presencia de aire. Las burbujas atrapadas en el aceite tienden a reducir la capacidad soportante de carga de la película lubricante, por eso es necesario que en la formulación de los aceites se agreguen los aditivos anti-espumante.

#### \* **Extrema presión**

Cuando las superficies lubricadas son sometidas a elevadas cargas, la película de aceite se rompe, con lo cual se produce un contacto de metal con metal y por lo tanto, un desgaste con generación de calor.

Tal efecto se evita dosificando los aceites con aditivos de extrema presión, los cuales son sustancias que reaccionan con los metales, dando origen a compuestos que funcionan como lubricantes sólidos.

Para la lubricación de engranajes y especialmente para diferenciales de automóviles, es esencial que los lubricantes contengan aditivos de extrema presión.

**\* Anti-desgaste**

Los aditivos anti-desgaste son usados cuando las condiciones de lubricación son tales que existe un acentuado desgaste abrasivo. Estos aditivos son usados comúnmente en aceites para motor de combustión interna y sistemas hidráulicos.

**\* Anti-corrosivos**

Los agentes corrosivos presentes en el aceite provienen en general de su propia oxidación, pero en el caso de los motores, principalmente de los ácidos formados en la combustión. Los aditivos anticorrosivos neutralizan tales ácidos tornándose inocuos y protegiendo así, de este efecto, las superficies metálicas, especialmente las aleaciones de los metales de biela y bancada.

**\* Mejoradores del índice de viscosidad**

Los aceites de alto índice de viscosidad, presentan una menor variación de viscosidad con la temperatura, característica muy importante para aceites de motor, ya que éstos durante su funcionamiento están sometidos a condiciones diversas de temperatura.

Los aditivos mejoradores del índice de viscosidad son sustancias que agregadas a los aceites, hacen que su viscosidad varíe menos con las distintas temperaturas, aumentando consecuentemente su Índice de viscosidad. En otras palabras, tales aditivos permiten que un aceite pueda ser utilizado en diferentes condiciones de climas o distintas temperaturas de funcionamiento del motor. Tales aceites son denominados aceites multigrados.

**\* Depresores del punto de fluidez**

Son agentes químicos que disminuyen el punto de fluidez de los lubricantes mediante la modificación de la estructura de los cristales de cera parafínica que se van formando en el aceite cuando éste se encuentra sometido a condiciones de muy baja temperatura.

**ANEXO E****CLASIFICACION DE LOS ACEITES DE MOTOR**

(FUENTE: MANUAL TÉCNICO DE LUBRICANTES SHELL)

Las designaciones ML, MM, MS, DG, DM y DS del sistema API (American Petroleum Institute), fueron sustituidas por un nuevo sistema de clasificación según tipo de servicio, elaborado por la API, SAE (Society of Automotive Engineers) y ASTM (American Society of Testing Materials).

Las nuevas clasificaciones están distribuidas en dos grupos, uno para motores a gasolina con la letra "S" (Service Station) y la otra para motores petroleros o Diesel, designados con la letra "C" (comercial). Describiremos las que están vigentes dejando de lado los obsoletos que ya no usan.

**1. Servicio "S" : Aceites para Motores a Gasolina****■ SH : Servicio de Motores a Gasolina de 1994**

Servicio típico de motores a gasolina de pasajeros, camionetas y camiones ligeros operados de acuerdo con los procedimientos recomendados por los fabricantes de motores. Disponible por primera vez desde el 1º de Agosto de 1993, y mandataria desde el 1º de Enero de 1994, los aceites en esta categoría exceden los mismos requerimientos de rendimiento de la categoría de Servicio API SG en las áreas de control de depósitos, oxidación del aceite, desgaste, herrumbre y corrosión. Pueden emplearse donde hayan recomendado las categorías de servicio API SG o anteriores.

■ **SJ : Servicio de Motores s Gasolina de 1996**

Servicio típico de motores a gasolina en vehículos de pasajeros, camionetas y camiones ligeros producidos a partir de 1996. Esta categoría supera a los rendimientos de API SH en lo referente a volatilidad, resistencia a la oxidación, control de depósitos y protección contra herrumbre y la corrosión. Un lubricante bajo esta categoría puede emplearse en cualquier servicio API anterior.

■ **SL : Servicio de Motores a Gasolina de 2001**

Servicio típico de motores a gasolina en vehículos de pasajeros, camionetas y camiones ligeros producidos a partir del 2001. Esta categoría supera a los rendimientos de API SJ en lo referente a economía de combustible, control de depósitos a alta temperatura, resistencia a la oxidación y volatilidad. Un lubricante bajo esta categoría puede emplearse en cualquier servicio API anterior.

2. Servicio "C": Aceites para Motores Diesel

■ **CF: Servicio de Motores Diesel de Inyección Indirecta en Unidades Fuera de Carretera.**

Servicio típico de motores diesel de inyección indirecta en unidades fuera de carretera y de otros motores diesel que usan un amplio rango de combustibles, incluyendo los de alto contenido de azufre (aun por encima de 0.5% en peso). Para estos motores es esencial un efectivo control de depósitos en el pistón, control del desgaste y de la corrosión de los cojinetes que contengan cobre. Estos motores pueden ser de aspiración natural, turbo cargados o sobrealimentados o supercargados. Los aceites elaborados para este servicio se encuentran en existencia desde 1994 y pueden emplearse donde la categoría API CD se recomiende.

■ **CF-2: Servicio Severo de Motores Diesel de dos Tiempos**

Servicio típico de motores diesel de dos tiempos que requieren un control muy efectivo del desgaste y de los depósitos en cilindros y anillos. Los aceites elaborados para este servicio han estado disponibles desde 1994 y pueden emplearse donde se recomiende la categoría API CD-II. Estos Lubricantes no cumplen necesariamente con los requerimientos de API CF o CF-4 a menos de que hayan pasado las pruebas especificadas para estas categorías.

■ **CF-4 Servicio de Motores Diesel de 1990**

Describe lubricantes para ser empleados en motores diesel de cuatro tiempos y de alta velocidad. Los lubricantes CF-4 exceden los requerimientos de la categoría de servicio CE, están diseñados para reemplazar a los lubricantes CE y proveer mejor control del consumo de aceite y de los depósitos en el pistón. Los lubricantes CF-4 deben ser usados en lugar de los lubricantes CC y CD. Ellos son particularmente adecuados para camiones de servicio pesado en carretera. Lubricantes designados para este servicio han estado en existencia desde 1990.

■ **CG-4: Servicio Severo de Motores Diesel de 1995**

La categoría de servicio API CG-4 describe lubricantes para ser empleados en motores diesel de cuatro tiempos y de alta velocidad, usados en autopistas y en aplicaciones todo terreno donde el contenido de azufre en el combustible varíe entre menos de 0.06% hasta 0.5% en peso. Los lubricantes CG-4 proveen efectivo control sobre los depósitos de alta temperatura en el pistón, desgaste, corrosión formación de espuma, oxidación y acumulación de hollín. Estos lubricantes son especialmente efectivos en motores diseñados para cumplir con las normas de 1994 sobre emisiones de gases por el escape y pueden ser usados en motores que requieran lubricantes de las categorías de servicio API CD, CE y CF-4. Lubricantes designados para la categoría de servicio API CG-4 han estado en existencia desde 1995. Lubricantes de motor que cumplan con la designación de la categoría de servicio CG-4 han sido ensayados de acuerdo con el código CMA, pueden utilizar las guías API para el intercambio de bases lubricantes y las guías API para el grado de viscosidad en ensayo de motores.

■ **CH-4: Servicio Severo de Motores Diesel de 1998**

La categoría de servicio CH-4, describe lubricantes para ser empleados en motores diesel de cuatro tiempos y de alta velocidad, diseñados para cumplir con las normas de 1998 sobre emisiones de gases del escape; así como de modelos de años anteriores: Los lubricantes CH-4 están específicamente formulados para operar con combustibles cuyo contenido de azufre llegue a los 0.5% en peso.

Estos lubricantes son especialmente efectivos para mantener la durabilidad del motor bajo condiciones adversas que puedan estresar las propiedades para el control del desgaste, la estabilidad a alta temperatura y el manejo del hollín. Adicionalmente, ofrecen óptima protección contra la corrosión de los metales ferrosos, el espesamiento por oxidación o por el contenido de insolubles, la formación de espuma y la pérdida de la viscosidad por cizallamiento. Estos lubricantes también tienen la capacidad de ser más flexibles en los periodos de cambio de aceite de acuerdo con las recomendaciones particulares de cada constructor para sus motores. Los lubricantes CH-4 tienen un desempeño superior que aquellos que cumplen con el API CG-4 Y CF-4 y pueden lubricar eficientemente motores que requieran dichas categorías de servicio API.

**ANEXO F**

**GRADOS DE VISCOSIDAD SAE (J300) PARA ACEITES DE MOTOR<sup>(1)</sup>**

SAE	Viscosidades de alta temperatura	Viscosidades de baja temperatura	Min.	Max.
	Viscosidad (cP) a Temp(°C), Max.	Viscosidad <sup>(4)</sup> (cSt) a 100°C		
	<b>Arranque<sup>(2)</sup></b>	<b>Bombeo<sup>(3)</sup></b>		
0W	3500 a -30	30000 a -35	3.8	
5W	3500 a -25	30000 a -30	3.8	
10W	3500 a -20	30000 a -25	4.1	
15W	3500 a -15	30000 a -20	5.6	
20W	4500 a -10	30000 a -15	5.6	
25W	6000 a -5	30000 a -10	9.3	
20			5.6	<9.3
30			9.3	<12.5
40			12.5	<16.3
50			16.3	<21.9
60			21.9	<26.9

Fuente: Manual de lubricantes Shell del Perú.

Notas: 1 cP = 1 mPa.s; 1 cSt = 1mm<sup>2</sup>/s (1): Los valores son especificaciones críticas definidas según la norma ASTM D-3244. (2): ASTM D-5293 (3): ASTM D-4684 (4): ASTM D-445

**ANEXO G**

**CLASIFICACION DE SERVICIO API PARA ACEITES DE ENGRANAJES AUTOMOTRICES**

GL-1	Para transmisiones manuales operando en servicio liviano`
GL-2	Para ejes automotrices de tornillo sin fin no cubiertos por API GL-1
GL-3	Para trasmisiones manuales y engranajes cónicos espirales bajo servicio moderadamente severo.
GL-4	Para engranajes cónicos espirales e hipoidales en ejes automotrices bajo cargas y velocidades moderadas.
GL-5	Para engranajes hipoidales bajo el servicio mas severo, incluyendo cargas de impacto.
MT-1	Para Trasmisiones manuales no sincronizadas empleadas en buses y camiones de servicio pesado.

Fuente: Manual de lubricantes Shell del Perú.

## ANEXO H

## GRADOS DE VISCOSIDAD SAE (J306C) PARA ACEITES DE ENGRANAJES AUTOMOTRICES

SAE	Maxima Temperatura para Viscosidad a 150,000 cP <sup>(1)</sup>	Viscosidad de 100°C, cSt <sup>(2)</sup>	
		Min.	Max.
70W	-55	4.1	-
75W	-40	4.1	-
80W	-26	7.0	-
85W	-12	11.0	-
90	-	13.5	<24
140	-	24.0	<41
250	-	41.0	-

Fuente: Manual de lubricantes Shell del Perú.  
 (1): ASTM D-2983 (Brookfield), 1 cP = 1 mPa.s  
 (2): ASTM D-445, 1 cSt = mm<sup>2</sup> /s

## ANEXO I

## SISTEMA ISO DE VISCOSIDADES PARA ACEITES INDUSTRIALES (ASTB D-2422)

ISO VG	Punto Medio cSt a 40°C	Límites	
		Mínimo	Máximo
10	10	9.0	11.0
15	15	13.5	16.5
22	22	19.8	24.2
32	32	28.8	35.2
46	46	41.4	50.6
68	68	61.2	74.8
100	100	90.0	110
150	150	135	165
220	220	198	242
320	320	288	352
460	460	414	506
680	680	612	748

Fuente: Manual de lubricantes Shell del Perú.

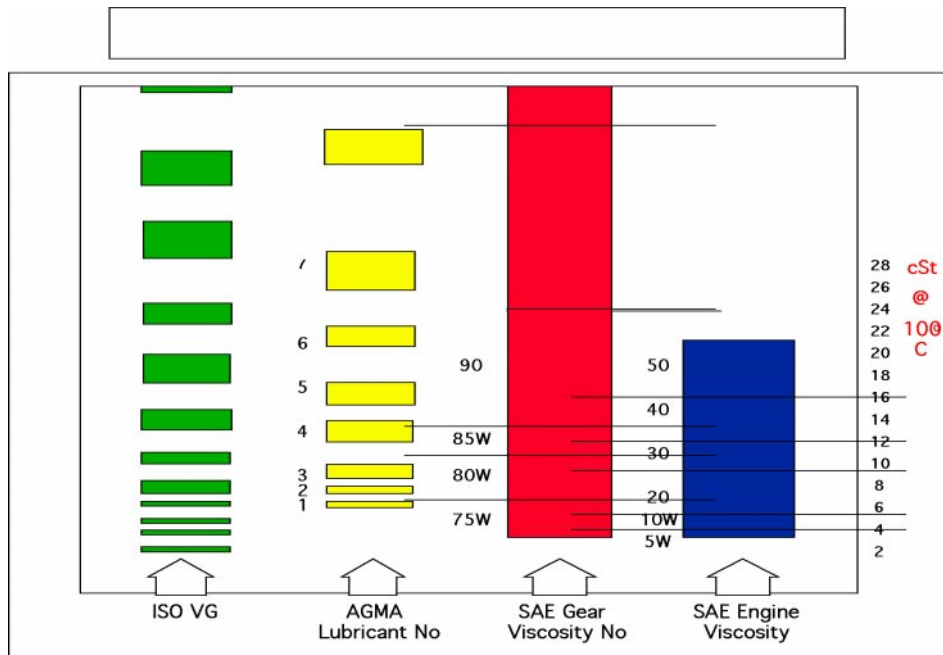
**ANEXO J**

**CLASIFICACION NLGI PARA GRASAS**

Número NLGI	Penetración trabajada a 25°C
000	445 - 475
00	400 - 430
0	355 - 385
1	310 - 340
2	265 - 295
3	220 - 250
4	175 - 205
5	130 - 160
6	85 - 115

Fuente: Manual de lubricantes Shell del Perú.

**ANEXO K**



Fuente: Manual de lubricantes Shell del Perú.

## ANEXO L CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE DIESEL-2

### DIESEL 2

#### Combustible para motores diesel

#### DESCRIPCION

Es empleado en todo tipo de motor Diesel de camiones de transporte pesado, de pasajeros o vehículos livianos en general, equipos de construcción, equipos agrícolas, Plantas de Fuerza, embarcaciones, etc.

#### CARACTERÍSTICAS

##### ENSAYOS

##### VALORES TÍPICOS

Color A.S.T.M	1.5
Gravedad API° a 60° F	33.33
Gravedad Específica a 60° F	0.8560
Punto de Inflamación Pensky Martens, °C	70.58
Viscosidad Cinemática a 40°C, cSt. (37.8)	3.9
Corrosión a la Lámina de Cobre, 3 Horas a 100°C	1.a
Poder Calorífico (BTU/Lb)	19180
Contenido de Azufre, % Peso	0.29
Contenido de agua por arrastre, % Volumen	Trazas
Residuo Carbón Conradson en 10% Fondos, % peso	1.0120
Contenido de Cenizas, % Peso	0.0020
Punto de Escurrimiento, °C	-3
Índice de Cetano	45

*Fuente: Manual de lubricantes Shell del Perú S.A*

## ANEXO M

### HOJA TÉCNICA DEL COMBUSTIBLE ULTRA FUEL

#### SHELL ULTRA FUEL

##### Combustible de alta calidad para motores diesel

Shell Ultra Fuel es un combustible formulado con aditivos de tecnología Shell para ser empleado en todo tipo de motor diesel de camiones de transporte pesado, de pasajeros o vehículos livianos en general, equipos de minería y construcción, equipos agrícolas, plantas de fuerza, embarcaciones, etc

##### Aplicaciones

**Shell Ultra Fuel** es un producto destilado y refinado que incluye un poderoso aditivo patentado por Shell, cuyas propiedades son: facilitar la limpieza del sistema de combustible y mejorar el desempeño del motor, alcanzar un elevado número de cetano optimizando la combustión, y mejorar la lubricidad extendiendo la vida de los componentes del sistema de combustible, como bombas e inyectores.

**Shell Ultra Fuel** es el equilibrio entre un combustible de costo razonable y un producto de alta calidad que protege los componentes del sistema de combustión del motor.

##### Aprobaciones

**Shell Ultra Fuel** cumple con los requerimientos de:

- Caterpillar
- Volvo
- Komatsu
- Scania

**Características de Rendimiento**

- **Alto número de cetano**, superior al del Diesel 2, aprovechando mejor el poder calorífico del combustible, lográndose así una mayor eficiencia de la combustión, reducción en la formación de hollín y menores emisiones
- **Adecuada lubricidad**, reduciendo los desgastes de los componentes del sistema de combustible
- **Bajo punto de fluidez**, eliminando los riesgos de congelamiento en zonas frías
- **Buena capacidad anticorrosiva**
- **Limpia y mantiene limpio el sistema de combustible**, una característica presente en todos los combustibles de Shell
- **Capacidad antiespumante**, lo que facilita el rápido llenado de los tanques
- **Fácil separación del agua**
- **Bajo contenido de azufre**
- **Menores costos de mantenimiento**
- **Coloreado para su fácil identificación**

**Características Físicas Típicas**

Propiedad	Método ASTM	Shell Ultra Fuel
Gravedad API	D-287	40
Gravedad Específica	D-1298	0.825
Viscosidad, cSt a 40°C	D-445	2.5
Destilación, °C	D-86	
10%		182
90%		262
Número de cetano	D-613	50
Agua y Sedimentos	D-1796	Trazas (menor a 0.1%)
Punto de Fluidez, °C	D-97	-39°C
Punto de Inflamación, PM, °C	D-93	46*
Corrosión Lámina de Cobre	D-130	1.a
Lubricidad (SBOCLE), g	D-6078	4350
Lubricidad (HFRR), mm	D-6079	0.380
% Azufre	D-3605	0.15 máx.
% Aromáticos	D-1319	20.3%

*\*Si bien la temperatura de inflamación de este producto se encuentra por encima de las temperaturas ambientales usuales, se recomienda verificar las condiciones particulares de sus instalaciones.*

*Fuente: Manual de lubricantes Shell del Perú S.A*



**Fredy Cáceres Guererro**  
**Ingeniero Agrícola**  
**Profesor Asociado en el Departamento de Mecanización Agrícola**  
**Facultad de Ingeniería Agrícola**  
**Universidad Nacional Agraria La Molina**  
**Web site: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/%7Efcaceres/>**  
**e-mail: [fredycg@lamolina.edu.pe](mailto:fredycg@lamolina.edu.pe)**