

# El tractor en cultivos intensivos

## Nociones de uso y funcionamiento

Alcides Di Prinzio - Carlos Magdalena - Sergio Behmer



Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle  
Centro Regional patagonia Norte



Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional del Comahue



■ **Ediciones**  
Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



Di Prinzo, Alcides

El tractor en cultivos intensos : nociones de uso y funcionamiento / Alcides Di Prinzo ; Carlos Magdalena ; Sergio Behmer. - 1a ed. - Alto Valle : Ediciones INTA, 2011.

100 p. ; 21x15 cm.

ISBN 978-987-679-060-4

1. Maquinarias Agrícolas. 2. Tractores. I. Magdalena , Carlos. II. Behmer, Sergio. III. Título.

CDD 631.732

# El tractor en cultivos intensivos

## Nociones de uso y funcionamiento

Alcides Di Prinzio - Carlos Magdalena - Sergio Behmer



Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle  
Centro Regional Patagonia Norte



Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional del Comahue





# El tractor en cultivos intensivos

Nociones de uso y funcionamiento

Alcides Di Prinzio - Carlos Magdalena - Sergio Behmer

**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**

**Centro Regional Patagonia Norte**

**Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle**

Ruta Nac. 22, km. 1190, CC 782 (8332) General Roca, Río Negro, Argentina

Tel: +54-2941-439000 - Fax: +54-2941-439063

[www.inta.gov.ar/altovalle](http://www.inta.gov.ar/altovalle)

**Universidad Nacional del Comahue**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

Ruta 151, km. 12.5, CC 85 (8303) Cinco Saltos, Río Negro, Argentina

Tel: +54-299-4980124/4980204 - Fax: +54-299-4982200

[www.uncoma.edu.ar](http://www.uncoma.edu.ar)

Primera edición de 1.000 ejemplares, 2011

**Edición, Corrección y Diseño:**

Área Comunicaciones del INTA Alto Valle

Lic. María Julieta Calí

DG. Sebastián Izaguirre

**Ilustraciones:**

Adrián Iovane

*Reservados todos los derechos de la presente edición para todos los países. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente en ninguna de sus formas sin el consentimiento por escrito del autor.*

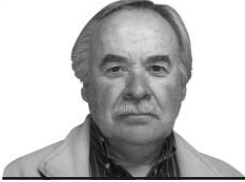
Hecho el depósito que prevé la ley 11.723

ISBN: 978-987-679-060-4

Impreso en Argentina / Printed in Argentine



# Índice de Autores



**Alcides P. Di Prinzio**

---

Ingeniero Agrónomo (Universidad Nacional del Comahue). *Magister Scientiae* en Mecanización Agraria (Universidad Nacional de La Plata). Doctor en Mecanización y Tecnología Agraria (Universidad Politécnica de Valencia). Docente e Investigador. Profesor del Área de Mecanización Agrícola y Coordinador de la Tecnicatura Universitaria en Mecanización Agraria (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue).



**Carlos Magdalena**

---

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Morón). *Magister Scientiae* en Mecanización Agraria (Universidad Nacional de La Plata). Doctor en Mecanización y Tecnología Agraria (Universidad Politécnica de Valencia). Investigador en Mecanización Agrícola (INTA, Estación Experimental Alto Valle, Río Negro, Argentina).



**Sergio N. Behmer**

---

Ingeniero Agrónomo (Universidad Nacional de la Plata). *Magister Scientiae* en Mecanización Agraria (Universidad Nacional de La Plata). Docente e Investigador del Área Mecanización Agrícola (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue).

# Índice General

8	<b>Prólogo</b>
9	<b>Capítulo 1. Introducción</b>
10	• Clasificación de los tractores
10	• Partes del tractor
13	<b>Capítulo 2. El motor del tractor</b>
13	• Partes del motor
16	• Funcionamiento del motor diésel
22	• Sistemas de inyección de combustible
25	• Las prestaciones del motor
31	<b>Capítulo 3. Mecanismos de transmisión</b>
31	• Embrague
33	• Caja de velocidades
34	• Diferencial
36	• Reductores de velocidad
39	<b>Capítulo 4. Tracción</b>
41	• Tipos de tracción
42	• Neumáticos
44	• Contrapesos o lastres
45	• Trocha
47	<b>Capítulo 5. Formas de aprovechamiento de la potencia</b>
47	• Toma de potencia
49	• Barra de tiro
50	• Enganche de tres puntos



51	<b>Capítulo 6. Sistema hidráulico</b>
51	• Características funcionales
52	• Componentes del sistema
54	• Elevador hidráulico de tres puntos
59	<b>Capítulo 7. Dirección y frenos</b>
59	• Dirección
61	• Frenos
63	<b>Capítulo 8. Sistemas que asisten al funcionamiento del tractor</b>
63	• Circuito de combustible
69	• Sistema de lubricación
72	• Sistema de refrigeración
77	• Sistema de purificación del aire
79	• Sistema eléctrico
83	<b>Capítulo 9. Lubricantes</b>
83	• Tipos y funciones de un lubricante
84	• Aceites
85	• Grasas
87	<b>Capítulo 10. Mantenimiento del tractor</b>
87	• Pautas generales
91	<b>Capítulo 11. Seguridad en el uso del tractor y la maquinaria agrícola</b>
91	• Actitudes del operador frente al uso de la maquinaria
94	• Consideraciones elementales de seguridad
99	<b>Bibliografía</b>

# Prólogo

En la actualidad, el tractor está presente en todas las tareas de la actividad fruti-hortícola, desde la preparación del suelo, la siembra, el desmalezado, la protección de los cultivos y la cosecha hasta el transporte de la producción. En algunos casos también es utilizado para accionar máquinas estacionarias. Por ello, la operación segura, compatible con el cuidado de los operadores, del ambiente y del uso racional de la energía es condición indispensable en la agricultura moderna.

El presente trabajo tomó como base el Manual “El tractor agrícola: funcionamiento y mantenimiento” editado por el INTA Alto Valle y la Universidad Nacional del Comahue en los años ‘90, con la finalidad de aportar a su actualización. Con el devenir del trabajo colectivo de los autores se fue transformando en un nuevo manual con identidad propia, que hoy ponemos a disposición del sector como herramienta de consulta, con el deseo de que aporte a mejorar la eficiencia productiva y la calidad del trabajo de los operarios.

# *Capítulo 1* *I*ntroducción

La mecanización agraria es el proceso en el cual la energía mecánica es puesta al servicio de la producción, ofreciendo la oportunidad de realizar en menor tiempo todo tipo de tareas, como por ejemplo pulverizaciones, labranza, desmalezado, manejo de la cosecha, etc.

En la actualidad no es posible pensar en una producción moderna y económica sin la intervención de equipos mecánicos que reduzcan o faciliten las tareas rurales.

Dentro de este proceso de mecanización agraria el tractor cumple un papel preponderante, ya que en la segunda mitad del siglo pasado dejó de ser una simple máquina concebida para realizar esfuerzos de tracción, para transformarse en un vehículo automotriz capaz de arrastrar, accionar y portar máquinas agrícolas.

En los sistemas frutihortícolas de nuestro país los tractores tienen un uso anual superior a las 40 horas por hectárea. El 90% de ese tiempo es empleado en trabajos de pulverización, labranzas, desmalezado y manejo de la cosecha.

Ello implica que el tractor debe estar provisto de un sistema hidráulico eficiente capaz de portar y ejercer control sobre las máquinas, y debe contar con una caja de velocidades con un número importante de marchas que permitan fijar su velocidad entre 1 y 5 km/h, a los efectos de ajustar adecuadamente las velocidades de avance, sobre todo en las tareas de pulverización. Es importante que disponga de instrumental confiable y duradero (tacómetro, odómetro, indicadores en general) y, además, debe tener una muy buena maniobrabilidad.

En resumen, el tractor debe ofrecer la posibilidad de proveer energía e intervenir en todas las operaciones agropecuarias, desde la preparación del suelo, la siembra o la plantación, las labores culturales, la protección de los cultivos, la cosecha, carga y almacenaje.

También puede funcionar como motor estacionario para accionar máquinas por medio de la toma de potencia como bombas de agua, moledoras, etc.

## **Clasificación de los tractores**

- a) por rodado:
  - de orugas o carriles
  - de ruedas neumáticas
  
- b) por su tracción:
  - de dos ruedas motrices
  - de cuatro ruedas motrices
  
- c) por su especialización agrícola:
  - estándar
  - frutero
  - viñatero
  - hortícola
  - alto

## **Partes del tractor**

El tractor consta de un motor, que es el encargado de proveer la energía necesaria para la tracción, su autotransporte y para el movimiento de las máquinas accionadas por la toma de potencia. En los tractores modernos dicho motor es del tipo diésel.

A continuación del motor se encuentran otros mecanismos que tienen por función transmitir la potencia del motor a las ruedas y a la toma de potencia y que constituyen la transmisión.

Forman parte de la transmisión:

- El embrague, encargado de acoplar o desacoplar el motor a la caja de velocidades y a la toma de potencia.

- La caja de velocidades, un mecanismo compuesto por varios engrajes de distinta relación de transmisión, que permite que el tractor pueda transitar hacia adelante o hacia atrás a diferentes velocidades, desarrollando distintos esfuerzos de tracción.
- El mecanismo piñón-corona, par de ruedas dentadas cónicas que trabajan con un ángulo axial de  $90^\circ$ , que es el encargado de transformar el movimiento de rotación longitudinal en movimiento de rotación transversal hacia los ejes de las ruedas.
- El mecanismo diferencial, constituido por una caja con cuatro ruedas dentadas cónicas (dos planetarios y dos satélites), que tiene por función compensar las distintas velocidades de las ruedas motrices al girar el tractor, ya que éstas recorren distancias diferentes en el mismo tiempo o simplemente por un patinamiento diferencial entre ambas ruedas.
- La traba de diferencial, mecanismo que anula el trabajo del diferencial para dar mayor tracción al tractor cuando una rueda pierde adherencia con respecto a la otra, haciéndolas actuar como si estuvieran colocadas sobre un eje rígido.
- Reductores de velocidad, encargados de reducir la velocidad de giro a la salida del diferencial, lo que permite aumentar el par motor transmitido y por lo tanto el esfuerzo de tracción.

Los tractores agrícolas modernos deben en parte su gran funcionalidad a la toma de potencia, que permite accionar máquinas agrícolas sin que éstas necesiten una rueda motriz o un motor propio.

Otros mecanismos de importancia son la barra de tiro y el mecanismo de levante hidráulico de tres puntos.

Existen, además, una serie de sistemas que resultan de suma importancia y que contribuyen a la funcionalidad y durabilidad del tractor. Estos son:

- El sistema de combustible, que en los motores diésel está constituido por el tanque, la bomba alimentadora, la bomba inyectora, la batería de filtros y los inyectores.
- El sistema de lubricación, que está integrado por la bomba de aceite, el filtro, los conductos y canales de lubricación, las válvulas de seguridad y el manómetro indicador de la presión de aceite existente en el circuito.
- El sistema de refrigeración, que puede ser por agua o por aire. El primero está constituido por el radiador, el ventilador, la bomba de agua, las cámaras de agua y el termostato. El segundo consta de la turbina, la manga guía de aire, las aletas deflectoras y las aletas de refrigeración.
- El sistema purificador de aire, que está compuesto por los filtros de aire.
- El sistema eléctrico, integrado por el alternador, la batería, el motor de arranque, el sistema automático de regulación de carga, los conductores, los interruptores y los fusibles. Se utiliza para la puesta en marcha, la iluminación, el accionamiento del instrumental, etc.
- Los frenos, que actúan generalmente sobre las ruedas motrices, pueden ser accionados juntos o en forma independiente para cada rueda, a los efectos de mejorar la maniobrabilidad en terrenos sueltos.
- En los tractores convencionales la dirección actúa sobre las ruedas delanteras y puede ser accionada en forma mecánica o hidráulica.
- Por último, cabe mencionar el sistema hidráulico, cuya funcionalidad y seguridad son características sobresalientes del tractor moderno. Está constituido por el depósito, la bomba, las conducciones, las válvulas, los filtros y los cilindros actuadores.

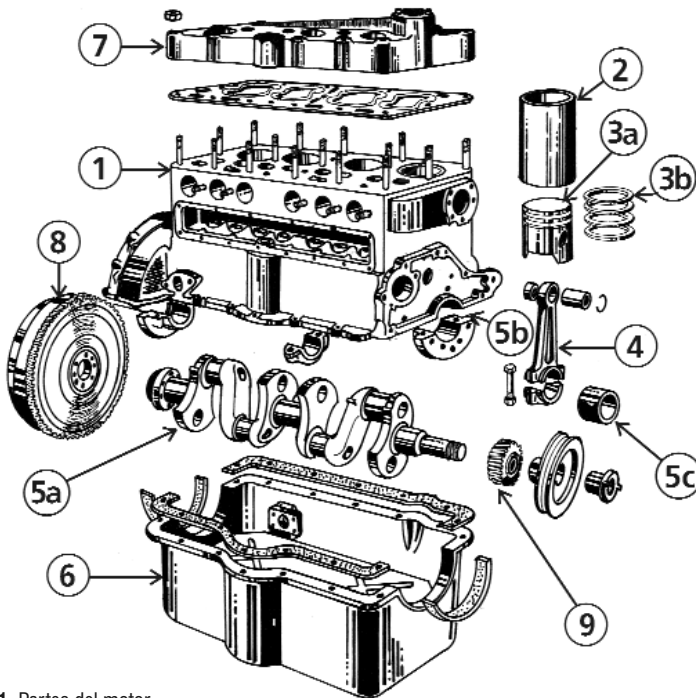
# Capítulo 2

## El motor del tractor

### Partes del motor

**Bloque (1):** Es el cuerpo del motor, en general construido en fundición de hierro, donde van instalados los órganos móviles.

**Cilindro (2):** Pieza que permite el deslizamiento del pistón. En muchos motores el cilindro es intercambiable y se denomina camisa; este tubo de fundición perlítica, tratado interiormente, puede estar colocado a presión dentro del bloque (camisa seca) o bien formando parte de la cámara de agua (camisa húmeda). En los motores refrigerados por aire los cilindros están montados en forma independiente.



**Figura 1.** Partes del motor

1. bloque; 2. cilindro; 3a. pistón; 3b. aros; 4. biela; 5a. cigüeñal; 5b. bancada; 5c. cojinete; 6. cárter; 7. tapa de cilindros; 8. volante; 9. engranajes de distribución

**Pistón y aros (3a y b):** El pistón es una pieza construida usualmente con aleación de aluminio, que se desplaza con movimiento alternativo dentro del cilindro. Posee ranuras donde se alojan los aros, que son anillos elásticos fabricados con aceros especiales cuya función es sellar el pistón contra la pared del cilindro, evitando la fuga de compresión y el paso de aceite a la cámara de combustión. El pistón está provisto de aros de compresión y aros barredores de aceite.

**Biela (4):** Es una pieza de acero forjado que une al pistón con el cigüeñal. Permite transformar el movimiento alternativo del pistón en movimiento de rotación del cigüeñal. En la parte superior o pie de la biela tiene un buje de bronce fosforoso por donde pasa un perno denominado “perno del pistón”. En la parte inferior o cabeza de biela está alojado el cojinete de biela que la une al cigüeñal.

**Cigüeñal - bancada - cojinetes (5a, b y c):** En la parte inferior del bloque se ubica el cigüeñal, que es un eje acodado hecho en acero forjado con tratamientos especiales. Juntamente con la biela constituye el mecanismo biela-manivela, el que transforma el movimiento alternativo de los pistones en movimiento de rotación. Está montado sobre las bancadas en sus respectivos cojinetes.

**Cárter (6):** En la parte inferior del bloque se encuentra ubicado el cárter. Es un receptáculo que cumple la función de hermetizar y contener el aceite necesario para la lubricación del motor.

**Tapa de cilindros (7):** Es una pieza de hierro o aluminio, entera en los motores refrigerados por agua o individual en los refrigerados por aire, que cierra la parte superior del cilindro delimitando la cámara de combustión. En ella se colocan las válvulas, los balancines y los inyectores.

**Volante (8):** Pieza colocada en un extremo del cigüeñal, cuya función es uniformar el movimiento de rotación valiéndose de la inercia que adquiere al girar. Sobre el volante se coloca la corona de arranque.

**Engranajes de distribución (9):** Están ubicados generalmente en la parte delantera del motor y cumplen la función de transmitir en forma



sincronizada el movimiento desde el cigüeñal al árbol de levas, a la bomba inyectora y, en algunos motores, a la bomba de aceite.

**Árbol de levas:** Se encuentra colocado dentro del bloque y es accionado por el cigüeñal. Contiene levas (excéntricas), las que al desplazar a los botadores provocan la apertura de las válvulas.

**Balancines:** Están ubicados en la tapa de cilindros y transmiten el movimiento de los botadores a las válvulas. Entre el botador y el balancín se encuentra la varilla de empuje.

**Válvulas:** Son piezas de acero forjado que cierran los orificios de admisión y escape; por lo tanto, se las denomina válvulas de admisión o escape. El cierre lo realizan sobre el asiento de válvula. Los resortes de válvulas obligan a que éstas permanezcan cerradas.

**Bomba de aceite:** Impulsa el aceite mediante engranajes o rotores a todas las partes móviles del motor asegurando su lubricación.

**Sistema de inyección:** Dosifica, distribuye e inyecta el combustible para el funcionamiento del motor. Está integrado por la bomba de alimentación, la bomba de inyección, los dispositivos de control de la inyección y los inyectores.

**Múltiple de admisión y escape:** Son conductos que permiten la entrada de aire y facilitan la salida de los gases de combustión de los cilindros. El diseño de los múltiples de admisión y escape deberá favorecer la circulación de los gases en su interior para mejorar el rendimiento del motor.

**Turbocompresor:** Con el objeto de aumentar el rendimiento de los motores, es cada vez más frecuente la incorporación de un sistema de sobrealimentación de aire o turbocompresor. Este mecanismo, accionado por los gases de escape, impulsa el aire de admisión al cilindro, mejorando el rendimiento volumétrico con un consecuente aumento de la potencia efectiva.

## Funcionamiento del motor diésel

Previo al desarrollo conceptual del tema es necesario definir los siguientes términos:

**Punto muerto superior:** Es la posición extrema del pistón más próxima a la tapa de cilindros.

**Punto muerto inferior:** Es la posición extrema del pistón más próxima al cigüeñal.

**Calibre:** Es el diámetro del cilindro.

**Carrera:** Es la distancia existente entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior.

**Cilindrada:** Es el volumen de aire que contiene el cilindro entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior. Dicho de otra manera, es el volumen de aire que desplaza el pistón en una carrera. La cilindrada de un motor se obtiene con la suma de las cilindradas parciales de cada uno de los cilindros.

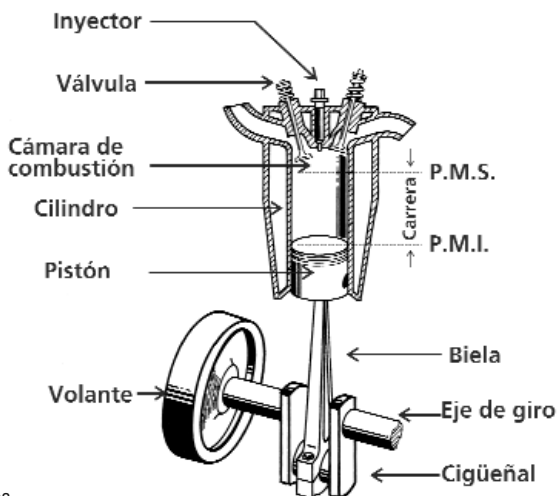


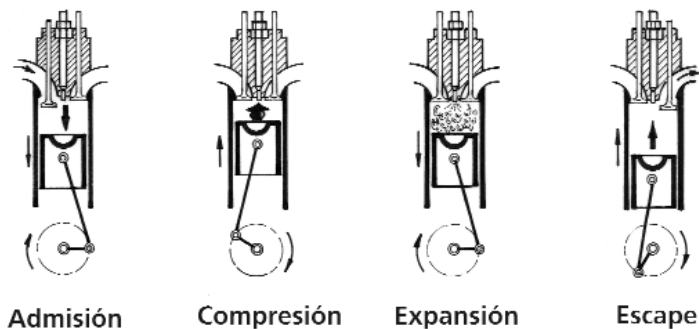
Figura 2. Corte esquemático de un motor diésel de cuatro tiempos

**Cámara de combustión:** Es el volumen comprendido entre el pistón, ubicado en el punto muerto superior, y la tapa de cilindros. En los motores diésel de inyección directa, dicha cámara se encuentra ubicada en la cabeza del pistón.

**Relación de compresión:** Es la relación de los volúmenes de aire antes y después de la compresión. En los motores diésel es del orden de 15-22 a 1.

### *Ciclo diésel de cuatro tiempos*

En este ciclo el pistón hace cuatro recorridos o carreras dentro del cilindro. En cada uno de estos ocurre una operación específica. Para completar un ciclo (4 carreras) el cigüeñal realiza dos giros.



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

**Admisión:** Cuando el pistón se encuentra próximo al punto muerto superior, se abre la válvula de admisión y luego el pistón se dirige al punto muerto inferior aspirando aire con el que llena el cilindro. Cuando el pistón llega al punto muerto inferior, se cierra la válvula de admisión; el cigüeñal ha dado media vuelta y el pistón efectuó una carrera.

**Compresión:** Estando el pistón en el punto muerto inferior y con las dos válvulas cerradas, comienza su carrera hacia el punto muerto superior y el aire es comprimido dentro de la cámara de combustión.

Esto trae como consecuencia la elevación de la temperatura del aire a valores del orden de 600 °C. En este punto el cigüeñal ha dado otra media vuelta y el pistón cumplió otra carrera.

**Expansión:** Cuando el pistón se encuentra cercano al punto muerto superior se inyecta el combustible finamente pulverizado, que al entrar en contacto con el aire caliente se combustiona. El aumento de la temperatura y la expansión de los gases provocan un considerable incremento de la presión dentro de la cámara de combustión, lo que obliga al pistón a dirigirse hasta el punto muerto inferior.

Al finalizar esta carrera, el cigüeñal habrá completado otra media vuelta y el pistón habrá realizado su tercera carrera.

**Escape:** En las proximidades del punto muerto inferior se abre la válvula de escape y luego el pistón se dirige al punto muerto superior, favoreciendo el barrido de los gases de combustión.

Al llegar al punto muerto superior, la válvula de escape se cierra y el cigüeñal habrá dado otra media vuelta. Luego recomienza el ciclo descrito.

Resumiendo, en cada ciclo el pistón realiza cuatro carreras y el cigüeñal cumple dos vueltas.

Por lo observado, cada válvula se abre una sola vez en todo el ciclo; ello implica que el árbol de levas debe dar una vuelta por ciclo.

Las válvulas no se abren ni se cierran en el momento exacto en que el pistón llega a los puntos muertos, sino que existen avances o retrocesos, tanto en la admisión como en el escape. El grado de desfasaje o cruce de válvulas lo determina cada fabricante, con la finalidad de optimizar el funcionamiento de su motor.

Para mejorar la funcionalidad se utilizan motores de varios cilindros, los que se numeran de adelante hacia atrás. En el caso de un motor de cuatro cilindros, cuando los pistones 1 y 4 están en el punto muerto superior, los pistones 2 y 3 estarán en el punto muerto inferior, pero todos en una fase distinta. En la media vuelta siguiente ocuparán la posición inversa.

Los fabricantes de motores ordenan la combustión de los cilindros con el propósito de regularizar la marcha, disminuir los esfuerzos sobre los cojinetes y mejorar la circulación del aire y los gases en los múltiples de admisión y escape.

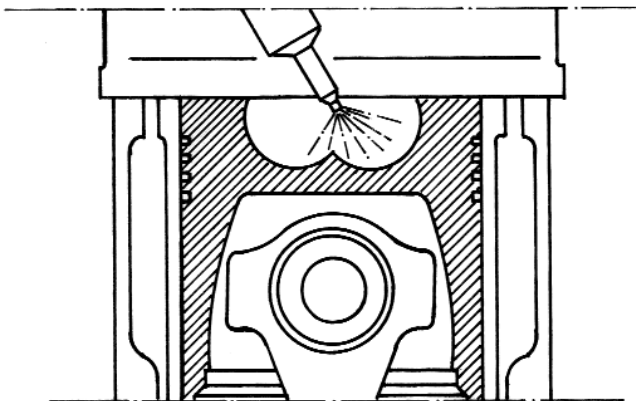
Un orden habitual de combustión para un motor de cuatro tiempos y de cuatro cilindros es: 1; 3; 4; 2.

De esta manera, en cada media vuelta del cigüeñal habrá un cilindro en expansión, es decir, realizando el tiempo motor.

El cigüeñal recibe energía en forma puntual durante su giro. Por lo tanto, necesita la incorporación del volante, que acumula energía y la entrega para que puedan cumplirse los tiempos restantes.

#### *Motores de inyección directa*

En estos motores la inyección se produce dentro de la cámara de combustión, donde la cabeza del pistón posee una concavidad que actúa como cámara de turbulencia. La inyección de combustible debe ser efectuada por inyectores de más de un orificio de salida (3 a 8) y a una presión de 200 bar, con la finalidad de mejorar la combustión.

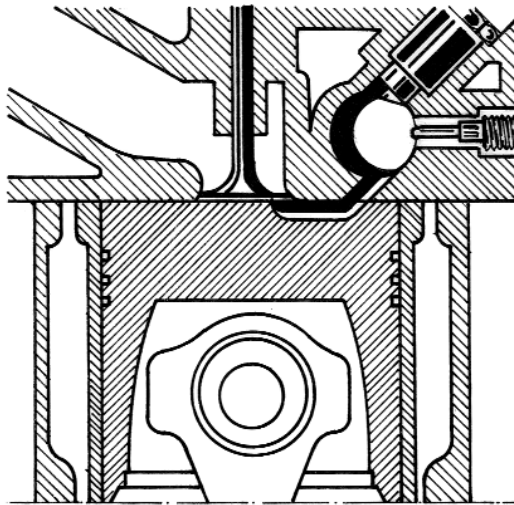


**Figura 4.**  
Inyección  
directa

### *Motores de inyección indirecta*

Algunos viejos modelos de tractores, aún en uso, se equipaban con motores de inyección indirecta. En este caso la inyección de combustible se produce en una precámara de combustión que está comunicada a la cámara de combustión por medio de un conducto.

Por el diseño propio de esta precámara se genera un intenso movimiento del aire comprimido por el pistón, que facilita la mezcla con el combustible.



**Figura 5.**  
Inyección  
indirecta

### *Ciclo diésel de dos tiempos*

Los motores de dos tiempos son prácticamente inexistentes en tractores; no obstante, pueden encontrarse en algún tipo de maquinaria agrícola motorizada. En este caso, las cuatro fases del ciclo se cumplen en dos carreras del pistón y una vuelta del cigüeñal.

En los motores de dos tiempos el cilindro tiene una serie de perforaciones llamadas lumbreras, por donde entra el aire impulsado por un compresor cuando el pistón está en el punto muerto inferior.

Al ingresar, el aire barre los gases quemados que salen por las válvulas de escape (dos en cada cilindro) cumpliendo el tiempo de admisión y escape. Al subir, el pistón cierra las lumbreras y además se cierran las válvulas de escape produciendo la compresión. Luego el inyector pulveriza el combustible y se produce la combustión y la expansión.

Cuando el pistón desciende, antes de descubrir las lumbreras se abren las válvulas de escape y los gases quemados salen por ellas, ayudados luego por el tiempo de admisión y barrido.

Existen otros sistemas de barrido: a) por medio del pistón: en este caso, el aire es comprimido en una cámara que se encuentra fuera del cilindro y entra a éste por medio de unas lumbreras, que se descubren cuando el pistón está en el punto muerto inferior. b) por medio del cárter: el aire entra al cárter y es comprimido allí al bajar el pistón y luego se introduce dentro del cilindro por medio de lumbreras o válvulas.

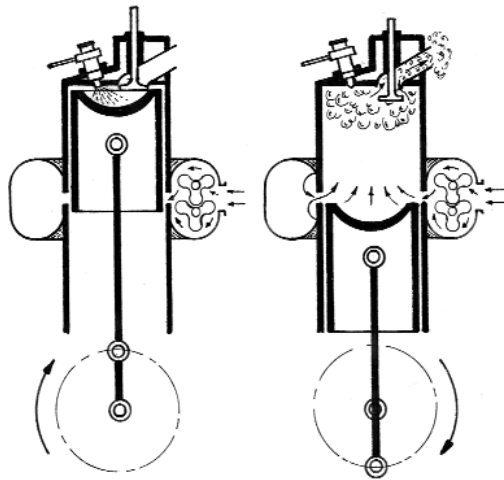


Figura 6. Funcionamiento del motor diésel de dos tiempos

## Sistemas de inyección de combustible

### Sistemas mecánicos

Una bomba alimentadora impulsa el combustible a la bomba de inyección. Ésta es la encargada de dosificarlo y enviarlo a alta presión por tubos especiales hacia los inyectores, situados en la tapa de cilindros, que lo inyectan en las cámaras de combustión al finalizar la carrera de compresión.

Existe, además, una cañería de retorno que envía al tanque el excedente de combustible de la bomba inyectora y de los inyectores.

### Bomba inyectora

Esta bomba está construida con extrema precisión, a los efectos de lograr las elevadas presiones de trabajo que se necesitan para conseguir la pulverización del combustible.

Existen dos tipos de bombas inyectoras.

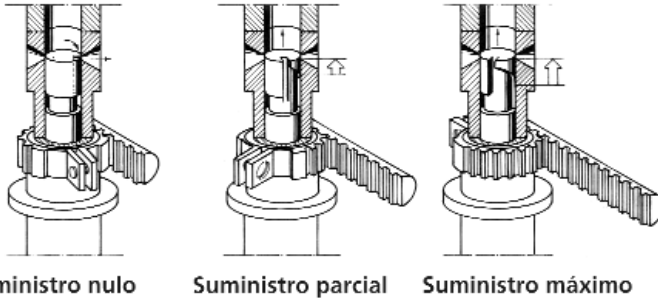
#### *1- Lineal:*

Está constituida por los siguientes elementos:

- a) *Cuerpo*: en su interior se encuentran alojados todos los elementos que la integran.
- b) *Árbol de mando*: hace funcionar a los elementos bombeantes. Es similar al árbol de levas del motor.
- c) *Elementos bombeantes*: son pequeños pistones provistos de una ranura helicoidal, que dosifican y envían el combustible hacia los inyectores. El número de elementos bombeantes es igual al número de cilindros del motor.
- d) *Botadores*: son de rodillo y están ubicados entre las levas y los elementos bombeantes.
- e) *Cremallera*: hace variar la posición de los elementos bombeantes para regular el envío de combustible al motor.
- f) *Válvulas de retención*: están ubicadas sobre los elementos bombeantes y tienen la función de contribuir a mantener la presión de inyección.



La lubricación de esta bomba inyectora se hace por medio del aceite ubicado en su cárter. Los elementos bombeantes se lubrican con el propio combustible.



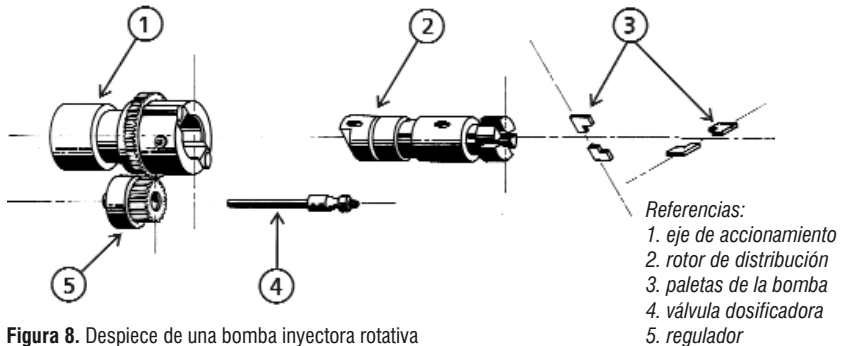
**Figura 7.** Elementos bombeantes y cremallera

### 2- Rotativa:

Este tipo de bomba está constituido por una carcasa cilíndrica provista de levas fijas en su interior, cuya cantidad se relaciona con el número de cilindros del motor.

Dentro de la carcasa gira un rotor provisto de elementos bombeantes, los cuales al enfrentarse con las levas se accionan y envían el combustible a los inyectores.

Un sistema distribuidor es el encargado de derivar a cada cilindro el volumen de combustible que corresponda en el momento oportuno.



**Figura 8.** Despiece de una bomba inyectora rotativa

## **Regulador de velocidad**

Es un mecanismo de suma importancia para el funcionamiento del motor diésel de los tractores. Tiene la función de limitar las velocidades máximas y mínimas del motor. Además, para cada régimen de funcionamiento mantiene la velocidad en forma prácticamente constante aún cuando el motor es sometido a diferentes niveles de carga.

Es decir que, ante una carga adicional, que provocaría una disminución en el régimen del motor, el regulador reacciona entregando una mayor dosis de combustible que hace mantener el régimen de trabajo con el consiguiente aumento del par motor y, por lo tanto, de la potencia efectiva. Sobrepasada la capacidad del regulador, el motor, ante un aumento del esfuerzo solicitado no puede mantener el régimen de trabajo.

Hay dos tipos de reguladores de velocidad usados en los motores de los tractores. Estos son el regulador mecánico o centrífugo y el regulador neumático.

## **Sistemas con asistencia electrónica**

En estos sistemas se encuentran separadas las fases de generación de la presión y de inyección de combustible. Constan de:

- Acumulador de combustible de alta presión. El combustible en este colector común se encuentra disponible para ser inyectado a cada uno de los cilindros.
- Unidad de control electrónica. Esta unidad, a través de diferentes sensores, controla el funcionamiento de los inyectores por medio de electroválvulas. Determina el momento, el volumen y la presión de inyección.

Estos sistemas ofrecen una mejor respuesta frente a las condiciones de trabajo del motor que los sistemas mecánicos, dado que su accionamiento es inmediato y no presentan inercia mecánica como los sistemas convencionales. Se puede mencionar como principal ventaja que el motor prácticamente mantiene su régimen frente a los diferentes esfuerzos a que es sometido; esto es de importancia en aquellos usos donde es necesario mantener constante el funcionamiento de un determinado

mecanismo, como por ejemplo el sistema de trilla de una cosechadora de cereales. Además, por inyectar la cantidad de combustible exacta que el motor es capaz de consumir, en función de la demanda y de la cantidad de oxígeno presente en el aire, presentan una fuerte reducción de la contaminación del medio ambiente.

## **Las prestaciones del motor**

### **Conceptos generales**

Como ya se dijo al analizar el ciclo de funcionamiento de un motor, durante la carrera de expansión el pistón se desplaza en función de la fuerza expansiva de los gases que intervienen en la combustión. Esta es la única instancia durante el ciclo que caracteriza el funcionamiento de un motor donde se produce un trabajo positivo, es decir que el pistón entrega energía al cigüeñal para su posterior utilización. El resto de las etapas son negativas, donde parte de la energía acumulada en el volante del cigüeñal permite el desplazamiento del pistón para realizar los tiempos de admisión, compresión y escape y el accionamiento del resto de los mecanismos.

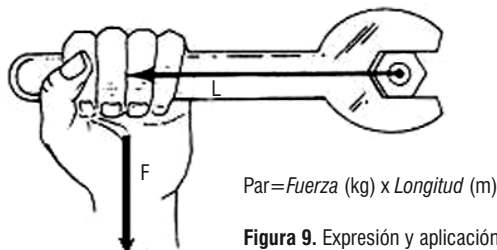
De esta manera el motor transforma la energía interna del combustible en energía mecánica, donde una parte de ésta es utilizada para permitir el funcionamiento del propio motor y el resto queda disponible para el funcionamiento del tractor y de las maquinarias acopladas y/o accionadas por él.

### **Par motor**

Durante la expansión y como consecuencia de la combustión se aplica sobre el pistón una fuerza, la que se transmite, a través de la biela, a la manivela del cigüeñal provocando su rotación. Como la fuerza se aplica a una determinada distancia del eje del cigüeñal, genera una fuerza de rotación denominada par motor. Su magnitud dependerá de la longitud de la manivela y de la energía liberada en la combustión.

Este concepto puede ser interpretado, por su analogía, si se analiza lo que ocurre cuando se intenta aflojar una tuerca. La fuerza aplicada en la llave, a una determinada distancia del centro de rotación de la tuerca

genera un par motor. Si éste supera al par resistente, producto de la tensión de apriete, la tuerca se aflojará. Si se pretende aumentar el par motor, sólo bastará aumentar la longitud de la llave o incrementar la fuerza aplicada sobre ésta.



**Figura 9.** Expresión y aplicación del par o torque

En el tractor, el par del motor se traslada por medio de la transmisión al eje de las ruedas y a la toma de potencia. En resumen, la fuerza aplicada sobre el pistón por efecto de la combustión se transforma en par motor en el cigüeñal, se transmite como tal al eje de las ruedas motrices y como éstas se apoyan en el suelo provoca el avance del tractor, dejando disponible en su barra de tiro una determinada fuerza de tracción.

La transmisión del tractor reduce la velocidad de rotación del motor tanto en las ruedas motrices como en la toma de potencia. Por este motivo, el par motor se ve incrementado en la misma proporción. Como ejemplo se puede citar que si la velocidad de rotación de la toma de potencia disminuye 3,5 veces respecto a la del motor (540 v/min en la toma de potencia - 1900 v/min en el motor), el par motor aumenta, y si se tratara de un motor cuyo par es de 20 mkg, este valor se incrementará a 70 mkg si se lo mide en la toma de potencia.

### **Potencia**

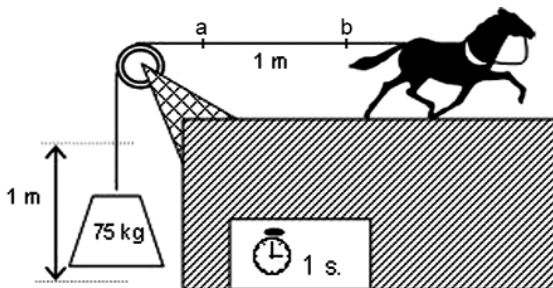
El par motor provoca la rotación del cigüeñal, y la velocidad de funcionamiento del motor estará en función de la cantidad de combustible inyectado.

El par motor y el régimen de funcionamiento definen la potencia de un motor. En función de la magnitud de estos parámetros se determinan las características de utilización de un motor. En el caso del tractor, por estar diseñado para realizar trabajos en un medio agrícola, las características de su motor definirán un bajo régimen de funcionamiento, pero con un par motor elevado, si se los compara con motores diseñados para uso vehicular.

La potencia puede ser interpretada como la capacidad de realizar un trabajo mecánico en un lapso de tiempo. En la práctica, si un tractor es capaz de efectuar el mismo trabajo que otro pero en un tiempo menor, necesariamente habrá dispuesto de una potencia mayor.

Un tractor dispone de potencia en dos sitios de entrega: en la toma de potencia y en la barra de tiro. Si se analiza la potencia disponible en la toma de potencia, ésta quedará definida por el régimen de funcionamiento y por el par motor empleado; en cambio, si se la considera en la barra de tiro, dicha potencia quedará definida por la velocidad de avance y por la fuerza de tracción.

La unidad más conocida para expresar la potencia es el Caballo Vapor (CV). Para su interpretación gráfica se puede indicar que 1 CV equivale a realizar el trabajo necesario para levantar un peso de 75 kilogramos hasta 1 metro de altura en el tiempo de 1 segundo (desplazamiento del punto de enganche desde **a** hasta **b**, Figura 10), ya que equivale a 75 kgm/s.



**Figura 10.** Interpretación del concepto de potencia. El sistema internacional de unidades considera KW como unidad de potencia (1 CV=0,735 KW)

$$1 \text{ CV} = \frac{75 \text{ kg} \times 1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 75 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$$

En el manual del usuario generalmente se indica la potencia máxima del motor y a qué régimen de funcionamiento la obtiene, como así también la potencia disponible al régimen del motor que permite entregar 540 v/min en la toma de potencia.

Para una mejor interpretación de las características funcionales del motor es necesario analizar sus curvas características; en ellas se muestra el comportamiento del par motor, de la potencia y del consumo de combustible frente a un determinado esfuerzo al que es sometido, para todo el rango del régimen de funcionamiento del motor.

Allí se visualizan dos zonas bien definidas: A, zona de trabajo normal y B, zona de trabajo eventual o de sobrecarga.

La zona de trabajo normal, comprendida entre el régimen máximo y el de potencia máxima (régimen nominal) se caracteriza por presentar un marcado crecimiento del par motor con una pequeña disminución del régimen de funcionamiento. Esta particularidad se logra sobre la base de un aumento en la dosis de combustible inyectado, función que cumple en forma automática el regulador de combustible del sistema de inyección.

Este particular desempeño, característico de los motores de tractores, permite que el tractor enfrente esfuerzos variados, originados por diferentes condiciones de trabajo, sin disminuir de manera importante el régimen de funcionamiento y por lo tanto su velocidad de avance.

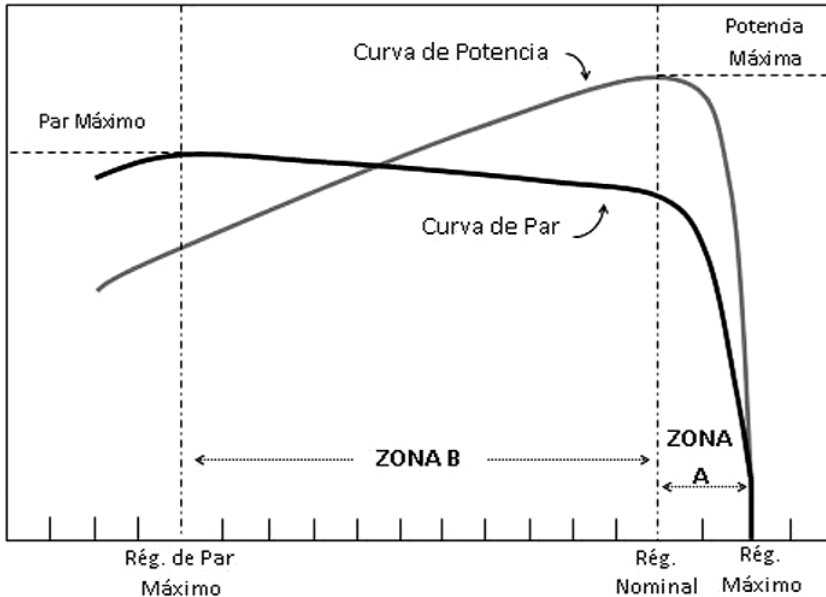
La amplitud de esta zona es propia de cada motor, correspondiéndole en líneas generales entre el 5% y el 10% del régimen del motor; por lo tanto, si se toma como ejemplo un margen del 7%, para un régimen máximo de 2300 v/min esta zona estaría abarcada por una variación en el régimen de 160 v/min. Es decir que si se coloca a trabajar el tractor con su acelerador en la posición máxima y si frente a un determinado trabajo el régimen baja 160 v/min, el motor estará entregando su máxima potencia.

La zona de trabajo eventual, comprendida entre el régimen de potencia máxima y el régimen de par motor máximo, se caracteriza por presentar un leve crecimiento del par motor con una gran disminución del régimen de funcionamiento. Esta particularidad se debe a que el motor empieza

a trabajar en una zona donde encuentra el mayor rendimiento en la aspiración del aire, ya que la dosis de combustible inyectado es constante.

Esta condición de máximo aprovechamiento de la combustión hace que el motor trabaje soportando las mayores cargas mecánicas, situación denominada sobrecarga. Un motor que trabaje en forma constante en sobrecarga verá seriamente afectada su vida útil.

Dicho comportamiento es similar para cualquier posición de aceleración; por lo tanto, resulta de suma importancia durante el desarrollo del trabajo observar las variaciones en el régimen de funcionamiento del motor, y si éstas se encuentran dentro del rango de trabajo normal (160 v/min según el ejemplo planteado) el motor estará trabajando bajo una condición normal y su durabilidad no se verá afectada.



**Figura 11.** Esquema de las curvas de potencia y par del motor de un tractor.  
A) zona de acción del regulador; B) zona de sobrecarga





# Mecanismos de transmisión

## Capítulo 3

Son los encargados de transmitir el movimiento de rotación del motor a las ruedas motrices y a la toma de potencia. Se caracterizan por su alta capacidad reductora de velocidad, que les permite transmitir un elevado par motor; por lo tanto, le brindan al tractor la posibilidad de realizar elevados esfuerzos de tracción.

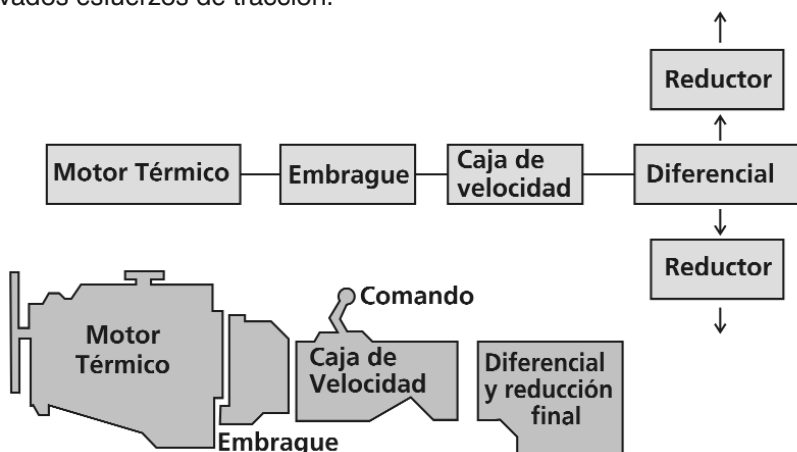


Figura 12. Esquema de la transmisión del tractor

## Embrague

Tiene por función unir en forma progresiva el movimiento de rotación del motor con el resto de las transmisiones y suprimirlas temporalmente, lo que permite accionar los distintos cambios de velocidad.

El embrague más usado es del tipo doble disco a fricción que funciona en seco (un disco acopla la transmisión hacia las ruedas motrices y el otro acopla a la toma de potencia).

Está colocado entre el volante y la caja de velocidades. El disco de embrague acopla el movimiento adhiriéndose firmemente al volante, a través de la presión que ejerce un plato accionado por resortes.

En algunos tractores, un pedal acciona los dos discos: en la primera posición desacopla el movimiento a las ruedas y en la segunda desacopla la toma de potencia.

En otros tractores el embrague de la toma de potencia es accionado en forma independiente, o bien está constituido por un embrague de discos múltiples en baño de aceite con actuación mecánica o electrohidráulica.

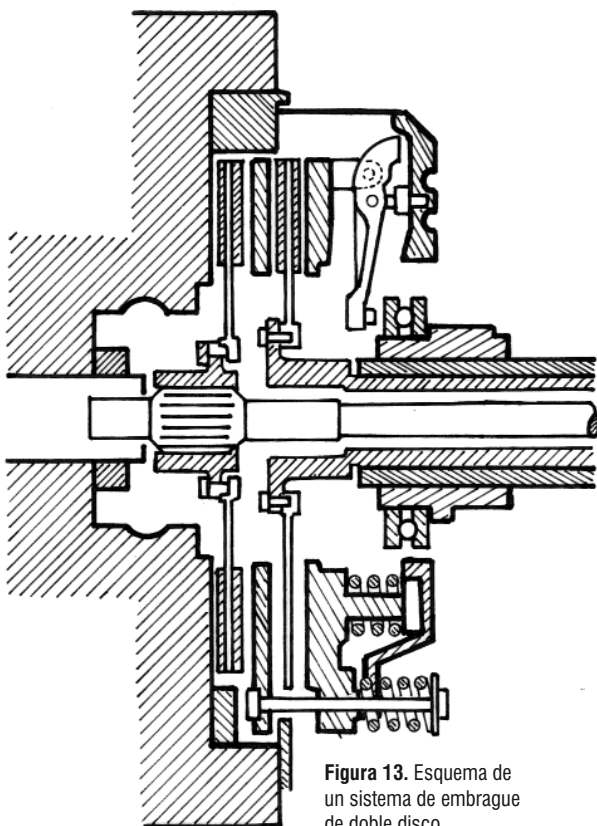


Figura 13. Esquema de un sistema de embrague de doble disco

## Caja de velocidades

Está formada por pares de engranajes dentro de una caja de fundición, que forma parte de la estructura del tractor. Las distintas combinaciones de los engranajes permiten que el tractor avance a diferentes velocidades con un régimen constante del motor.

### Selección de grupos y velocidades

Los tractores de mediana y baja potencia pueden tener la siguiente disposición de marchas:

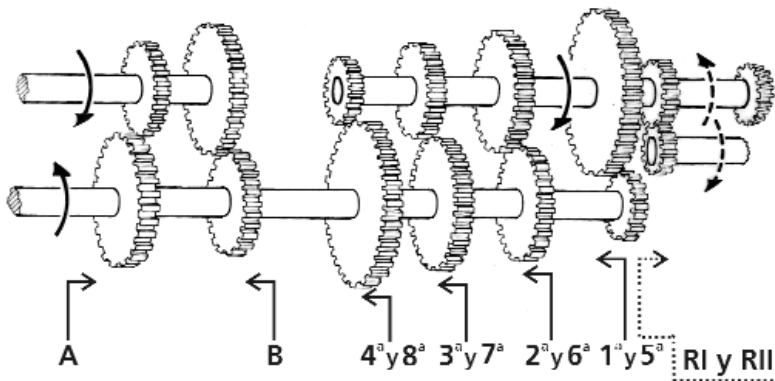


Figura 14. Esquema de una caja de velocidades

*Palanca de grupo:*

- A: grupo de velocidades lentas
- B: grupo de velocidades rápidas

*Palanca de cambio de velocidades:*

Grupo	Velocidades
A	1º, 2º, 3º, 4º y RI
B	5º, 6º, 7º, 8º y RII

El esquema anterior se presenta sólo con fines ilustrativos. Cada fabricante resuelve el número y la disposición de las marchas, el tipo de engranajes y la sincronización de las velocidades y su accionamiento, en función del diseño general del tractor.

Para un mejor desempeño en la mecanización de cultivos intensivos el tractor debe ser especializado. Tiene que disponer de varias marchas de baja velocidad, con un escalonamiento pequeño (poca diferencia de velocidad entre un cambio y el otro) para las velocidades habituales de trabajo y con un ordenamiento progresivo, a fin de facilitar su operación.

Para otras tareas agrícolas, como por ejemplo la labranza en cultivos extensivos, algunos tractores disponen de cajas de velocidades más complejas donde, además de presentar un escalonamiento de velocidades progresivo, tienen la posibilidad de realizar cambios bajo carga. Este mecanismo permite que el tractor, frente a un esfuerzo puntual que comprometa al motor obligándolo a trabajar en sobrecarga, seleccione en forma automática un cambio inferior a fin de que el motor recupere su régimen; una vez superado dicho esfuerzo vuelve a seleccionar el cambio inicial. Con ello se consigue ahorrar combustible y optimizar la capacidad de trabajo, ya que el tractor trabajará con la carga y la velocidad adecuada para cada caso.

Los ejes de los engranajes tienen posición longitudinal, y para transmitir el movimiento de estos ejes a las ruedas es necesario transformar el sentido de rotación longitudinal en movimiento de rotación transversal por medio de un mecanismo llamado piñón y corona, que es un engranaje cónico que trabaja con un ángulo axial de 90°.

El piñón gira sobre el eje de transmisión de la caja y mueve a la corona que gira sobre un eje transversal que lleva el movimiento a las ruedas por medio del diferencial.

## **Diferencial**

El diferencial tiene por función compensar las diferentes velocidades de giro de las ruedas motrices.

Esto puede producirse al girar el tractor, porque ambas ruedas recorren espacios distintos en el mismo tiempo, por diferentes condiciones de adherencia (una rueda patina más que la otra), por una diferencia en la presión de inflado que hace modificar el radio bajo carga de ambos neumáticos o por una distribución no igualitaria del peso adherente sobre las ruedas motrices (ejemplo: cuando el tractor trabaja con una rueda dentro del surco).

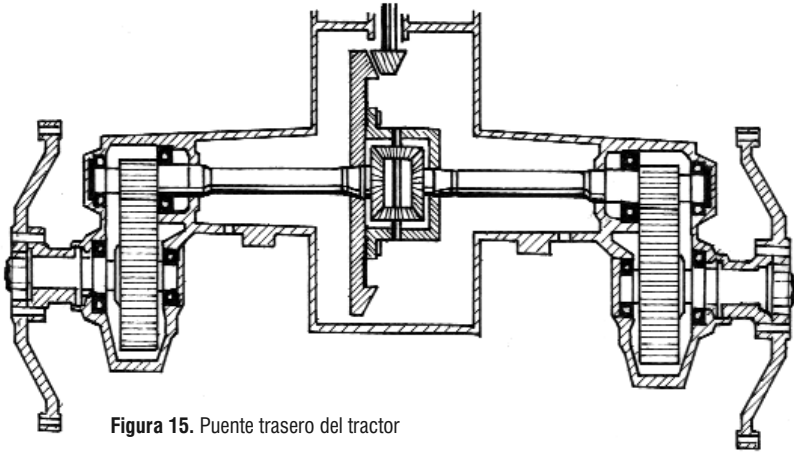


Figura 15. Puente trasero del tractor

El diferencial está constituido por cuatro ruedas dentadas cónicas (dos satélites y dos planetarios) engranadas entre sí, ubicadas dentro de una caja que gira solidaria a la corona. Dos de estas ruedas dentadas (satélites) están vinculadas con la caja mediante un eje; entonces, al rotar la caja los satélites se trasladan con ella y, a su vez, al estar vinculadas con los semiejes (palieres) a través de los planetarios harán girar a la correspondiente rueda motriz.

Por lo tanto, con este mecanismo es posible que una rueda aumente su velocidad de giro respecto de la otra que la disminuye en la misma relación, al permitir un movimiento diferencial de los planetarios respecto de los satélites.

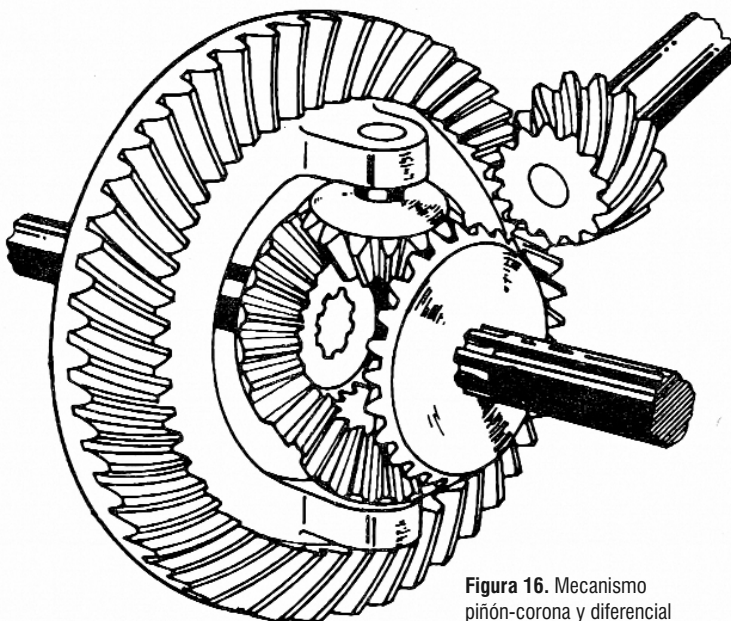


Figura 16. Mecanismo piñón-corona y diferencial

### **Bloqueo del diferencial**

Este mecanismo anula el trabajo del diferencial haciendo que las ruedas giren juntas como si estuvieran montadas sobre un eje rígido.

Cuando una rueda motriz patina y gira más rápido que la otra se puede usar el bloqueo de diferencial accionando un pedal o un comando. Esto tiene la ventaja de aprovechar la tracción que puede realizar la rueda motriz que está en mejores condiciones de adherencia.

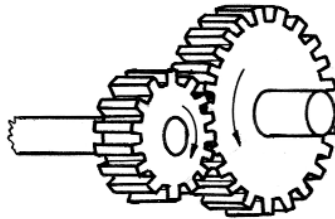
### **Reductores de velocidad**

Están ubicados entre el diferencial y la rueda motriz. Tienen por función reducir la velocidad de rotación transmitida y de esta manera se puede aprovechar la potencia disponible en el motor como fuerza de tracción.

Existen dos sistemas distintos para reducir la velocidad de giro proveniente del motor:

**a) Reductor de velocidad en cascada:**

Está integrado por un piñón y una corona, ambos cilíndricos y de dientes rectos. Este mecanismo se caracteriza porque invierte la velocidad de rotación; además, como los árboles de entrada y salida no están sobre el mismo eje permite modificar el despeje del tractor. Esta particularidad es aprovechada por los fabricantes ya que les permite ofrecer distintas utilizaciones de un tractor con el mismo mecanismo. Esa diferencia de excentricidad se puede emplear para conseguir un mayor despeje del tractor.

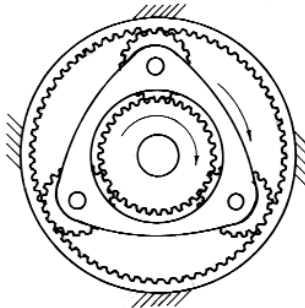


**Figura 17.** Reductor de velocidad en cascada

**b) Reductor de velocidad epicicloidal:**

Está constituido por un piñón que recibe el movimiento proveniente del diferencial, una corona dentada solidaria a la cañonera y una jaula con tres satélites reductores que transmiten el movimiento de giro a las ruedas motrices.

Este mecanismo no invierte el sentido de giro, es más compacto y los árboles de entrada y salida trabajan alineados sobre un mismo eje.



**Figura 18.** Reductor de velocidad epicicloidal





# Tracción

## Capítulo 4

El tractor está diseñado para transitar en suelos agrícolas, caracterizados por presentar una capacidad de soporte muy diferente a la de una ruta o un camino consolidado. Es por ello que cuenta con ruedas motrices de gran diámetro, con neumáticos provistos de tacos y que utilizan una baja presión de inflado. La adherencia entre el neumático y el suelo es baja y muy variable, por lo que no asegura una adecuada transitabilidad.

Los tacos, al hundirse en el suelo mejoran la condición de adherencia de la rueda, ya que frente a un esfuerzo de tracción aprovechan la resistencia del suelo que se opone a ser arrancado por dichos tacos. Cuando el patinamiento del rodado motriz es excesivo se notará en la huella que la porción de suelo comprendida entre dos tacos consecutivos se habrá desprendido de la masa del suelo. Esta situación deberá evitarse ya que acelera el desgaste de los neumáticos e incrementa notoriamente el consumo de combustible, al aumentar el tiempo necesario para realizar el trabajo.

Para mejorar la condición de tracción se recurre a aumentar el peso sobre el rodado, con el agregado de lastres. Esta condición de *tractor pesado* incrementa el hundimiento en el suelo y con ello la energía necesaria para su autotransporte, conocida como rodadura.

Por lo tanto, se podrían considerar algunas pautas de utilización tales como: frente a una tarea que demande un elevado esfuerzo de tracción, como ser el roturado de un campo de pastoreo, se recomienda agregar lastres. El suelo en estas condiciones no se hundirá, por lo que la rodadura será baja y se conseguirá minimizar el patinamiento. Por otro lado, en una tarea de siembra, que requiere bajo esfuerzo de tracción, se deberán quitar los lastres a fin de disminuir el hundimiento y por lo tanto la rodadura.

### **En dos ruedas motrices**

Estos tractores se caracterizan por tener una importante carga sobre su eje motriz para asegurar la tracción; en estos casos la distribución del peso es aproximadamente  $\frac{2}{3}$  sobre las ruedas motrices y  $\frac{1}{3}$  sobre las ruedas delanteras.

### **Delantera asistida**

Los tractores provistos de tracción delantera asistida tienen la posibilidad de transmitir fuerza a la barra de tiro a través del contacto de sus cuatro ruedas con el suelo. La transmisión a las ruedas delanteras se conecta a voluntad, y si bien son más pequeñas que las posteriores, se puede mencionar que contribuyen a aumentar el esfuerzo de tracción en el orden de un 20%. La distribución de peso es: 55% sobre el tren posterior y 45% sobre el tren anterior.

Para mejorar la tracción y la maniobrabilidad del tractor, las ruedas delanteras tienen mayor velocidad tangencial que las posteriores. Es por este motivo que la tracción delantera deberá conectarse solamente cuando se transita suelo agrícola y se requiere un esfuerzo de tracción importante. Sobre suelo firme o en caminos consolidados deberá desconectarse para evitar un excesivo desgaste de los neumáticos y de los mecanismos de la transmisión.

### **Tractores articulados**

Estos tractores tienen tracción en las cuatro ruedas, y por su sistema de dirección articulada presentan el menor radio de giro, lo que les brinda una gran maniobrabilidad. La distribución de peso es de 45% sobre el tren posterior y 55% sobre el tren anterior.

Si se compara la potencia que el tractor entrega en su barra de tiro con la ofrecida por el motor, se puede definir la eficiencia en transmitir la potencia en la tracción. En función de esto se puede hacer una diferenciación entre los tres tipos de tracción mencionados. Para un tractor especializado en fruticultura, en su versión tracción simple la eficiencia de tracción es del orden del 30%. Para un tractor con tracción delantera asistida, dicha eficiencia puede ascender al 40%, mientras que en su versión articulada el aprovechamiento de la potencia en la barra de tiro puede llegar al 60%.

# Tipos de tracción





**Figura 19.** Tipos de tracción:

A) Tracción en dos ruedas motrices; B) Tracción delantera asistida; C) Tractores articulados

## Neumáticos

En el tractor agrícola el neumático cumple la función de convertir la potencia en el eje de la rueda en potencia de tracción. Dicha transformación dependerá de la relación rueda suelo; por lo que los parámetros que intervienen, como ser el diámetro del neumático, el ancho de su pisada, el peso que actúa sobre él durante la tracción y la capacidad de soporte que pueda tener el suelo son determinantes para definir la capacidad de tracción de un tractor.

Los neumáticos llevan grabadas dos medidas que indican la altura del balón y el diámetro de la llanta, respectivamente. Por ejemplo, "14,9 x 26" significa 14,9 pulgadas de altura del balón y 26 pulgadas de diámetro interno de la llanta.

Otra denominación muy común es 360/70-24. En este ejemplo, 360 es el ancho del neumático en mm, 70 es la altura del balón expresada como porcentaje del ancho y 24 es el diámetro de la llanta en pulgadas.

Otro aspecto que caracteriza a un neumático motriz agrícola es la forma y angulación de los tacos. Las angulaciones más usadas son 45 y 23 grados (Figura 20). El primer caso se utiliza para suelos pesados con el objeto de facilitar su autolimpieza, y el segundo para mejorar el esfuerzo de tracción en suelos livianos.

Una presión de inflado correcta tiene gran influencia para un adecuado aprovechamiento de la potencia del tractor, la disminución del patinaje y la duración del neumático. Los neumáticos delanteros suelen inflarse con una presión de 25 a 30 libras/pul<sup>2</sup>, en tanto que los neumáticos motrices, entre 14 y 16 libras/pul<sup>2</sup>.

Una presión insuficiente provoca un mayor aplastamiento de la cubierta. Esa mayor deformación genera durante el trabajo un aumento de calor y una fatiga excesiva, deteriorando el neumático. Además, se producen desgastes desiguales de los tacos y en casos extremos se puede registrar un deslizamiento de la cubierta sobre la llanta, con el consiguiente perjuicio para la cámara y la válvula.

El exceso de presión provoca un patinamiento superior a lo normal ya que disminuye la superficie de contacto del neumático sobre el suelo.

Con una correcta presión de inflado y con la adición apropiada de lastre se puede mejorar la eficiencia en la operación del tractor cuando trabaja realizando esfuerzo de tracción.

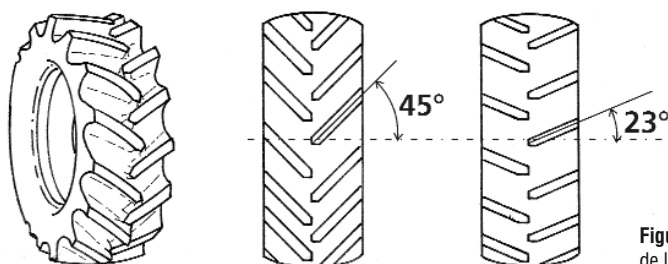


Figura 20. Ángulos de los tacos

## Contrapesos o lastres

Con el fin de controlar el patinamiento y la dirección del tractor, se colocan lastres en las ruedas. De esa manera se aumenta la eficiencia del trabajo.

El lastre en las ruedas delanteras (o sobre la parte delantera del chasis) evita el levantamiento del tractor cuando trabaja con equipos montados, y permite una mejor dirección cuando el tractor debe realizar un gran esfuerzo de tracción.

El lastrado se logra agregando piezas de fundición a los discos de las ruedas motrices y agua en el interior de la cámara.

Se debe tener la precaución de no sobrepasar la cantidad de lastre indicada por el fabricante.

En zonas muy frías se debe agregar anticongelante al agua de los neumáticos.

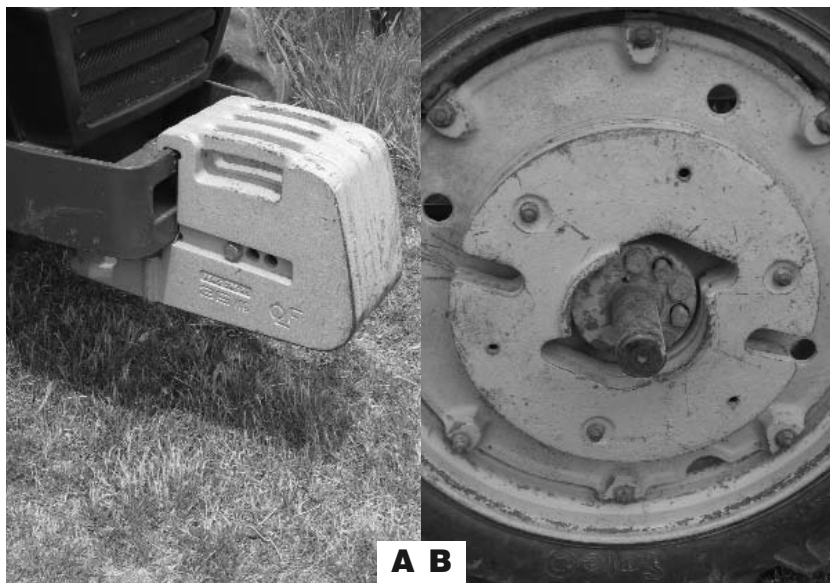


Figura 21. A) Contrapesos delanteros; B) Contrapesos traseros

## Trocha

Se llama trocha del tractor a la distancia entre ruedas de un mismo eje medidas de centro a centro de los neumáticos.

Los tractores tienen trocha variable para permitir su adaptación a distintos trabajos culturales, como así también para optimizar el enganche y la regulación de las distintas máquinas agrícolas.

En algunos tractores se puede variar la trocha de las ruedas motrices cambiándolas de lado, ya que la concavidad del disco de la llanta permite esta práctica. En otros, además, el disco está abulonado a la llanta y puede montarse en distintas posiciones.

Existe otra variante para la regulación de la trocha de las ruedas motrices. Consiste en una serie de bridas que se desplazan sobre guías helicoidales ubicadas sobre la llanta.



**Figura 22.** Regulación de la trocha del tractor





# Formas de aprovechamiento de la potencia

## Capítulo 5

### Toma de potencia

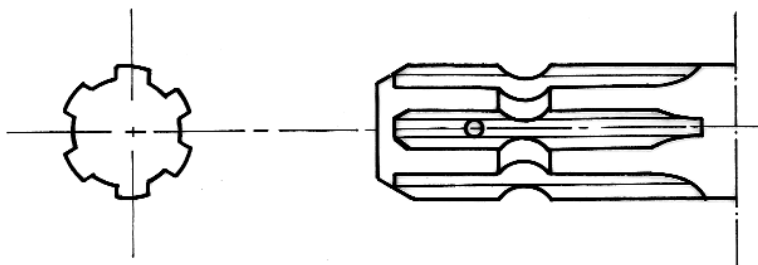


Figura 23. Manguito de la toma de potencia, categoría 540 v/min

Ciertas máquinas agrícolas como segadoras, arado rotativo, pulverizadoras, desmalezadoras, a la vez que son traccionadas por el tractor también son accionadas por la toma de potencia; sin ésta, las máquinas necesitarían contar con un motor auxiliar. La toma de potencia puede funcionar conectada al motor del tractor por medio de un embrague y actuar independiente de la velocidad de avance o bien conectada a la transmisión, por lo que trabaja sincronizada con la velocidad de avance del tractor (toma de potencia proporcional al avance).

Los tractores agrícolas de baja potencia vienen provistos de toma de potencia normalizada a 540 v/min. Es importante conocer el régimen del motor que proporciona dicha velocidad de giro en la toma de potencia. En el tacómetro tiene que estar indicado en forma clara qué régimen del motor proporciona 540 v/min en la toma de potencia.

Algunos tractores vienen provistos con un mecanismo que permite variar la relación de transmisión entre el motor y la toma de potencia. Por lo tanto, es posible conseguir el régimen de 540 v/min a partir de dos regímenes de funcionamiento del motor. El de mayor régimen (toma de potencia normal) permite que el motor entregue un valor de potencia cercano al máximo, mientras que el otro (toma de potencia económica), al trabajar a un régimen inferior el motor ofrecerá una potencia menor, disminuyendo así el consumo de combustible.

Esta alternativa le da al tractor una mayor versatilidad y permite que la potencia ofrecida por el motor se adecue a la demandada por las maquinarias, al menos en dos franjas de requerimiento; las de alta demanda, como por ejemplo pulverizadores frutícolas, trituradores de ramas, etc., y las de baja demanda, como máquinas fertilizadoras y pequeños pulverizadores de botalón.

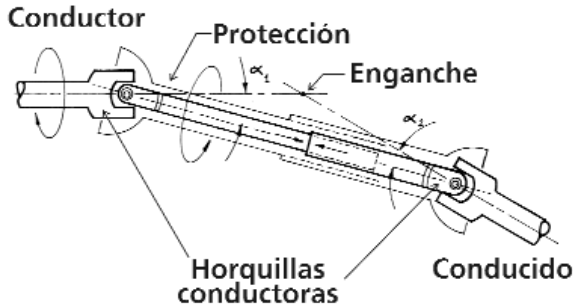
### **Acople cardánico**

Para las máquinas que toman la energía de la toma de potencia, el árbol cardánico de transmisión se constituye en un mecanismo de vital importancia ya que debe asegurar su funcionamiento de una manera confiable y duradera.

En este árbol se utilizan articulaciones rígidas. Desde el punto de vista cinemático, en el árbol conducido se origina una velocidad angular pulsante si los ángulos  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  no son iguales. Debido a la carga de inercia dinámica esta rotación irregular da lugar a grandes desgastes sobre el mecanismo accionado por el sistema.

Por lo tanto, la transmisión con doble unión cardánica debe asegurar una rotación uniforme del árbol conducido. Para ello, el punto de enganche de la máquina al tractor debe estar aproximadamente en el centro del árbol cardánico, permitiendo que los ángulos  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  sean iguales. Además, las horquillas conductoras deben disponerse desplazadas  $90^\circ$  entre sí.

Para mejorar esta transmisión existen uniones cardánicas con juntas homocinéticas. Estas permiten, además de una mejor uniformidad en la transmisión del movimiento, girar el tractor con la maquinaria en funcionamiento, lo que mejora la maniobrabilidad y la operatividad del conjunto.



**Figura 24.** Árbol de transmisión con doble unión cardánica

## Barra de tiro

Es la barra de enganche para implementos de tracción libre. Tiene que ser regulable en altura y longitud. Además, debe permitir trabajar en forma oscilante o fija en una posición.

De esta manera es posible lograr un correcto enganche de los implementos de arrastre, con la finalidad de mejorar la eficiencia de trabajo.

La posición de la barra de tiro influye sobre el comportamiento dinámico del tractor. Si ésta se ubica en una posición baja y corta, el tractor tendrá mucha estabilidad pero influirá poco en el aumento de peso sobre el eje motriz por transferencia. En cambio, en una posición alta y larga el tractor contará con poca estabilidad, ya que tenderá a un vuelco anteroposterior, pero se aplicará mucha más carga sobre las ruedas motrices, lo que contribuye a disminuir el patinamiento.

De lo anterior se desprende que una adecuada regulación de la barra de tiro permitirá compatibilizar la estabilidad del tractor con su desempeño tractivo.

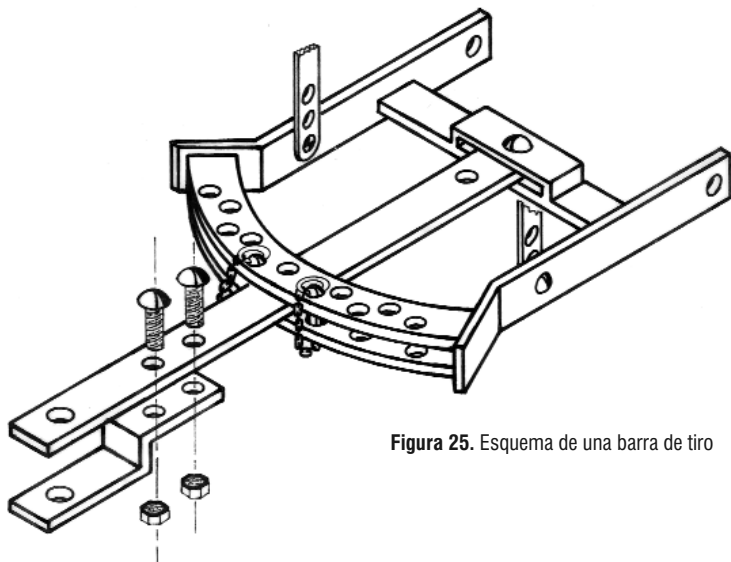
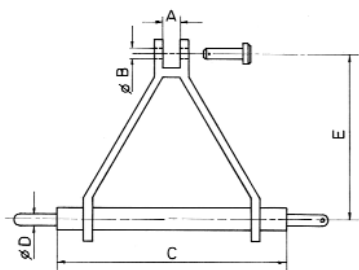


Figura 25. Esquema de una barra de tiro

## Enganche de tres puntos

Es el medio para acoplar al tractor los implementos montados. Este sistema, presente en la totalidad de los tractores de mediana y baja potencia, resulta de gran utilidad debido a que reduce el costo de las máquinas agrícolas, ejerce control sobre el esfuerzo de tracción mejorando su capacidad tractiva, protege al motor y mejora la ejecución de las tareas, especialmente cuando se trabaja en cultivos intensivos.



Categoría	A	B	C	D	E
1	44,5	19	683	22,2	460
2	53	25,4	824	28,6	510
3	53	31,8	965	36,5	560

Figura 26. Enganche de tres puntos y dimensiones según sus categorías (mm).

Se deberá observar que la categoría presente en el tractor se corresponda con la de la maquinaria a acoplar. De esta manera, el conjunto quedará armonizado permitiendo que actúen los mecanismos de control.

# Capítulo 6

## Sistema hidráulico

### Características funcionales

La particularidad de este tipo de sistemas es que permite transformar la energía mecánica del motor en hidráulica, que luego se convierte nuevamente en mecánica, lo que permite accionar una maquinaria.

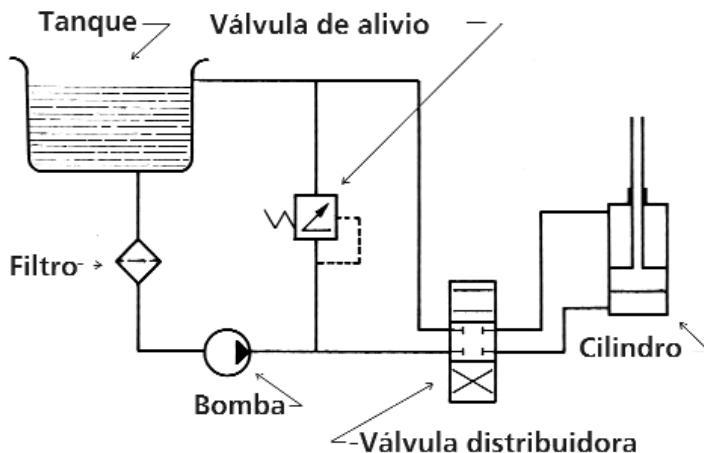


Figura 27. Esquema de un circuito hidráulico

El elemento que se emplea para transmitir la energía es un fluido confinado en un circuito cerrado, el que al ser impulsado por una bomba actúa provocando una fuerza o un par motor, ya sea si se trata de un cilindro o un motor hidráulico, respectivamente.

## Componentes del sistema

El sistema se caracteriza por su seguridad, confiabilidad y simplicidad en la transmisión de energía, y está compuesto por (Figura 27):

### Depósito de aceite

Contiene aceite liviano, especial para los sistemas hidráulicos. En algunos tractores el depósito está constituido por la carcasa de la caja de velocidades.

### Bomba hidráulica

Por lo general es de engranaje. Es accionada por el motor y le otorga al aceite el caudal necesario para el funcionamiento del sistema. Para los tractores especializados en cultivos frutícolas es conveniente que la bomba disponga de un alto caudal, por ejemplo 40 L/min, con la finalidad de abastecer adecuadamente al sistema hidráulico del tractoelevador. De esta manera se reduce el tiempo de accionamiento del elevador, permitiendo aumentar la capacidad de trabajo y a su vez disminuir el régimen de funcionamiento del motor, con el consiguiente ahorro de combustible y disminución de los gastos de reparaciones.

### Válvulas distribuidoras

Permiten levantar, bajar, regular y controlar el implemento, ya sea para accionar el elevador del enganche de tres puntos o bien para controlar cilindros de doble efecto.

En los tractores se presentan dos tipos de válvulas:

1. Rotativas
2. De émbolo desplazable

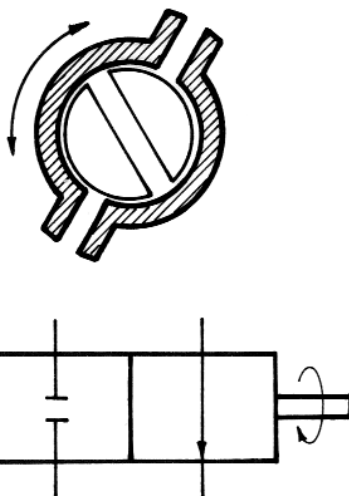
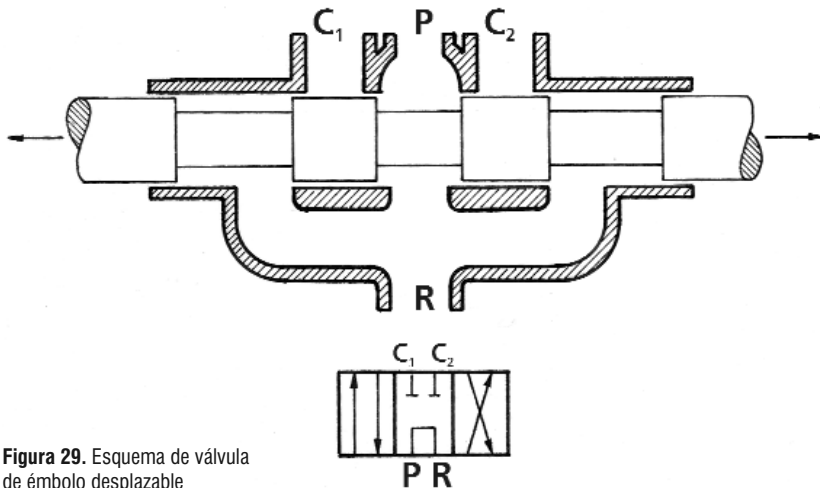


Figura 28. Esquema de válvula rotativa



**Figura 29.** Esquema de válvula de émbolo desplazable

### Válvula de seguridad

También llamada válvula de alivio, deriva el flujo de aceite a retorno cuando la presión registrada en el sistema supera a la presión de trabajo.

### Cilindros hidráulicos

La acción del caudal de aceite y la presión que se genera otorgan el movimiento y la fuerza para levantar, bajar, regular y controlar los implementos.

Los cilindros hidráulicos, llamados también actuadores porque transforman la energía hidráulica que reciben en energía mecánica, pueden ser de efecto simple o doble.

#### *Cilindro de efecto simple:*

El aceite impulsa al émbolo elevando el implemento. El descenso se realiza por el propio peso del implemento, que obliga a que el aceite contenido en el cilindro retorne al depósito.

### *Cilindro de efecto doble:*

El aceite puede ingresar y retornar por ambas cámaras del cilindro, por lo que puede realizar fuerzas alternas en sentidos opuestos.

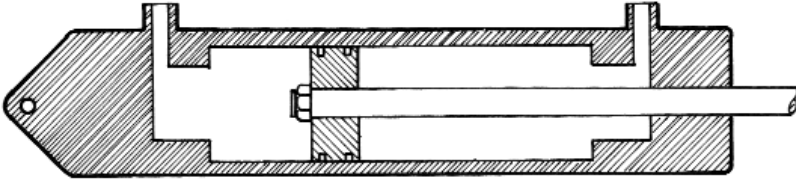


Figura 30. Esquema de un cilindro hidráulico de efecto doble

## Elevador hidráulico de tres puntos

Consta de:

- a) Un tensor central o tercer punto. Es ajustable y permite, en los tractores de mediana y baja potencia, regular los implementos longitudinalmente y efectuar control sobre la profundidad de trabajo.
- b) Dos brazos laterales: el izquierdo es fijo y el derecho es regulable en altura respecto del primero. Ambos se mueven hacia arriba o hacia abajo accionados por el sistema hidráulico.

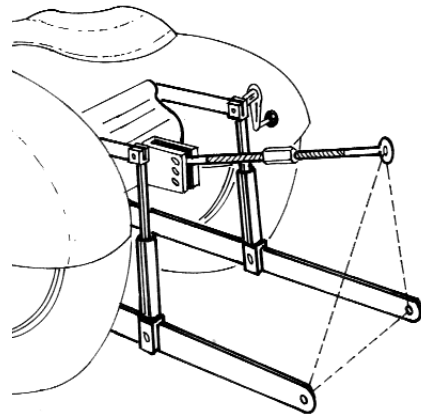


Figura 31. Esquema del enganche de tres puntos



El sistema hidráulico de tres puntos permite operar con precisión y control todos los implementos montados. Para esto puede actuar de las siguientes maneras:

#### *Control de esfuerzo*

Actúa por medio de un mecanismo que reacciona según el esfuerzo de tiro tendiendo a mantener constante el esfuerzo de tracción ejercido por el tractor durante el trabajo.

El control de esfuerzo puede realizarse con un sensor ubicado en el punto de acople del tercer punto, o bien en los brazos inferiores del elevador.

En los tractores de baja y mediana potencia el tercer punto trabaja a compresión, aumentando o disminuyendo el esfuerzo que recibe durante el trabajo, según aumente o disminuya la resistencia del suelo (Figura 32).

Cuando la carga aumenta (una mayor resistencia del suelo), la barra del tercer punto acciona un resorte o muelle comprimiéndolo contra su asiento; ese movimiento acciona a la válvula de comando y levanta levemente al implemento (Figura 33).

Cuando disminuye la compresión o existe tensión en la barra, el resorte se descomprime, acciona la válvula de comando y el implemento recupera su posición.

Este mecanismo permite que el peso del implemento más la resistencia que opone el terreno a su desplazamiento se transfieran a las ruedas motrices del tractor aumentando su peso adherente. Ello le otorga al tractor la ventaja de disminuir el patinamiento en el momento en que se registra un mayor esfuerzo de tracción.

Se emplea usualmente con arados de rejas, de discos, subsoladores, etc. (implementos que requieren elevados esfuerzos de arrastre).



Figura 32. Sensor de control de esfuerzo. Su comportamiento dinámico

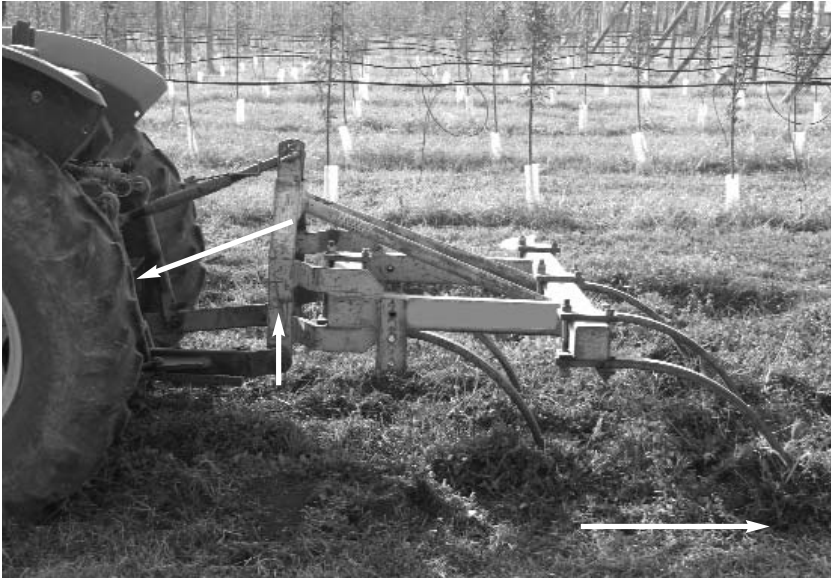


Figura 33. Esfuerzo controlado

### *Control de posición*

A cada posición de la palanca principal de control corresponde una posición de los brazos del levante hidráulico, independientemente del esfuerzo que esté ejerciendo el tractor. Se utiliza con cuchillas niveladoras, sembradoras etc.; es decir, con todos los implementos que deban trabajar en una posición constante.

### *Posición flotante*

Los brazos de levante hidráulico quedan completamente sueltos sin ningún control de posición ni de esfuerzo. Para trabajar de esta forma, los implementos necesitan obligatoriamente de una rueda de profundidad.

## **Forma de enganchar los implementos**

El acople de una máquina al tractor, a través de este sistema de enganche, puede convertirse en una tarea de riesgo. Por ello se sugiere el siguiente procedimiento:

Se retrocede con el tractor hasta aproximarse al implemento; se ajusta la altura del brazo izquierdo por medio del sistema hidráulico y se acopla. Luego se regula la altura del brazo derecho mediante su tornillo de regulación y se acopla. Finalmente, se coloca el tercer punto ajustando su longitud.

Para desacoplar se deberá realizar el procedimiento inverso. De esta manera, la tarea de acople la podrá llevar adelante una sola persona, con el mínimo riesgo de accidentes.

## **Mantenimiento**

Es necesario controlar semanalmente el nivel de aceite. Para esta operación el motor debe estar detenido y la palanca del hidráulico en posición de descenso. Este control es de suma importancia, debido a que si el sistema se quedara sin aceite se producirían costosos daños.

Para hacer los cambios del aceite hidráulico y de los filtros deberá procederse de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Todos los mecanismos del sistema de levante (brazos, tensores, manivelas, pernos, etc.) deberán tratarse con cuidado, ya que de su estado y ajuste dependerá el control que se tenga sobre el implemento.

Se deberá tomar la precaución de limpiar los acoples de las mangueras de los cilindros de control remoto antes de su conexión. Ello evitará el ingreso de polvo al circuito hidráulico, que dañaría todos los mecanismos de alta precisión (bomba, válvula, cilindros, etc.).

En el caso de aquellos tractores que tienen la bomba del sistema hidráulico ubicada dentro de la carcasa de la caja de velocidades y utilizan el mismo aceite que lubrica la transmisión, será necesario respetar las indicaciones de mantenimiento del fabricante.

Hay que tener en cuenta que las partículas metálicas provenientes del desgaste, si no se eliminan con el filtro y el cambio de aceite, ingresan al circuito hidráulico desgastando prematuramente todo el sistema.

# Capítulo 7

## Dirección y Frenos

### Dirección

En el tractor de ruedas, el eje delantero es oscilante para que la maquinaria pueda adaptarse a las irregularidades del terreno. Modificando la dirección de las ruedas delanteras es como se consigue direccionar los tractores de ruedas no articulados. Al hacer esto, las líneas de prolongación de los brazos de acoplamiento de los ejes tienen que cortarse en un punto ubicado sobre el eje posterior o su prolongación. Esta condición sólo se puede cumplir dentro de ciertos límites; no obstante ello, diseños adecuados permiten minimizar el error y el tractor puede así describir diferentes radios de curvatura con el mínimo arrastre de los neumáticos.

El movimiento de la dirección se transmite en general a partir del volante, pasando por la caja de dirección, la palanca de dirección, la biela de mando, la palanca de ataque y los brazos de acoplamiento a las dos ruedas delanteras. Los dos ejes de articulación de las ruedas están unidos por medio de una barra de acoplamiento.

Existen otros mecanismos de dirección que cumplen la misma finalidad, es decir, direccionar el tractor. No obstante, la maniobrabilidad dependerá en gran medida del diseño de todo el sistema de dirección.

Cuando la carga sobre las ruedas delanteras es considerable y las condiciones del terreno son difíciles, la fuerza necesaria para mover el volante puede ser muy grande, por lo que es conveniente recurrir a la energía hidráulica.

Podemos distinguir tres sistemas de accionamiento de la dirección:

### **Dirección mecánica**

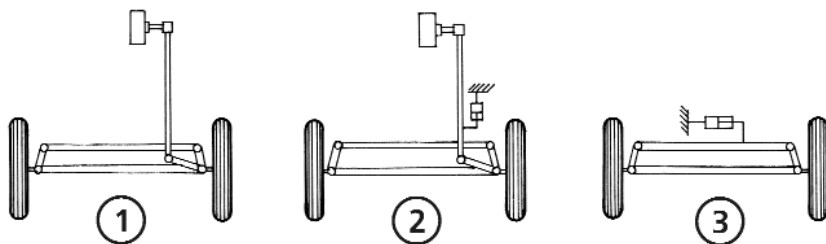
El volante está acoplado mecánicamente con las ruedas y todo el esfuerzo para accionar la dirección debe hacerlo el conductor.

### **Dirección asistida hidráulicamente**

El volante está unido mecánicamente a las ruedas, pero la orientación de éstas es asistida por un mecanismo hidráulico. Para ello el sistema dispone de un sensor que detecta el sentido de giro pretendido, permitiendo que el cilindro hidráulico asista al mecanismo de dirección.

### **Dirección hidráulica**

El volante no está acoplado mecánicamente con las ruedas, pero al girar se acciona un sistema de válvulas que mandan aceite a presión al dispositivo hidráulico que mueve las ruedas. Cuando el motor está detenido, el sistema se activa por medio del volante y permite disponer de control de dirección. Estos tractores cuentan con un circuito hidráulico específico para tal fin.



**Figura 34.** Accionamiento del sistema de dirección: 1) mecánica; 2) asistida; 3) hidráulica

En los tractores articulados, el giro se consigue modificando simultáneamente la dirección de los ejes delantero y trasero, con lo que se obtiene siempre la condición de giro ideal.

## Frenos

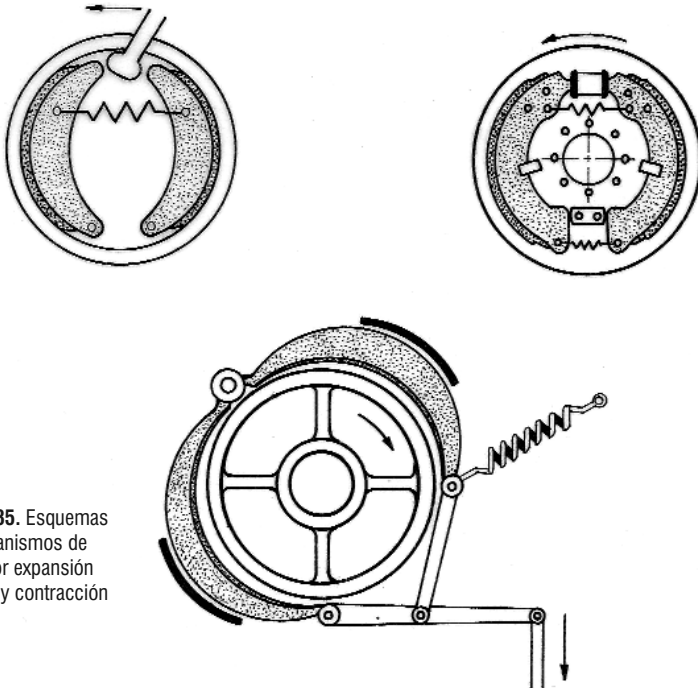
Los frenos se clasifican de acuerdo con diversos criterios:

a) Según el sistema usado para su accionamiento:

- mecánico
- hidráulico
- neumático

b) Según la posición del mecanismo de frenado:

- interior (de expansión)
- exterior (de contracción)
- de disco



**Figura 35.** Esquemas de mecanismos de freno por expansión (arriba) y contracción (abajo)

Los tipos mencionados corresponden a mecanismos clásicos de frenado. En la actualidad también existen tractores equipados con frenos de discos en baño de aceite, con accionamiento mecánico o hidrostático.

Los frenos independientes de las ruedas posteriores deben actuar acoplados cuando se transita a velocidades elevadas, por el peligro que ocasionaría el accionamiento sobre una sola rueda.

Los servofrenos son unos dispositivos de amplificación de la fuerza ejercida por el conductor para el accionamiento de los frenos en tractores pesados.

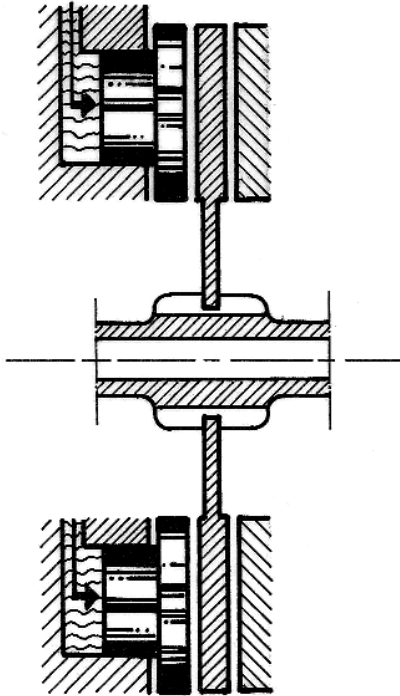


Figura 36. Esquema de un freno de disco



# *S* *Capítulo 8* **Sistemas que asisten al funcionamiento del tractor**

## **Circuito de combustible**

El combustible se encuentra depositado en el tanque, ubicado generalmente debajo del capot o en la parte posterior del tractor.

El tanque posee en su interior un conjunto de rompe olas; en la boca de llenado tiene un filtro de malla para evitar el ingreso de elementos extraños y en la parte inferior suele tener una llave de drenaje.

El combustible, conducido por una cañería, llega al prefiltro que tiene por función retener las impurezas de mayor tamaño y el agua. El vaso de este prefiltro es desmontable para facilitar su limpieza.

El combustible sigue hacia la bomba alimentadora, que es la encargada de impulsarlo a baja presión (1,5 bar) hacia los filtros y a la cámara de combustible de la bomba inyectora.

La bomba alimentadora puede ser de pistón o de diafragma y es accionada por el árbol de la bomba inyectora o por el árbol de levas del motor. El caudal de combustible que envía es superior al que utiliza la bomba inyectora.

En todo circuito de combustible existe una bomba manual que se utiliza para su carga, permitiendo eliminar el aire a través de los correspondientes grifos de purga.

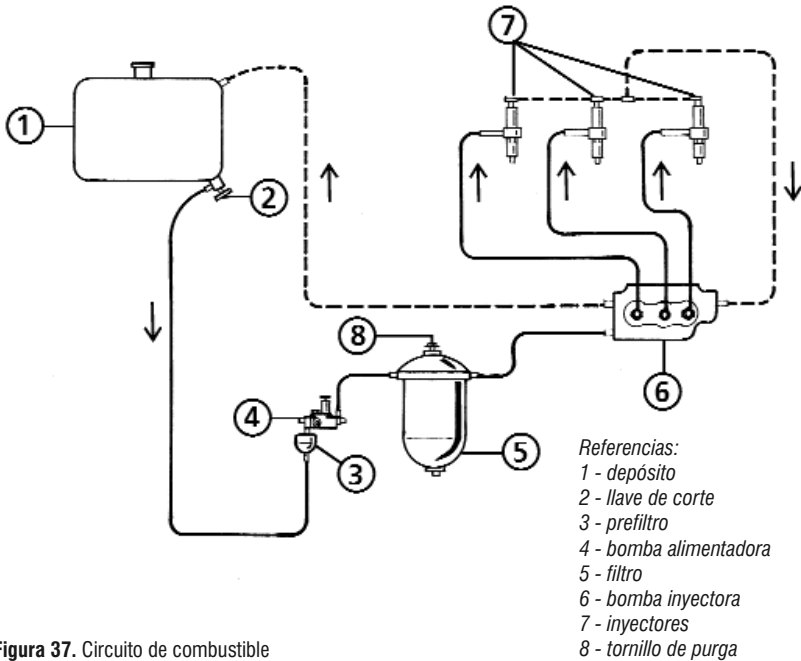


Figura 37. Circuito de combustible

Los elementos filtrantes son, en general, de papel o celulosa plegada. Luego de un número de horas de uso establecido por el fabricante, se cambian por otros nuevos.

### Mantenimiento

El combustible a usar en el motor del tractor debe estar limpio. Las impurezas que pueda transportar son extremadamente peligrosas para piezas de tanta precisión como son la bomba inyectora y los inyectores.

El filtro de malla de la boca de llenado del tanque debe permanecer en su lugar; su misión es evitar el ingreso de partículas gruesas que puedan obstruir las cañerías y/o disminuir la vida útil de los elementos filtrantes.

Conviene llenar el tanque de combustible al finalizar la jornada, para evitar que se acumule agua por condensación. Esto tiene una razón fundamental: si queda el tanque semi-vacío toda la noche, el frío condensa la

humedad del aire contenido en su interior en pequeñas gotas de agua, que se incorporan al combustible. Esta mezcla daña las delicadas piezas de inyección y dificulta la combustión.

El grifo de purga que suelen tener algunos tanques permite sacarles el agua, que por ser más pesada que el combustible se deposita en la parte inferior.

Es recomendable lavar periódicamente el tanque de combustible. En muchos tractores es fácil sacarlo soltando unos pocos bulones. Luego de vaciarlo se le agrega un poco de combustible limpio, se lo agita bien y se vuelca. Con un par de veces que se repita esta operación es posible eliminar los depósitos o lodos que forman estos combustibles.

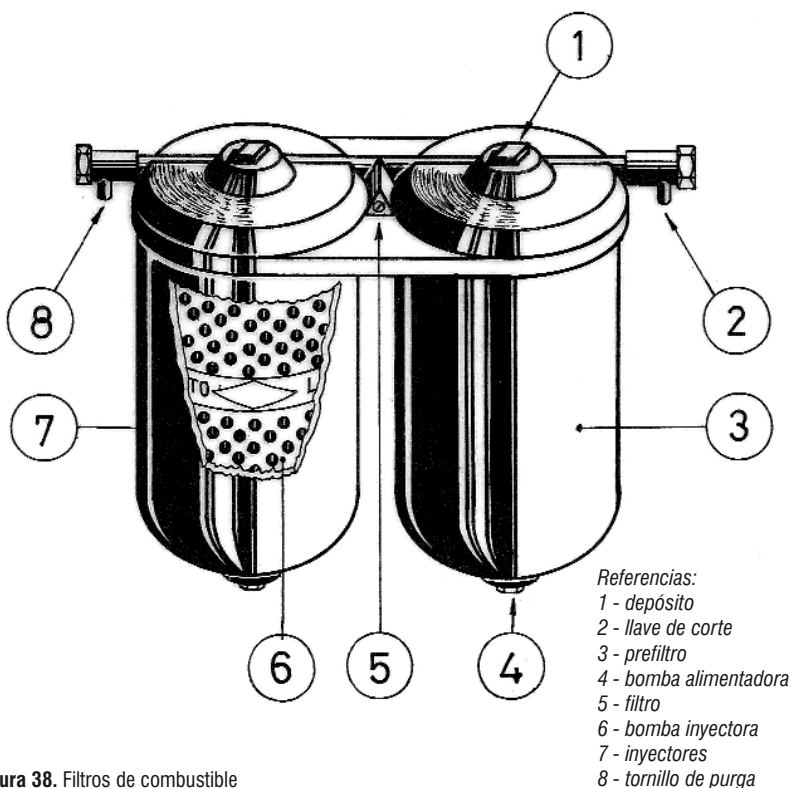
Debe prestarse particular atención a las reparaciones que sea necesario efectuar a los tanques de combustible, como ser soldaduras, ya que son muy susceptibles de generar explosiones debido a que quedan con vapor de combustible. Estas reparaciones deben ser realizadas por personal especializado.

El prefiltro debe ser limpiado periódicamente. Para ello se desmonta el vaso y se lava minuciosamente. Se aconseja cerrar el grifo del tanque de combustible para llevar a cabo esta operación.

La purga del sistema tiene por objeto eliminar el aire que pudiera quedar en el circuito de combustible.

El aire dificulta o anula el paso de combustible, haciendo que el motor no funcione o lo haga mal, el arranque es difícil y la potencia desarrollada es menor. Ello se debe a que las burbujas de aire se comprimen e interrumpen la columna de líquido que origina la inyección de combustible.

Las causas de entrada de aire en el circuito son varias: la bomba alimentadora puede aspirar aire del tanque cuando, por imprevisión, se termina el combustible; también por las uniones de las cañerías o por las juntas de las cajas de los filtros, o bien cuando se efectúa el cambio y la limpieza de estos.



**Figura 38.** Filtros de combustible

Para realizar la purga se debe seguir el circuito a partir del prefiltro. Se afloja el tornillo de purga y se acciona la bomba manual; al principio saldrán burbujas de aire mezcladas con combustible y luego únicamente combustible. Se aprieta este tornillo y se sigue purgando en orden con los tornillos de purga del primer filtro, del segundo y de la bomba inyectora. De no arrancar el motor, se deberá repetir la operación de purga siguiendo el procedimiento mencionado. De todas formas, antes de efectuar cualquier operación se deberá verificar el procedimiento o seguir lo indicado por el manual del tractor.

El cambio de elementos filtrantes debe hacerse periódicamente, de acuerdo con las instrucciones del manual del operador.

En caso de observarse pérdidas de combustible en el circuito, deberán repararse a los efectos de no facilitar la adherencia de polvo en el motor.

La bomba de inyección no debe ser regulada o reparada por el tractorista; para esos fines debe ser enviada a talleres especializados. El tractorista debe limitarse a controlar el nivel de aceite del cárter de la bomba, en caso de tener ese control.

Tampoco conviene que el tractorista desmonte los inyectores si no tiene conocimiento y práctica para ello. Los inyectores son piezas fabricadas con precisión; su defectuosa colocación puede producir graves daños.

### **Cuidados del combustible**

El combustible que se usa en los motores diésel de los tractores se obtiene por destilación del petróleo. Es importante que las estaciones de expendio de combustible dispongan de un sistema de filtrado a fin de asegurar que cualquier impureza que pudiera haber ingresado sea eliminada. Por otra parte, un manejo inadecuado del combustible en el establecimiento puede favorecer su contaminación. Tomando ciertas precauciones para almacenar el combustible se evitan muchos inconvenientes que se traducen en daños irreparables en el sistema de inyección del motor.

En establecimientos pequeños el almacenaje de combustible puede efectuarse en tambores, siempre que se tomen las precauciones debidas. Conviene guardar bajo techo estos tambores para evitar que los cambios de temperatura ambiente provoquen la condensación de la humedad en su interior.

Por razones de seguridad, el tinglado de almacenamiento debe estar aislado del resto de los edificios de trabajo.

La bomba de combustible debe estar bien firme, fijada al tambor para evitar agitaciones que mezclan el combustible con las suciedades decantadas en el fondo.

Cuando se recibe una nueva partida de combustible no se debe usar inmediatamente; se la debe dejar reposar por lo menos 48 horas, para permitir depositar las impurezas en la parte inferior del tambor.

En establecimientos medianos y grandes es conveniente disponer de una instalación fija como depósito de combustible. Entre el chupador de la bomba de combustible y el fondo del tanque tiene que quedar un espacio para prevenir que se aspiren impurezas.

Debe evitarse por todos los medios el uso de embudos y recipientes de trasvase. Cuando esto no sea posible, procurar que al menos se encuentren limpios.

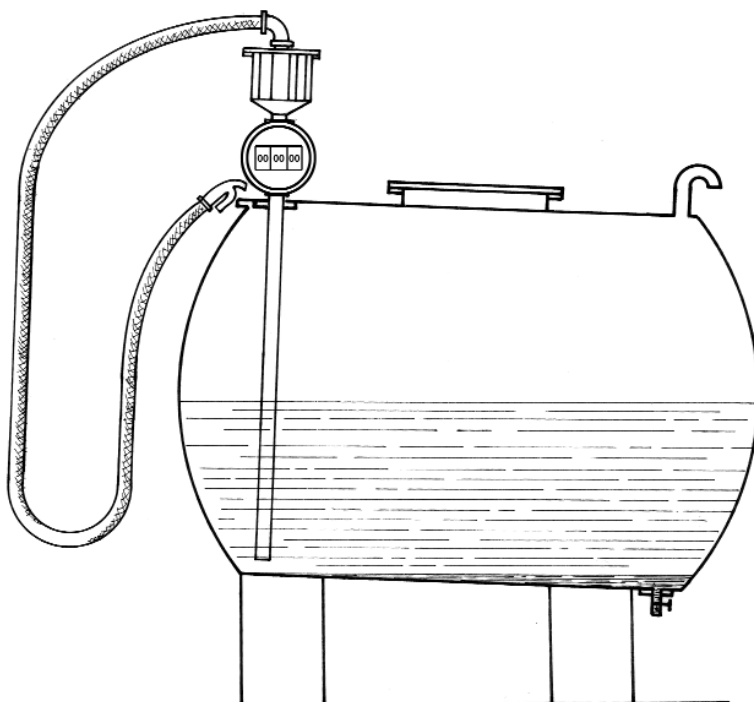


Figura 39. Depósito de combustible

## Sistema de lubricación

Los motores modernos tienen un sistema de lubricación forzada para asegurar que el aceite lubricante llegue a todas las partes mecánicas en movimiento.

El aceite lubricante es aspirado por una bomba que es generalmente de engranaje; ésta es la encargada de enviarlo a los distintos puntos a lubricar a través de canales y orificios existentes en las piezas del motor. Los puntos vitales a lubricar son los cojinetes del cigüeñal, el árbol de levas, balancines y válvulas, aros, engranajes de distribución y otros mecanismos.

En el manual del fabricante se indican las características del aceite recomendado para el motor. Es importante respetar dichas recomendaciones a fin de asegurar una correcta lubricación de todos los mecanismos, lo que contribuirá a prolongar la vida útil del motor.

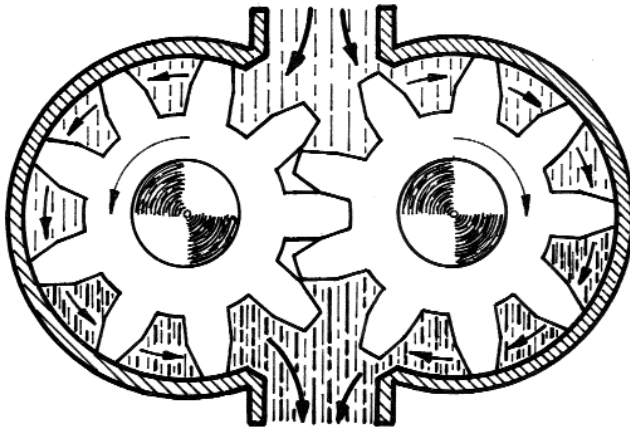
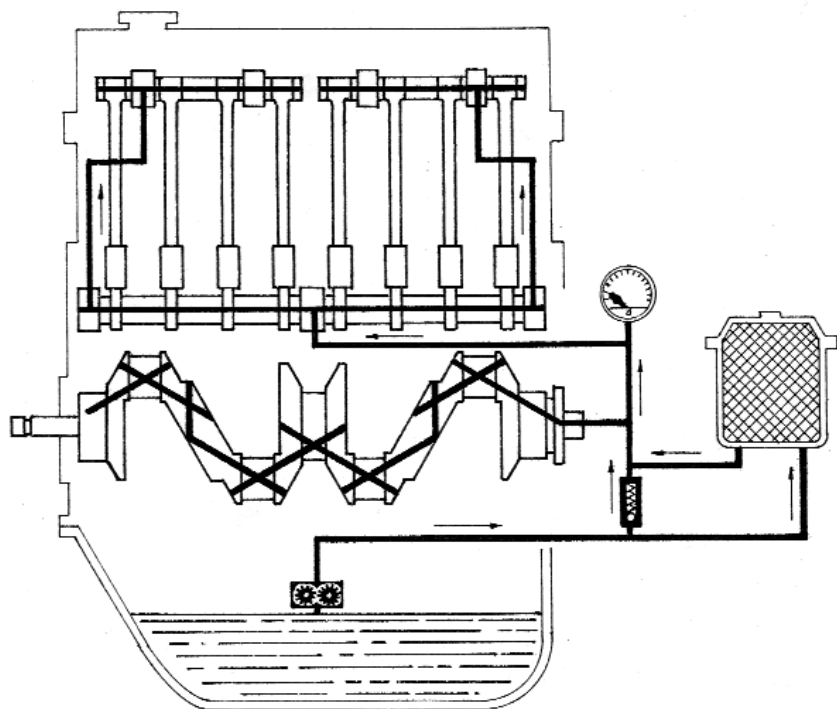


Figura 40. Bomba de engranaje



**Figura 41.** Circuito de lubricación

Durante el funcionamiento del motor el aceite se contamina con impurezas que deberán retenerse en los respectivos filtros.

Estos pueden estar instalados de la siguiente manera:

*1 - En serie*

En este caso, todo el aceite que impulsa la bomba pasa por el filtro antes de ingresar al circuito de lubricación. Es necesario que en el circuito haya una válvula de seguridad que permita el paso del aceite si el filtro se obstruye.



## *2 - En derivación*

Con esta modalidad, una parte del aceite va al circuito de lubricación y el resto vuelve al cárter pasando previamente por el filtro. Con el funcionamiento del motor todo el aceite es purificado.

En ambos casos el circuito cuenta con una válvula limitadora de presión. El fabricante determina a qué presión debe funcionar el sistema de lubricación.

El instrumental que indica la presión existente en el circuito debe funcionar correctamente a fin de detectar cualquier anomalía.

## **Mantenimiento**

Los motores de los tractores y máquinas agrícolas en general requieren aceites de alto rendimiento, porque trabajan en ambientes con mucho polvo, temperaturas extremas y con carga durante gran parte de su funcionamiento.

Como se verá en el correspondiente capítulo, el aceite debe cumplir, entre otras, con la función de reducir la fricción, el desgaste, disipar el calor y sellar las presiones que se registran en el grupo de compresión.

Los aceites modernos contienen una serie de aditivos que les permiten mejorar su rendimiento. No obstante, a medida que transcurre el tiempo sufren alteraciones debido fundamentalmente a tres factores: contaminación, degradación y acumulación de partículas metálicas producidas por el desgaste del motor.

### *1 - Contaminación*

Varias son las fuentes de contaminación. Las partículas de polvo del ambiente pueden penetrar al motor junto con el aire si los filtros son defectuosos. Los residuos de la combustión pasan al cárter a través de los aros, principalmente cuando éstos acusan algún desgaste. El agua de refrigeración también puede llegar al aceite.

Por otro lado, si el motor no mantiene la temperatura de trabajo, por defectos en el sistema de refrigeración o porque funciona durante períodos cortos y poco frecuentes, pueden ingresar pequeñas cantidades

de agua al aceite por efecto de la condensación que se produce en el interior del motor.

### *2 - Degradación*

A medida que se usa, el aceite sufre oxidación y nitración que alteran sus cualidades lubricantes. Las altas temperaturas (principalmente en las válvulas de escape donde la temperatura alcanza los 2600°C) favorecen la oxidación. El aceite oxidado tiene una mayor viscosidad, es más corrosivo y sus aditivos son menos efectivos.

En motores mal ajustados se produce la nitración del aceite. Bajo esta condición el aceite también se vuelve más viscoso.

### *3 - Acumulación de metales*

El aceite reduce el desgaste, pero no lo elimina. Pequeñísimas cantidades de partículas metálicas se depositan en el aceite, por lo que el cambio del aceite y del filtro se constituye en uno de los aspectos de suma importancia para conseguir el máximo rendimiento del motor.

## **Sistema de refrigeración**

Los motores, durante su funcionamiento, producen calor por la fuerte compresión del aire dentro del cilindro, por la combustión y el rozamiento de las partes mecánicas en movimiento. En la compresión dicha temperatura puede llegar a 600°C y en la combustión a 1800°C, aproximadamente.

El aceite lubricante es el primer elemento que sufre las consecuencias de las altas temperaturas ya que pierde sus propiedades. Como consecuencia de ese déficit se produce un desgaste prematuro de los metales; ese rozamiento no controlado provoca una cantidad de calor adicional que en casos extremos puede llegar a la fusión de los metales.

Por todo lo mencionado, los motores de combustión interna necesitan un sistema de refrigeración eficiente. Éste puede ser por agua o por aire.

## Refrigeración por agua

Las partes de este sistema son:

### *Radiador*

Enfría el agua que viene del bloque del motor haciéndola pasar por pequeños tubos para aumentar la superficie de enfriamiento.

El radiador está compuesto por un tanque superior, el panel y un tanque inferior. Este sistema de refrigeración trabaja a una presión aproximada a 0,5 bar con la finalidad de elevar el punto de ebullición del agua a 110-112º C.

La tapa del radiador tiene una válvula que regula dicha presión; resulta imprescindible que ésta se encuentre en buenas condiciones y permanezca cerrada durante el funcionamiento.

### *Ventilador*

Es el encargado de generar una corriente de aire que pasa a través del radiador para mejorar la eficiencia de enfriado.

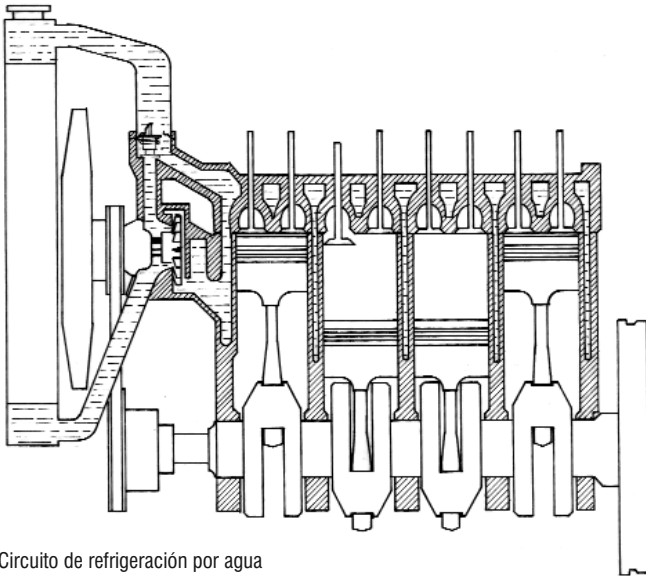


Figura 42. Circuito de refrigeración por agua

### *Bomba de agua*

Permite forzar la circulación de agua dentro del sistema; se encuentra entre la parte baja del radiador y la cámara de agua del motor.

La bomba y el ventilador reciben el movimiento desde una polea ubicada en el extremo delantero del cigüeñal, por medio de una correa.

### *Cámara de agua*

Forma parte del bloque del motor y rodea a los cilindros, culata y válvulas.

### *Termostato*

Regula la circulación del agua dentro del sistema de acuerdo con la temperatura. Con el motor frío esta válvula permanece cerrada impidiendo la circulación del agua por el radiador. Cuando éste alcanza la temperatura de trabajo (80-95° C), se abre y permite la circulación de agua por todo el sistema.

El termostato no debe ser eliminado por ningún motivo, ya que las temperaturas de trabajo mencionadas permiten que el motor brinde su máxima eficiencia con menor desgaste.

Es fundamental contar con un indicador de temperatura que señale, mediante sectores coloreados, los rangos aconsejados para ese motor.

## **Mantenimiento**

Es necesario cargar el radiador con agua limpia y blanda (sin sales). Son recomendables el agua desmineralizada o los líquidos refrigerantes. Las aguas de mala calidad, al calentarse provocan el depósito de sarro en las paredes del radiador y en la cámara de agua, actuando como aislante térmico. Por lo tanto, el sistema pierde eficiencia.

Es conveniente colocar desincrustantes y antioxidantes para evitar la formación de sarro y oxidaciones.

El líquido del radiador debe controlarse diariamente: en caso de ser necesario se debe agregar la cantidad suficiente para alcanzar el nivel. La tapa debe cerrar herméticamente.

Con temperaturas bajas (inferiores a 0º C) se deberá colocar anticongelante para evitar roturas en el radiador y en el bloque por aumento del volumen del agua al congelarse dentro del circuito. Es necesario, además, mantener el radiador limpio en su parte externa para permitir una buena circulación del aire.

### Refrigeración por aire

En este sistema, la regulación de la temperatura del motor se realiza por medio del aire en forma directa. Se compone de las siguientes partes:

- turbina
- manga guía de aire
- chapas deflectoras
- aletas de enfriamiento
- termómetro

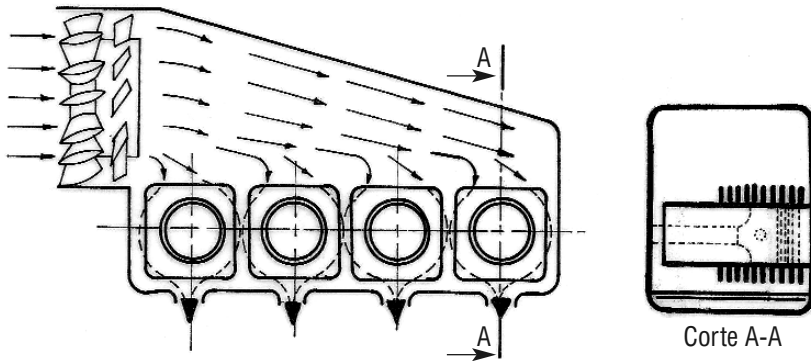


Figura 43. Circuito de refrigeración por aire

### *Turbina*

Es un ventilador axial que tiene gran cantidad de paletas y gira a elevada velocidad, aproximadamente 4500 a 6000 v/min. Su función es aspirar el aire del exterior e impulsarlo a gran velocidad hacia el motor para su refrigeración.

Es accionado por correas conectadas a la polea del cigüeñal, aunque en ciertos modelos de tractores de baja potencia dicha turbina está incorporada al volante del motor.

### *Manga guía de aire*

El aire aspirado del exterior por la turbina es conducido al motor por medio de una chapa en forma de embudo llamada manga guía de aire. Ésta permite distribuir el aire en forma pareja a todos los cilindros.

### *Chapas deflectoras*

Están colocadas alrededor de cada uno de los cilindros del motor. Su misión es distribuir de manera uniforme y envolvente la corriente de aire en cada cilindro.

### *Aletas de enfriamiento*

Las tapas de los cilindros y los cilindros de los motores refrigerados por aire están provistos de una serie de aletas que aumentan su superficie exterior de 10 a 12 veces y, por lo tanto, su capacidad de enfriamiento.

### *Indicador de temperatura*

Está ubicado en el tablero a la vista del conductor y conectado por un tubo capilar o por un conductor a un sensor alojado en una de las tapas de cilindro.

La temperatura de funcionamiento de los motores refrigerados por aire es levemente superior a la correspondiente a los motores refrigerados por agua.

## **Mantenimiento**

Este sistema debe mantenerse en condiciones óptimas de limpieza. Las pérdidas de combustible o aceite, el engrase excesivo de la turbina o el uso de grasas inadecuadas facilitan la adherencia de impurezas.

Para la limpieza del sistema se procede de la siguiente forma: se deja enfriar el motor, se desmonta la manga de guía de aire y se procede luego a la limpieza haciendo circular aire o agua a presión sobre el motor del lado contrario al que está ubicada la manga guía, es decir, en sentido contrario a la circulación del aire de enfriamiento. De esta manera se facilita el desprendimiento de las impurezas.

Si el motor está muy sucio puede ser necesario desmontar, además, las chapas deflectoras. Luego de la limpieza se vuelven a montar las chapas deflectoras y la manga guía, ajustándolas correctamente.

Durante el trabajo se debe controlar la temperatura del motor, deteniendo su funcionamiento ante cualquier irregularidad.

Los tractores con motores refrigerados por aire tienen un radiador de aceite que deberá limpiarse de la forma mencionada.

Para lubricar la turbina (en caso de ser necesario) se utilizará grasa para rodamientos de alta velocidad, resistente a altas temperaturas.

## **Sistema de purificación del aire**

El motor diésel tiene como característica trabajar con una elevada relación de compresión. El grupo de compresión debe tener un alto grado de ajuste para soportar dicha presión.

Por lo tanto, las pequeñas partículas de polvo contenidas en el aire perjudican notablemente al sistema, ya que actúan como un abrasivo desgastando las partes vitales del motor.

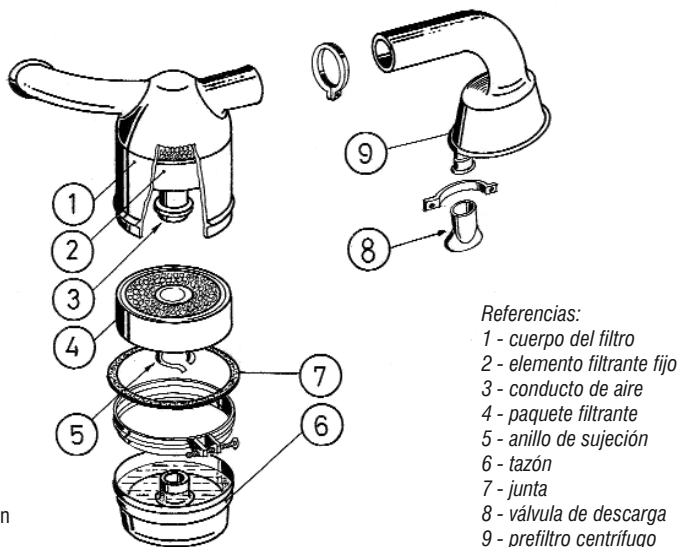
De la pureza del aire que ingresa a los cilindros depende la vida útil del motor; de ahí la importancia del filtro de aire, su cuidado y mantenimiento.

Hay dos tipos de filtros:

1. en baño de aceite
2. de cartucho seco

### *En baño de aceite*

Posee un separador centrífugo que retiene las partículas más pesadas que caen en un vaso recolector; luego el aire a alta velocidad circula por un tubo central en dirección descendente, choca con el aceite del tazón, cambia el sentido de circulación dejando en éste gran parte de las impurezas y, además, produce una niebla que llega a los paquetes filtrantes que contiene el filtro. El aire pasa a través de estos paquetes, donde libera las últimas impurezas de menor tamaño antes de ingresar al motor.



**Figura 44.** Filtro en baño de aceite

### **Mantenimiento**

Para el mantenimiento, siempre se deben respetar los períodos y los procedimientos indicados en el manual del operador. El mantenimiento depende de la cantidad de polvo existente en el aire, que está relacionado directamente con la labor realizada. Es necesario verificar a diario el vaso recolector y, si hay mucho polvo, limpiarlo.

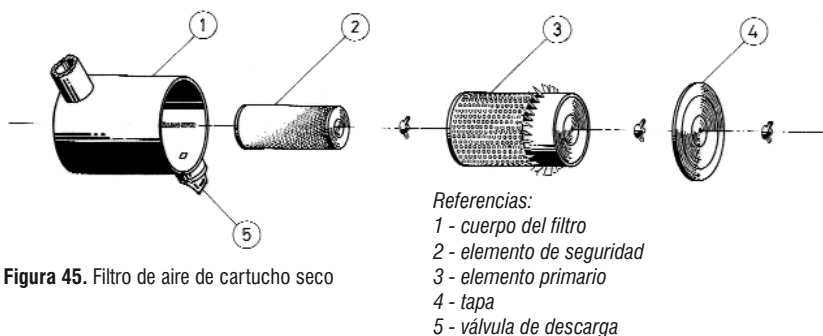
Si hay polvo acumulado en el tazón se debe desarmar y lavar; luego agregar aceite nuevo hasta el nivel indicado.



Para su limpieza los paquetes filtrantes se sumergen en gasoil durante 15 a 20 minutos y luego se escurren; se repite la operación hasta su limpieza total.

Es importante verificar en forma periódica el estado de las mangueras que conducen el aire al motor, para evitar el ingreso de aire no purificado.

#### *De cartucho seco*



**Figura 45.** Filtro de aire de cartucho seco

El primer proceso de separación centrífuga es igual al filtro de baño de aceite, pero el siguiente filtrado se hace por medio de un cartucho de papel plegado.

### **Mantenimiento**

Los tractores están equipados con sensores que detectan si el filtro de aire se encuentra obstruido. Para su limpieza o recambio se deben seguir las instrucciones del fabricante. Un filtro de aire obstruido provoca una disminución de la cantidad de aire aspirado, lo que hace disminuir el rendimiento del motor.

### **Sistema eléctrico**

Está integrado por el alternador, la batería y los reguladores. Con él se provee de electricidad a tres sistemas que funcionan con energía eléctrica. Estos son:

- 1) Sistema de calentamiento: en los motores de inyección indirecta existen bujías de precalentamiento que elevan la temperatura del aire dentro de la precámara de combustión para facilitar la puesta en marcha. En el caso de los motores con inyección directa, generalmente se ubica una bujía que calienta el aire en el múltiple de admisión, creando mejores condiciones para el arranque.
- 2) Sistema de arranque: por medio del motor de arranque.
- 3) Sistema de iluminación e instrumentos.

#### *Alternador*

Es el generador de energía eléctrica a partir de la energía mecánica del motor. Produce corriente alterna, la cual luego es rectificadora para ser almacenada en la batería como corriente continua.

#### *Batería*

Acumula la energía eléctrica producida por el generador, que devolverá al circuito cuando éste no pueda abastecer al sistema.

#### *Dispositivos de regulación de carga*

Habilitan la generación de corriente sólo cuando la batería lo requiere.

### **Mantenimiento**

El alternador debe limpiarse sólo con aire a presión. Cuando se lava el tractor debe cubrirse cuidadosamente con un plástico. Se recomienda verificar periódicamente la tensión y el estado de la correa que le da movimiento desde el motor.

Por lo general, los alternadores vienen provistos de rodamientos a bolilla de libre mantenimiento. Cuando aparece algún ruido anormal que indique desgaste en los rodamientos, deberán sustituirse de inmediato.

Existen baterías de libre mantenimiento. En aquellas que no lo fueran se debe revisar semanalmente el nivel del electrolito y agregar agua destilada si fuera necesario. Así mismo, se deben mantener los terminales limpios, ajustados y cubiertos con vaselina para evitar la formación de sales.

Es importante asegurarse de que la batería esté firme dentro de la caja, porque los golpes y las vibraciones pueden dañarla.

El tractor agrícola se caracteriza por su diversidad de funciones. Por lo tanto, debe contar con un sistema de iluminación completo y duradero. Por otro lado, el instrumental debe permanecer en óptimas condiciones, ya que de ello depende la durabilidad del tractor y la posibilidad de realizar correctamente su mantenimiento.



# *L*ubricantes *Capítulo 9*

## **Tipos y funciones de un lubricante**

Se designa con el nombre genérico de lubricantes a aquellos productos destinados a disminuir la fricción y por lo tanto el desgaste de los mecanismos. Estos son los aceites y las grasas.

Existen también algunos lubricantes sólidos con base de grafito, cuya aplicación está condicionada a aquellos lugares donde no es posible retener ni los aceites ni las grasas.

Las funciones que cumple un lubricante son las siguientes:

### *Lubricar*

Reduce la fricción entre dos piezas en movimiento, facilitando su deslizamiento. La falta de lubricante origina alta fricción y produce recalentamiento, desgaste y frenado de los movimientos.

### *Hermetizar*

La película de aceite ayuda a evitar pérdidas de compresión y paso de gases de la combustión al cárter.

### *Limpiar*

El aceite y sus aditivos hacen que las impurezas de la combustión y oxidación permanezcan suspendidas y sean retenidas en los filtros.

### *Refrigerar*

El aceite tiene capacidad de enfriamiento y ayuda al sistema de refrigeración a evacuar el calor de la combustión y de la fricción de los mecanismos.

### *Proteger frente a la corrosión*

La oxidación de todas las partes metálicas de un motor es un serio problema que se agrava cuando el motor no trabaja y en consecuencia el aceite no circula. Es por ello que el aceite debe mantener, aún en reposo del motor, una película protectora.

### *Amortiguar ruidos*

La lubricación reduce considerablemente el nivel de ruidos que produce la fricción, que de otra manera serían sumamente altos, desagradables y perjudiciales para el operador.

## **Aceites**

Los aceites pueden ser de *origen mineral*, elaborados en base a la destilación del petróleo, o de *origen sintético*, obtenidos a partir de compuestos químicos o petroquímicos. Se identifican según su grado y viscosidad.

*El grado* se define por la clasificación SAE (Sociedad de los Ingenieros del Automóvil) y se caracteriza por la viscosidad en frío y en caliente; dos números separados por la letra W (Winter=invierno) dan el grado. El primer número, seguido de una "W" representa la viscosidad en frío: 15 W; cuanto más pequeño es el número, más fluido será el aceite en frío y facilitará el arranque. El segundo número representa la viscosidad en caliente: 20, 30, 40; cuanto más alto sea el número, más viscoso será el aceite en caliente.

*La viscosidad* mide la resistencia a fluir de un líquido; cuanto mayor sea, menor será la velocidad de circulación, derrame, salpicado y penetración en orificios. El lubricante es más fluido en caliente y más viscoso en frío. La utilización de lubricantes fluidos en frío permite reducir los desgastes en el momento del arranque debido a una lubricación rápida de todas las piezas del motor; por el contrario, un lubricante de mayor viscosidad comprometerá la lubricación, principalmente de aquellos sectores más alejados de la bomba.

### *Función y periodicidad del cambio de aceite*

El cambio de aceite es una operación primordial para mantener el motor en buen estado, por dos razones: a) el lubricante se carga de partículas (metálicas, carbonosas, etc.); b) el lubricante se deteriora por contaminación con agua y combustible, por la oxidación y el consumo de sus aditivos.

La periodicidad indicada por el fabricante tiene en cuenta condiciones ideales de uso, por lo que se determina básicamente en función del lubricante empleado y del grado de exigencia en la utilización del motor.

Es importante verificar con regularidad el nivel de aceite del motor; una cantidad inferior a la mínima ocasiona una circulación rápida del fluido y provoca un desgaste acelerado del aceite.

## **Grasas**

Las grasas son una mezcla de aceites y jabones especiales; por su solidez se las utiliza para retener la lubricación en un determinado lugar, siempre que los mecanismos trabajen a baja velocidad. Pueden tener, según sus características, las siguientes propiedades:

*Resistentes al agua:* son grasas de base cálcica. Se usan en toda clase de cojinetes, bujes y mecanismos que trabajan a temperaturas moderadas.

*Resistentes a altas temperaturas:* son grasas de base sódica o de litio. Se utilizan en rodamientos y son especialmente aptas para trabajar a temperaturas elevadas.

*Grasas asfálticas:* se usan para lubricar mecanismos a la intemperie con movimientos lentos y pesados.

*Grasas grafitadas:* se utilizan para el engrase con grandes intervalos de tiempo, por la dificultad de llegar a los mecanismos. Cuando se descompone la grasa el grafito actúa como lubricante, dándole a los mecanismos mucha suavidad en los movimientos.





# *M*antenimiento Capítulo 10 del tractor

## **Pautas generales**

Un mantenimiento preventivo es clave, y se hace tomando en cuenta fechas calendarizadas y/o cantidad de horas trabajadas, de tal manera que se planifica y se ejecuta con los objetivos de reducir las fallas, ahorrar costos de operación y mantener seguro y disponible el equipo en el momento preciso.

La tarea debe ser complementada con un registro, que permite recoger datos como horas trabajadas, combustibles y lubricantes utilizados, elementos necesarios, trabajo realizado, reparaciones, etc. Con dicha información se facilita el cálculo del costo de operación y se aporta información sobre el estado de la maquinaria.

El manual del fabricante deberá convertirse en una guía permanente. En éste se describen con claridad todas las operaciones de uso y mantenimiento que deben realizarse para obtener el máximo rendimiento económico y operativo del tractor.

A manera de esquema orientativo se detallan algunas pautas para un buen cuidado del tractor.

### *Control diario:*

Llenar el tanque de combustible al finalizar la tarea, para evitar la acumulación de agua por condensación nocturna.

Antes de poner en marcha el motor observar:

- Pérdidas de combustible e inconvenientes mecánicos en general.
- Nivel de agua del radiador y aceite del motor.
- Presión de los neumáticos.
- Estado del filtro de aire.
- Taza colectora de sedimentos de combustible.

### *Cada 50 horas:*

- Cambiar el aceite del tazón, si fuera necesario, en los filtros en baño de aceite.
- Lavar y engrasar.
- Controlar la presión de los neumáticos.
- Verificar la tensión de las correas.
- Controlar el nivel de electrolito de la batería.
- Controlar el nivel de aceite del sistema hidráulico y de la transmisión.

### *Cada 200 horas:*

- Cambiar el aceite del motor.
- Cambiar el filtro de aceite del motor.
- Limpiar la taza colectora de sedimentos de combustible.

### *Cada 400 horas:*

- Limpiar o reemplazar los filtros de combustible.
- Limpiar totalmente el sistema filtrante en baño de aceite.
- Verificar el nivel de aceite de la caja de dirección y de los reductores finales.
- Cambiar los elementos filtrantes de cartucho seco.

### *Cada 1.000 horas:*

- Cambiar el aceite de la caja de velocidades, diferencial y reductores finales.
- Cambiar el aceite en la caja de dirección.
- Cambiar el aceite y filtro del sistema hidráulico.
- Desarmar, limpiar y engrasar los cojinetes de las ruedas delanteras y cambiar retenes.
- Limpiar totalmente el sistema de combustible.

En relación al sistema de purificación de aire, es necesario introducir el concepto de *mantenimiento flexible*. No es conveniente seguir instrucciones rígidas donde sólo se tiene en cuenta la cantidad de horas trabajadas. Como las labores agrícolas están fuertemente vinculadas a las condiciones del ambiente de trabajo (tipo de tarea, condiciones atmosféricas, sistema de cultivo, etc.), la cantidad de polvo presente en el aire es muy variable.

Por lo tanto, además de tener presente lo indicado en el manual del operador, se debe prestar particular atención a las condiciones diarias de trabajo y, en consecuencia, establecer un criterio para la revisión, limpieza y/o recambio de filtros. Resulta aquí de particular importancia que el sensor que detecta el estado del filtro de aire se encuentre en buenas condiciones de funcionamiento.



# *Capítulo 11*

## **Seguridad en el uso del tractor y la maquinaria agrícola**

La seguridad del operador es una de las principales consideraciones que se tienen en cuenta en el diseño y la fabricación de los tractores y maquinarias. Sin embargo, las tareas agrícolas resultan muy riesgosas y con frecuencia se registran accidentes atribuidos a actitudes y condiciones inseguras de trabajo.

A continuación se aporta una serie de elementos relacionados con actitudes y condiciones que deben estar presentes en este tipo de trabajo.

### **Actitudes del operador frente al uso de la maquinaria**

- Ser prudente en el manipuleo de herramientas y en la ejecución de tareas agrícolas mecanizadas.
- Saber distinguir las condiciones de trabajo seguras de aquellas que presentan riesgos de accidente.
- Considerar a los aspectos ergonómicos de la maquinaria como parte importante de la calidad laboral.
- Valorar la prevención como una herramienta para lograr una mayor seguridad en la ejecución de la tarea.
- Ser respetuoso de las normas de seguridad.
- Capacitarse en el uso de las herramientas de taller y de las máquinas agrícolas en general.



**Figura 46.** Cárden con protección



**Figura 47.** Partes móviles protegidas

## Consideraciones elementales de seguridad

- Toda máquina deberá ser operada únicamente por personas responsables y capacitadas para hacerlo.
- Disponer de un sitio limpio y ordenado para las tareas de mantenimiento, equipado con botiquín de primeros auxilios y matafuegos reglamentario.
- Encender el motor únicamente desde el puesto de manejo y verificar el funcionamiento de los dispositivos de seguridad previstos en el tractor.
- No dejar el motor en funcionamiento en lugares cerrados o de poca ventilación.
- El operador debe estar correctamente ubicado en el puesto de conducción y sostener firmemente el volante al poner en marcha el tractor.
- Conducir el tractor a velocidades adecuadas para cada tarea y en función de las condiciones del terreno, de manera que la operación sea segura y confortable.
- Cuando se manejan o transportan maquinarias en caminos y rutas, usar luces reglamentarias y elementos reflectantes. Respetar las disposiciones de tránsito.
- Tener siempre presente que en una marcha lenta el tractor avanza o patina; si no avanza y no patina sufrirá un vuelco antero-posterior. Toda condición que impida el patinamiento (enganchar alto, cruzar una acequia, subir una pendiente o pretender sacar un tocón) favorece el vuelco antero-posterior del tractor.
- Asegurar que no se encuentren personas o elementos extraños a su alrededor antes de poner en funcionamiento una máquina acoplada al tractor y/o desplazarse con éste.



- Desconectar la toma de potencia y esperar a que se detengan los elementos de la máquina antes de descender del tractor.
- Antes de realizar una intervención en el tractor o en la maquinaria acoplada a éste, detener el motor, quitar la llave de arranque, colocar el freno de estacionamiento y apoyar la maquinaria.
- Sólo el operador debe conducir el tractor y no debe permitir que otras personas se ubiquen sobre éste cuando se encuentre en movimiento.
- Verificar la presencia y el estado de los elementos de protección de partes móviles (Figuras 46 y 47).
- Usar siempre ropa de trabajo ajustada al cuerpo. Las ropas sueltas pueden ser atrapadas aún por piezas en movimiento protegidas.
- Emplear una rutina segura para realizar el abastecimiento y mantenimiento del tractor y las maquinarias y para acoplarlas y desacoplarlas a éste.
- Al estacionar el tractor para su guarda, retirar la llave y no dejar herramientas y/o maquinarias levantadas, soportadas por el sistema hidráulico.
- Usar siempre elementos de protección personal.
- Respetar los períodos de descanso. La fatiga incrementa el riesgo de accidentes, sobre todo cuando se trabaja por la noche.



EL OPERADOR DEL TRACTOR  
DEBE RECORDAR SIEMPRE  
QUE ESTÁ CONDUCIENDO  
UNA MÁQUINA; DEBE ACTUAR  
EN TODO MOMENTO CON EL  
MÁXIMO DE PRECAUCIÓN Y  
DE RESPETO A LAS NORMAS  
DE SEGURIDAD, A LOS EFECTOS  
DE ALEJAR TODO TIPO DE  
RIESGO QUE COMPROMETA SU  
INTEGRIDAD PSICOFÍSICA Y LA  
DE OTRAS PERSONAS.



# Bibliografía

- Botta, G. F.** 2007. Tractores. Diseños básicos y utilización. 1º ed. Edit. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 171 p.
- De Simone, M. E.; Draghi, L. M.; Hilbert, J. A.; Jorajuría Collazo, D.** 2006. El Tractor Agrícola. Fundamentos para su Selección y Uso. Rosario, Argentina. Ediciones INTA, 256 p.
- Di Prinzio, A. P.; Magdalena, J. C.** 2001. El Tractor Agrícola. Funcionamiento y Mantenimiento. 3º Ed. General Roca, Río Negro. INTA-UNCo, 48 p.
- Dos Reis, A. V.; Tavares Machado, A. L.;** 2009. Accidentes com máquinas agrícolas: Texto de referencia para técnicos y extensionistas. Editora e Gráfica Universitária UFPEL, 103 p.
- Instituto de Ingeniería Rural - INTA.** 1973. Manual elemental del tractorista, 4º edición, 135 p.
- Liljedahl, J. B.; Turnquist, P. K.; Smith, D. W.; Hoki, M.** 1992. Tractors and their power units. 4º edición, N. York: Avi Books, 463 p.
- Lostri, A.; Onorato, A.** 1986. Qué tractor elegir? - parámetros de comparación de tractores agrícolas engomados. FAO, Chile, 40 p.
- Ortiz Cañavate, J.** 1988. Técnicas de la Mecanización Agraria. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España, 648 p.
- Pellizzi, G.** 1992. Meccanica Agraria. Volume I per la 4a. Classe. Richiami di Fisica Applicata I Materiali I Motori e I Trattori. Edagricole, Edizioni Agricole, 223 p.
- Vieira dos Reis, A.; Tabares Machado, A. L.; Da Costa Tillmann, C. A.; Brenner de Moraes, M. L.** 2005. Motores, tractores, combustibles y lubricantes. 2º Ed. ver. y ampliada. Pelotas, Brasil. Ed. Universitaria UFPEL, 307 p.





**EDICIONES INTA**

**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Centro Regional Patagonia Norte  
Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle**

Ruta Nacional 22 - km 1190, zona rural de Allen,  
provincia de Río Negro, Argentina.

Dirección Postal: Casilla de Correo 782, CP (8332)  
General Roca, provincia de Río Negro, Argentina.  
Copyright INTA, Agosto 2011

El presente manual se elaboró como material didáctico para participantes de cursos sobre funcionamiento y mantenimiento del tractor y la maquinaria agrícola, y está expresado en un lenguaje sencillo y accesible para todos quienes aspiren a convertirse en operadores.

En sus contenidos se incluye información sobre tecnología que comenzará a estar cada vez más presente. No obstante, y con el conocimiento de que un número importante del parque de maquinarias de la fruti-horticultura argentina tiene una antigüedad de veinte y hasta treinta años, no se dejaron de tratar los mecanismos y sistemas ya superados en los tractores modernos.

ISBN: 978-987-679-060-4



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Centro Regional Patagonia Norte  
Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle