

Encargado de obra civil

Maquinaria y medios auxiliares

Daniel García de Frutos

1ª edición: marzo 2009



© Daniel García de Frutos
© Fundación Laboral de la Construcción
© Tornapunta Ediciones, S.L.U.
ESPAÑA

Av. Alberto Alcocer, 46 B Pª 7
28016 Madrid
Tél.: 91 398 45 00 Fax: 91 398 45 03
www.fundacionlaboral.org

ISBN: 978-84-92686-04-9
Depósito Legal: LU 70-2009

Encargado de obra civil. Maquinaria y medios auxiliares

ÍNDICE

	Introducción	5
	Objetivos generales del curso	7
UD1	Elementos comunes de las máquinas	9
UD2	Maquinaria de elevación	59
UD3	Movimiento de tierras	91
UD4	Maquinaria de transporte	159
UD5	Hormigones	187
UD6	Maquinaria de compactación, perforación y extendedoras	225
	Índice de figuras	251



INTRODUCCIÓN

Las máquinas constituyen uno de los recursos que utilizamos en nuestro trabajo, pero no son inteligentes, no piensan por sí mismas, pese a los últimos avances. La mano, y sobre todo la cabeza del hombre, sigue siendo indispensable para obtener los mejores resultados. Por ello resulta imprescindible que el personal esté familiarizado con ellas, las conozca, sepa sus posibilidades y las use con el máximo aprovechamiento de sus posibilidades.

Este manual pretende ser una guía y una referencia para el personal de obra que tantas veces se enfrenta a la decisión de recomendar el uso de una máquina.

La estructura del manual ha intentado ser coherente con el proceso de aprendizaje, por lo que damos unas mínimas nociones en él sobre los elementos que componen la maquinaria y su participación en su funcionamiento.

Como toda labor que se precie, este manual ha sido elaborado con esfuerzo y no me gustaría dejar en el olvido el duro trabajo de José Luis Cortés, quien también ha desarrollado una labor como parte de la "maquinaria" y pone a disposición del lector un manual que espero que sea de su máximo interés.







OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Identificar los elementos que componen la maquinaria, al menos los más importantes para su funcionamiento y los más sensibles a las averías.
- Conocer las opciones existentes a la hora de elegir un equipo de obra en función de las condiciones mecánicas que presenta.
- Conocer las máquinas y los equipos que cumplen funciones de elevación de cargas, movimiento de tierras, transporte, elaboración de hormigón, compactación y perforación y las extendedoras.
- Identificar los diferentes trabajos que estas máquinas son capaces de realizar.
- Saber seleccionar la máquina apropiada en función de los requisitos productivos de la obra.
- Conocer los diferentes implementos que las máquinas pueden acoplar para mejorar sus prestaciones y, sobre todo, el abanico de trabajos diferentes que pueden asumir.

UD1

ÍNDICE

		Objetivos	10
		Mapa conceptual	11
1.1		Introducción	12
1.2		Tren de potencia	14
1.3		Sistema hidráulico	38
1.4		Bastidor principal o chasis	41
1.5		Ruedas	41
		Resumen	55
		Terminología	57



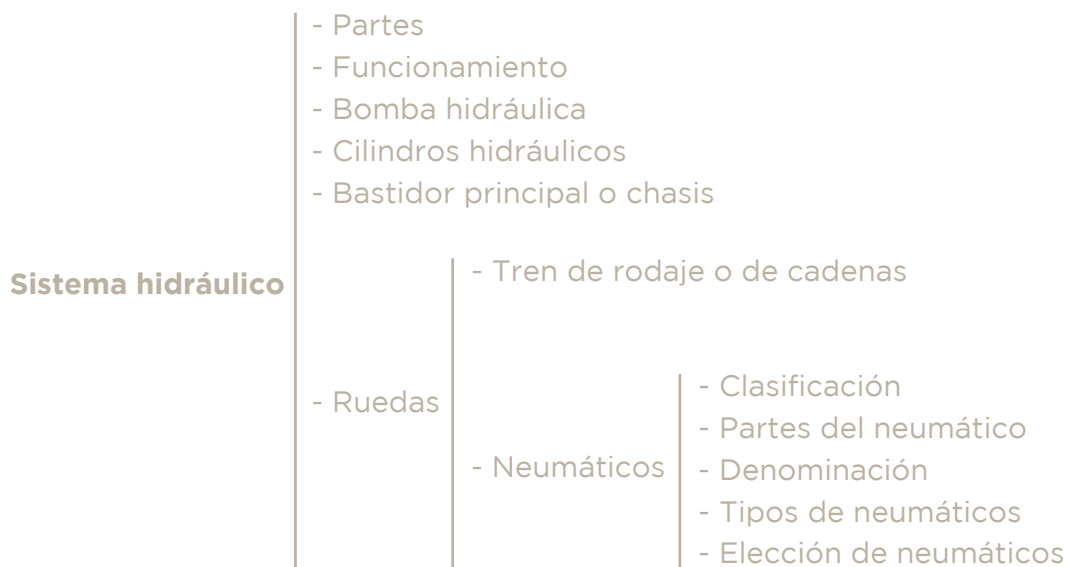
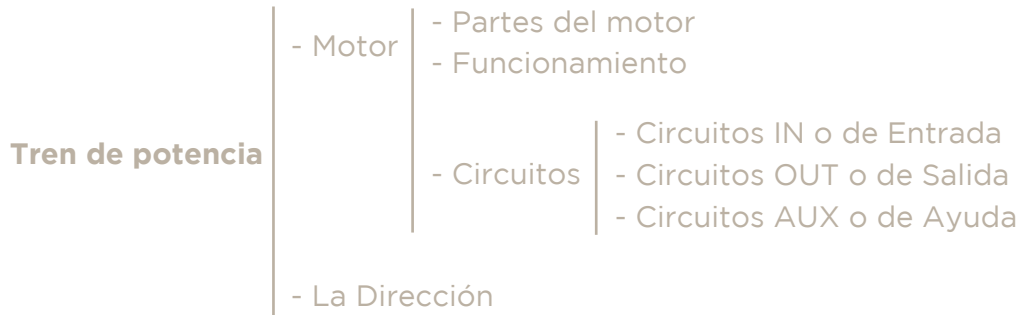
OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Identificar los elementos que componen la maquinaria, al menos aquéllos más importantes para su funcionamiento.
- Conocer las opciones que tenemos a la hora de elegir un equipo de obra, en función de las condiciones mecánicas que éste presenta.
- Entender y participar en las labores de mantenimiento de las máquinas, pues con las nociones recibidas tendrá claros cuáles son los elementos más sensibles a las averías.

MAPA CONCEPTUAL

Elementos comunes de las máquinas





1.1 INTRODUCCIÓN

La maquinaria tiene una función principal, que es facilitar a las personas la realización de trabajos que requieren una atención especial y el desarrollo de esfuerzos desmesurados. Con su ayuda ahorramos esfuerzos y tiempos de ejecución.

El diseño de toda máquina podemos asemejarlo a la estructura del cuerpo humano. Siempre vamos a encontrarnos puesto de mando, motor y equipo de trabajo. Por lo tanto podemos compararlo con la cabeza, el corazón y las extremidades.

Al igual que en el cuerpo humano, todos los sistemas en la máquina parten del motor, responden a las órdenes dadas desde el puesto de mando, y realizan la acción con el equipo de trabajo. Al igual que ocurre en el cuerpo, un mismo motor puede alimentar a varios equipos de trabajo simultáneamente.

Siguiendo con esta comparación, el esqueleto sería el chasis, que es el encargado de soportar y absorber las distintas tensiones y esfuerzos. La carrocería sería la encargada de proteger a todos los sistemas de la acción del ambiente exterior o entorno, función que en el cuerpo humano recae sobre la piel.

Al igual que sucede en el cuerpo humano, toda máquina tiene limitados los giros y el número de articulaciones, para poder optimizar su potencia, ya que generalmente estos dos conceptos están inversamente relacionados: a mayor articulación, menor potencia de carga.

Para optimizar así su potencia de trabajo, se evitan en el diseño de la maquinaria las excentricidades entre sus distintos elementos.

La elección de la maquinaria siempre va estar relacionada con el trabajo a realizar y con el entorno en el que va a desempeñar su trabajo, además de otros factores que iremos desarrollando en apartados posteriores.

Toda maquinaria necesita siempre un correcto mantenimiento, tanto en forma como en tiempo. De este mantenimiento resulta tanto la calidad del trabajo como las eficiencias asignadas y, desde luego, la vida útil de la misma.

Toda máquina, independientemente del trabajo a realizar, va a tener unos elementos y sistemas comunes. En esta unidad didáctica vamos a dar unas nociones generales de sus partes y las interrelaciones entre los distintos sistemas que la forman:

- Tren de potencia.
- Sistema hidráulico.
- Bastidor principal o chasis.
- Ruedas.

Existe una serie de elementos que se repiten de forma sistemática, en casi todas las máquinas empleadas en obra civil, sobre todo en aquellas que son autopropulsadas. Estos elementos son: tren de potencia, sistema hidráulico, bastidor principal o chasis, y ruedas.

Recuerda



1.2 TREN DE POTENCIA

Se llama tren de potencia al conjunto mecánico formado por todos los elementos que consiguen un giro, que hace avanzar finalmente a la máquina.

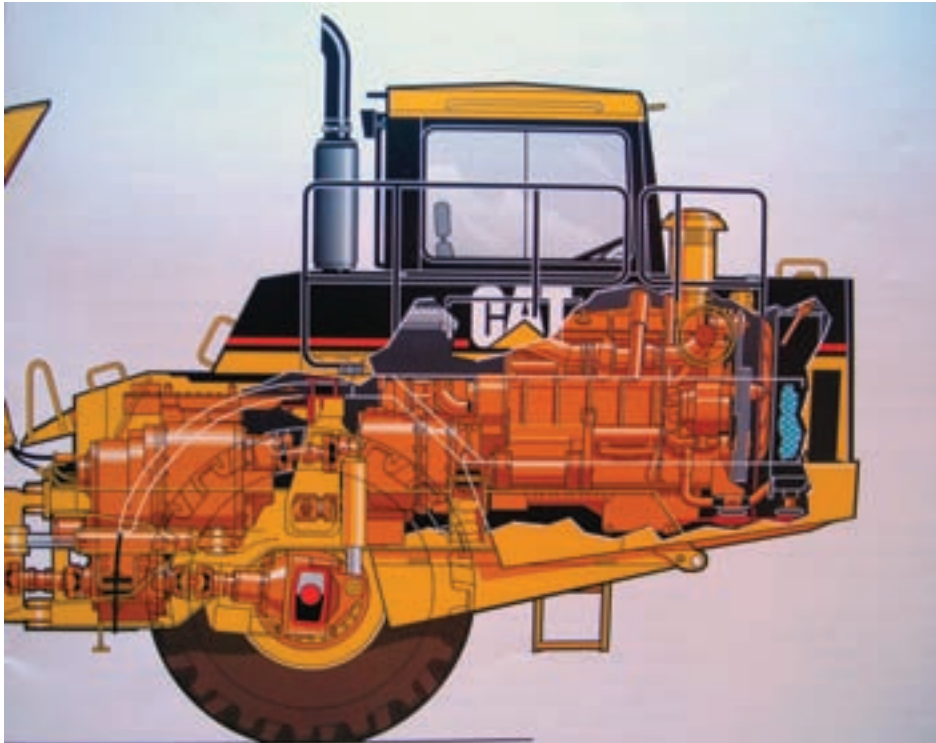


Figura 1. Tren de potencia. Fuente: catálogo de Caterpillar

Recuerda



El tren de potencia es la parte más importante, en la medida que engloba a un conjunto de sistemas que son los que transmiten la fuerza a la máquina.

1.2.1 Motor

El motor es un elemento mecánico que transforma una fuente de energía en un giro.

Según la naturaleza de esta fuente de energía y su transformación, los motores se clasifican en los siguientes tipos:

- Eléctrico.
- Térmico.
- Hidráulico.

Dentro del motor distinguimos varios circuitos o sistemas, como son los sistemas "IN", "OUT" y "AUX".

a. Motor eléctrico

Como hemos indicado anteriormente, un motor transforma energía, en este caso energía eléctrica en energía mecánica. Entre sus características se encuentran:

- Posibilidad de fabricarse en cualquier tamaño.
- Tiene un **par de giro** elevado y prácticamente constante.
- **Rendimiento** muy elevado. Se encuentra en torno al 80%.
- Poca movilidad y escasa autonomía debido a su constante dependencia de una fuente de energía fija.

La energía eléctrica tiene la característica de ser muy difícil de almacenar en grandes cantidades, no siendo rentable para su uso en maquinaria de grandes dimensiones, por su nivel de consumo.

En una **batería** de varios kilos, la energía que contiene equivale a la de 80 gramos de gasolina.

Este tipo de motores son usados en construcción casi exclusivamente para pequeñas herramientas, debido a la escasa autonomía y potencia que proporcionan.

b. Motor térmico

Este tipo de motores pueden ser continuos (turbinas) o alternos (los más usuales).

El funcionamiento de los motores alternos está basado en la transformación química del combustible en energía calorífica y, posteriormente, en energía mecánica, aprovechando la expansión de los gases inflamados en los cilindros en movimiento rectilíneo, y que, por medios mecánicos (**cigüeñal**), da origen a la rotación de un eje.

Normalmente se les añade el término "de combustión interna" si el proceso se produce dentro de los cilindros.

El combustible puede ser gas (natural, propano,...), gasolina, gasóleo, o incluso aceite de girasol (biocombustibles).

En general, podemos distinguir entre motor de encendido provocado (MEP) y motor de encendido por compresión (MEC).

El número de cilindros y su capacidad nos determinan la potencia del motor. Su número puede ser muy diverso. Los hay de 1 ó 2 cilindros, como sucede en maquinaria pequeña (volquetes, pequeños grupos electrógenos, motocompresores).

En maquinaria pesada lo más usual son los motores de 4 ó 6 cilindros, aunque existen también de 8 y 12 para máquinas mayores.

Según la colocación de los cilindros, se clasifican en:

- motor en línea (que es lo más usual);
- motor en "V";
- motor en paralelo;
- motor en estrella.

Según el ciclo del motor, se diferencian entre:

- Motor de 2 tiempos.
- Motor de 4 tiempos.

DIFERENCIAS ENTRE UN MOTOR MEP Y UN MEC (más utilizado en construcción)

Motor de Encendido Provocado (MEP)

- Inventor: Otto.
- Funcionamiento: entra la mezcla homogénea aire-combustible (hecha en el carburador) en el cilindro.
- Proporción en Vol.: 10.000 aire: 1 combustible.
- Relación de compresión: aprox. 10:1
- Detonante: chispa eléctrica (bujía), provoca una explosión.
- Combustible: gasolina. Se mezcla más fácil al ser más volátil también puede ser con gas natural, propano.

Motor de Encendido por Compresión (MEC)

- Inventor: Rodolf Diesel.
- Funcionamiento: entra primero sólo aire que es comprimido a 40 Kg /cm² hasta los 500-600 °C.
- Proporción en Vol.: 13.000: 1.
- Relación de compresión: aprox. 20:1
- Detonante: inyección atomizada del combustible 100 bar, provoca una combustión.
- Combustible: gasoil: tiene más poder calórico con temperatura de auto inflamación más baja, es más viscoso por lo tanto necesita más presión de inyección.

Figura 2. Diferencias entre un motor MEP y un MEC (más utilizado en construcción)

El motor transforma una fuente de energía en otra que se manifiesta en un giro. Si transforma energía eléctrica será un motor eléctrico, y si la transformación es térmica (por ejemplo, combustión) será motor térmico.

Recuerda

• **Partes del motor:**

El bloque motor constituye el cuerpo o estructura básica que soporta todos los demás elementos del motor. Su principal característica es la rigidez, para que sea capaz de realizar grandes esfuerzos sin sufrir deformaciones.

El bloque contiene los cilindros y la bancada, en la que se apoya y gira el cigüeñal.

La parte superior del bloque es perfectamente plana para hacer un cierre hermético con la culata, interponiendo una junta. En su parte inferior se atornilla el cárter, que sirve como depósito para el aceite de engrase.

Se divide en tres zonas:

- Culata.
- Bloque.
- Cárter.

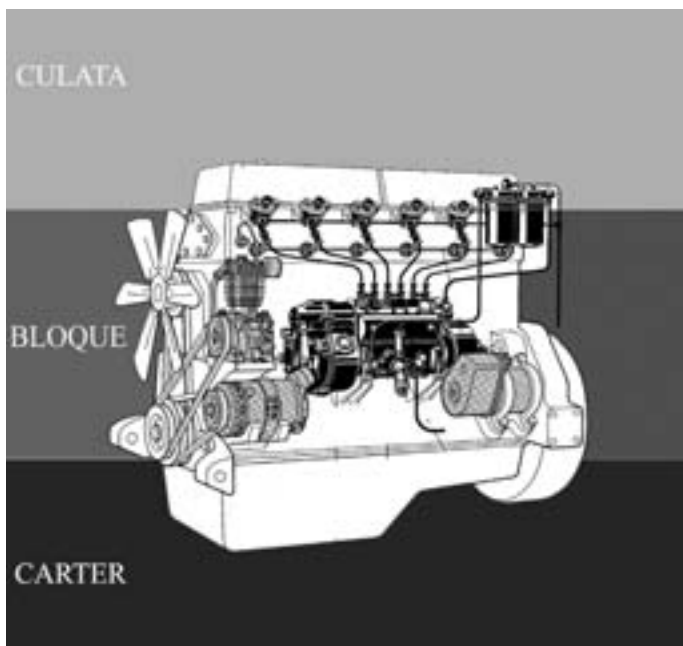


Figura 3. Partes del motor.

- **Funcionamiento del motor:**

Los cuatro tiempos de funcionamiento del motor son los siguientes:

a) Admisión

La válvula de admisión, situada en la parte superior izquierda del gráfico, se abre permitiendo la entrada del aire en el cuerpo del cilindro. El pistón baja. La presión se puede decir que es sensiblemente igual a 1 Atm en motores de admisión directa. En motores turboalimentados, la entrada de aire se realiza bajo presión producida por la turbina del turbo, que la transmite al compresor, y éste aumenta el caudal del aire que entra en el cilindro.

b) Compresión

Las válvulas están cerradas. El pistón sube, comprime el aire (40 bar.), que se va calentando debido al incremento de presión, hasta alcanzar una temperatura cercana a los 700 °C.

c) Combustión o tiempo motor

Al final de la compresión, y con las válvulas cerradas, a través de los inyectores se inyecta el combustible pulverizado, que hace combustión debido a las altas presiones y temperaturas alcanzadas. El cilindro baja impulsado, transmitiendo el esfuerzo al cigüeñal.

d) Escape

Se abre la válvula de escape mientras la de admisión permanece cerrada. El pistón sube y los gases quemados son expulsados.



Figura 4.
Sección de motor

Si lo representamos en una gráfica de presiones y ciclo, sería como vemos en la Figura 5:

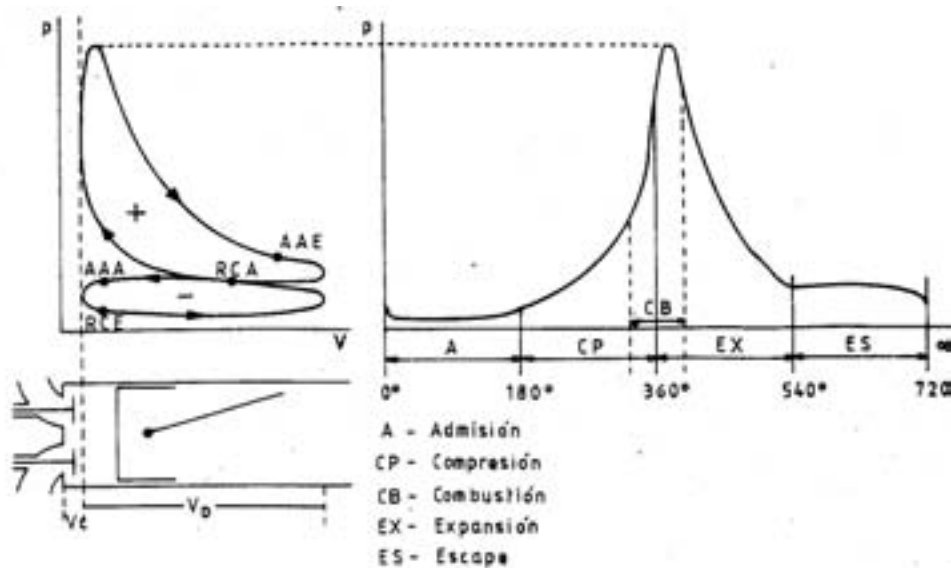


Figura 5. Gráfica de presiones y fases

El pistón se mueve impulsado sólo durante el tiempo de combustión, ya que el resto de las veces se mueve gracias a la inercia acumulada en el volante de inercia.

En los motores de 4 tiempos, el cigüeñal da dos vueltas en cada ciclo, lo que supone que aproximadamente un ciclo se produzca entre 20 y 50 veces por segundo.

• Circuitos del motor:

Dentro del motor podemos distinguir varios circuitos, atendiendo a su funcionamiento.

a) Circuito IN o de Entrada

• Sistema de admisión

Para que un motor funcione debemos introducir aire (oxígeno) dentro del cilindro. Este aire tiene que estar libre de impurezas, para que la combustión del mismo sea lo más perfecta posible y deje el menor número de restos, por lo que este aire debe estar previamente filtrado. Esto es especialmente importante en el caso de máquinas para la construcción, debido al medio en el que se desenvuelve su trabajo, ya que la concentración de partículas sólidas en suspensión en el ambiente es mucho mayor en las obras. Por lo tanto, nos encontramos un prefiltro, situado en el exterior de la máquina, y un filtro que va junto al motor.

El mantenimiento de estas piezas es vital para la vida del motor, ya que si no se mantienen en correcto estado de limpieza, el motor no recibe la cantidad de aire que necesita en cada momento, ni con la calidad requerida, y se producirían averías.

Recuerda



El buen funcionamiento de la máquina depende de su mantenimiento, en especial de los sistemas de ayuda al funcionamiento.

La localización de la entrada de aire debe prevenir la entrada de polvo, agua, aire caliente o gases de escape.

Es importante evitar la entrada de aire a temperaturas muy altas para prevenir: a) que el motor no cumpla con las normas de emisiones; b) la reducción de la potencia, respuesta y confiabilidad del mismo.

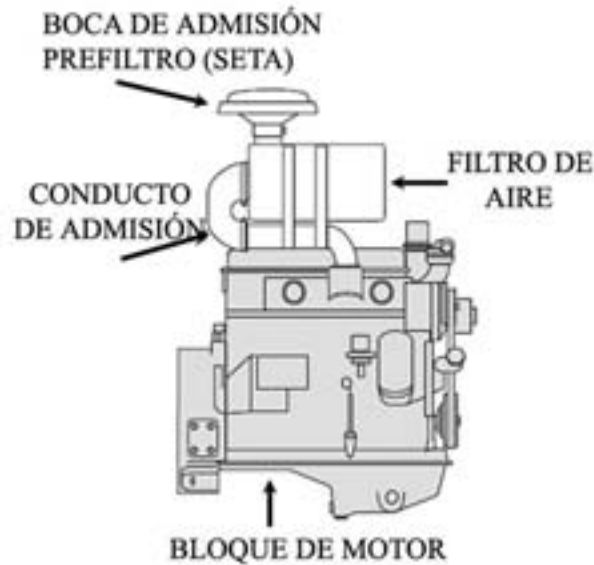


Figura 6. Sistema de admisión

Para conseguir que la entrada de aire esté sincronizada con el movimiento de los pistones, tenemos el sistema de distribución, compuesto por el árbol de levas, los empujadores, los balancines y las válvulas, que también regulan el escape.

La presión a la que entra el aire en el cilindro, por el efecto de aspiración del pistón, es igual a la atmosférica. En cambio, si queremos aumentar la potencia, necesitamos más aire, y la forma en que podemos lograrlo es a través de un compresor.

- El turbocompresor

El turbocompresor está formado por una turbina y un compresor conectados al mismo eje.



RESUMEN

- Existe una serie de elementos que se repiten de forma sistemática, en casi todas las máquinas empleadas en obra civil, sobre todo en aquéllas que son autopropulsadas. Estos elementos son: tren de potencia, sistema hidráulico, bastidor principal o chasis, y ruedas.
- El tren de potencia es la parte más importante en la medida que engloba a un conjunto de sistemas que son los que transmiten la fuerza a la máquina.
- El buen funcionamiento de la máquina dependerá de su mantenimiento, en especial de los sistemas de ayuda al funcionamiento.
- Es sistema turbo está compuesto de dos partes: turbina y compresor, de ahí que su nombre correcto sea turbocompresor.
- El elemento que transmite el giro a un tren de cadenas se llama rueda motriz o cabilla.
- Los neumáticos pueden sufrir defectos por diferentes causas y hay que prevenirlas.



TERMINOLOGÍA

Par de giro:

Dos fuerzas que se aplican separadas y en sentido contrario se denominan par de fuerzas y originan un esfuerzo de torsión similar al que un conductor aplica sobre su volante para hacerlo girar.

Batería:

Nombre común con el que se conoce a los acumuladores de energía.

Cigüeñal:

Eje que se encuentra en el motor y que hacemos girar mediante el movimiento alternativo de los pistones.

Rendimiento:

Trabajo real y efectivo de un motor.

r.p.m:

La indicación r.p.m indica el número de revoluciones que da el cigüeñal del motor en un minuto y por tanto sería más correcta la indicación r/min o simplemente 1/min.