

Encargado de obra
de edificación

Maquinaria y medios auxiliares

Daniel García de Frutos



1ª edición: mayo 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: 978-84-92686-19-3
Depósito Legal: LU 141-2009

ÍNDICE

	Introducción	5
	Objetivos generales del curso	7
UD1	Elementos comunes de las máquinas	9
UD2	Maquinaria de elevación y plataformas de trabajo	57
UD3	Movimiento de tierras	117
UD4	Maquinaria de transporte	163
UD5	Hormigones	185
UD6	Maquinaria de compactación, perforación y extendedoras	227
	Índice de figuras	247



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	13
1.3		Sistema hidráulico	36
1.4		Bastidor principal o chasis	39
1.5		Ruedas	40
		Resumen	53
		Terminología	55

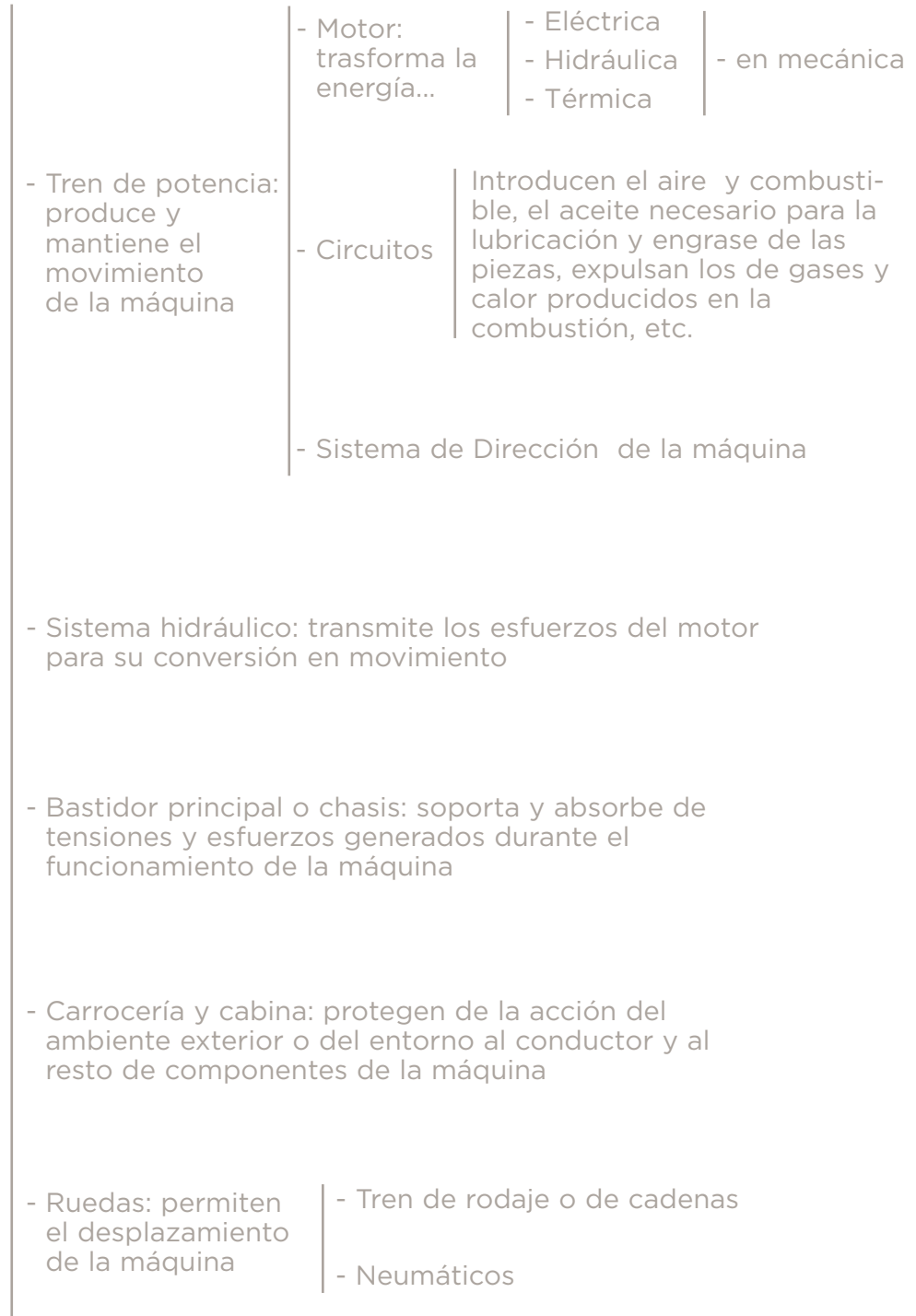
**OBJETIVOS**

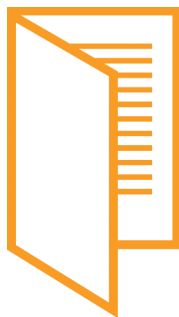
Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

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

MAPA CONCEPTUAL

Componentes y sistemas de mas máquinas





1.1 INTRODUCCIÓN

La maquinaria tienen una función principal: facilitar a las personas la realización de trabajos que requerirían una atención especial, al igual que el desarrollo de esfuerzos desmesurados, por lo que se ahorran esfuerzos y tiempos de ejecución.

El diseño de toda máquina se puede asemejar a la estructura del cuerpo humano; siempre va a haber puesto de mando, motor y equipo de trabajo, equivalentes a cabeza, corazón y extremidades del cuerpo.

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. En el cuerpo un mismo motor puede alimentar a varios equipos de trabajo simultáneamente.

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

Al igual que 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 evitar en lo posible los momentos y 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 está relacionada con el trabajo que se va a realizar y con el entorno en el que desempeña su trabajo, aparte de otros factores que se irán desarrollando en apartados posteriores.

Toda máquina necesita siempre un correcto mantenimiento, tanto en forma como en el tiempo; del mismo resultarán tanto la calidad del trabajo como las eficiencias asignadas y, por supuesto, su vida útil.

Toda máquina, independientemente del trabajo que realiza, tiene unos elementos y sistemas comunes. En esta Unidad Didáctica se dan unas nociones generales de sus partes y de las interrelaciones entre los distintos sistemas que la forman:

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

Existen unos elementos que se repiten de forma sistemática en casi todas las máquinas empleadas en la obra civil, sobre todo en las autopropulsadas: tren de potencia, sistema hidráulico, bastidor principal o chasis y ruedas.

Recuerda

1.2 TREN DE POTENCIA

Es el conjunto mecánico formado por todos los elementos que consiguen un giro que finalmente hace avanzar a la máquina.

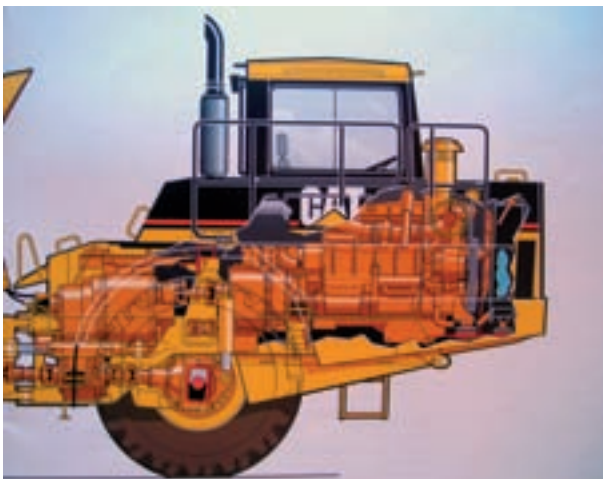


Figura 1.

Tren de potencia. Fuente: Catálogo de Caterpillar

Recuerda

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

1.2.1 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 distintos tipos:

- Eléctrico.
- Térmico.
- Hidráulico.

Dentro del motor se distinguen varios circuitos o sistemas, como los sistemas “IN”, “OUT” y “AUX”.

a. Motor eléctrico

Como se ha indicado anteriormente, un motor transforma energía, en este caso eléctrica en mecánica; entre sus características se encuentran las siguientes:

- Posibilidad de fabricarse en cualquier tamaño.
- Con un **par de giro** elevado y prácticamente constante.
- **Rendimiento** muy elevado, 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; además no es rentable su uso en máquinas de grandes dimensiones por su nivel de consumo.

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

Este tipo de motores se emplean en la construcción casi exclusivamente para pequeñas herramientas por la escasa autonomía y potencia que proporcionan.

b. Motor térmico

Puede ser continuo (turbinas) o alterno (los más usuales).

Los alternos basan su funcionamiento en la transformación química del combustible en energía calorífica y posteriormente en energía mecánica aprovechando la expansión de los gases inflamados en los cilindros de movimiento rectilíneo, lo 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, etc.), gasolina, gasóleo o incluso aceite de girasol (biocombustible). Pero en general se puede distinguir entre: motor de encendido provocado (MEP) y motor de encendido por compresión (MEC).

El número de cilindros (muy diverso) y su capacidad determinan la potencia del motor. Puede haber uno o dos cilindros, como en la maquinaria pequeña (volquetes, pequeños grupos electrógenos y motocompresores), pero en la pesada lo más usual es que haya de cuatro a seis, aunque existen también de 8 y 12 para máquinas mayores.

Según la colocación de los cilindros, puede haber:

- En línea (lo más usual).
- En “V”.
- En paralelo.
- En estrella.

Según el ciclo del motor pueden ser de:

- Dos tiempos.
- Cuatro tiempos.

Diferencias entre un motor MEP y un MEC (más utilizado en construcción)	
Motor de encendido provocado (MEP)	Motor de encendido por compresión (MEC)
<ul style="list-style-type: none"> • Inventor: Otto 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventor: Rodolf Diesel.
<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento: entra la mezcla homogénea aire-combustible (hecha en el carburador) en el cilindro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento: entra primero sólo aire que es comprimido a 40 Kg/cm² hasta los 500-600 °C.
<ul style="list-style-type: none"> • Proporción en Vol.: 10000 aire: 1 combustible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporción en Vol.: 13000: 1.
<ul style="list-style-type: none"> • Relación de compresión: aprox. 10:1 	<ul style="list-style-type: none"> • Relación de compresión: aprox. 20:1
<ul style="list-style-type: none"> • Detonante: chispa eléctrica (bujía), provoca una explosión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Detonante: inyección atomizada del combustible 100 bar, provoca una combustión.
<ul style="list-style-type: none"> • Combustible: gasolina. Se mezcla más fácil al ser más volátil también puede ser con gas natural, propano,... 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 otro MEC (más utilizado en la construcción)

Recuerda

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 un motor térmico.

c. Partes del motor

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

1. Culata.
2. Bloque.
3. Cárter.

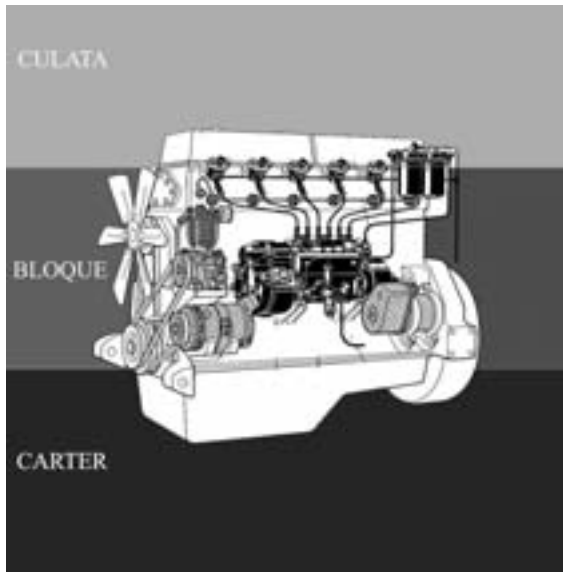


Figura 3.
Partes del motor.

d. Funcionamiento

Los cuatro tiempos de funcionamiento del motor son los siguientes:

1. 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 es sensiblemente igual a 1 Atm en motores de admisión directa; en motores turbo alimentados la entrada de aire se realiza bajo presión por la turbina del turbo, que la transmite al compresor y éste aumenta el caudal de aire que entra en el cilindro.

2. Compresión

Las válvulas están cerradas.

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

3. 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 combustiona debido a las altas presiones y a las temperaturas alcanzadas.

El cilindro baja impulsado transmitiendo el esfuerzo al cigüeñal.

4. Escape

Se abre la válvula de escape mientras la de admisión permanece cerrada.

El pistón sube y los gases quemados son expulsados.

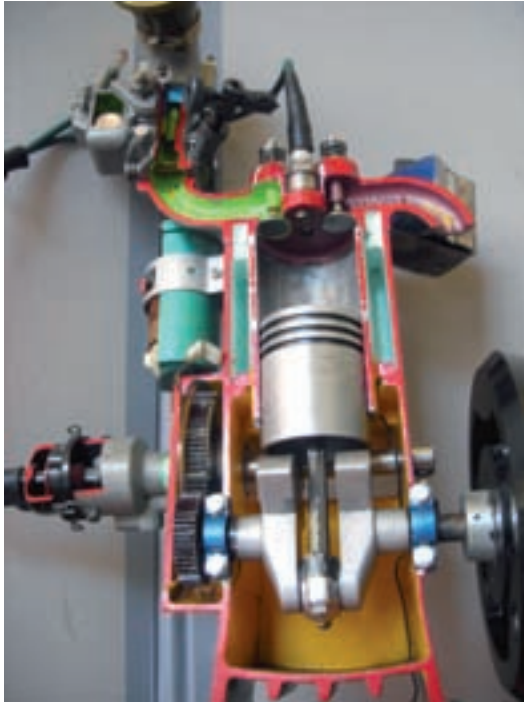


Figura 4.
Sección de un motor

Si se representa en una gráfica de presiones y ciclo, sería como muestra la siguiente figura:

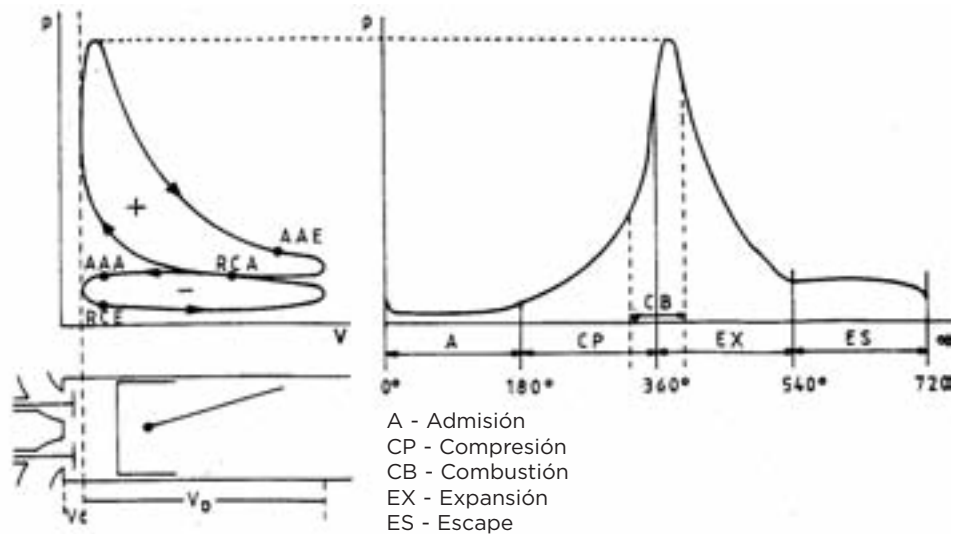


Figura 5. *Gráfica de presiones y fases*

El pistón se mueve impulsado sólo en el tiempo de combustión; el resto de las veces lo hace gracias a la inercia acumulada en el volante de inercia.

En los motores de cuatro 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.

1.2.2 Circuitos

Dentro del motor se pueden distinguir varios atendiendo a su funcionamiento:

a. Circuito IN o de entrada

• Sistema de admisión

Para que un motor funcione hay que introducir aire (oxígeno) dentro del cilindro; este aire tiene que estar libre de impurezas para que su combustión sea lo más perfecta posible y deje el menor número de restos, por lo que dicho aire debe estar previamente filtrado, lo que resulta 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, hay 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 en la calidad requerida y se producirán averías.

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

Recuerda

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 que el motor no cumpla con las normas de emisiones y la reducción de la potencia, respuesta y confiabilidad del mismo.

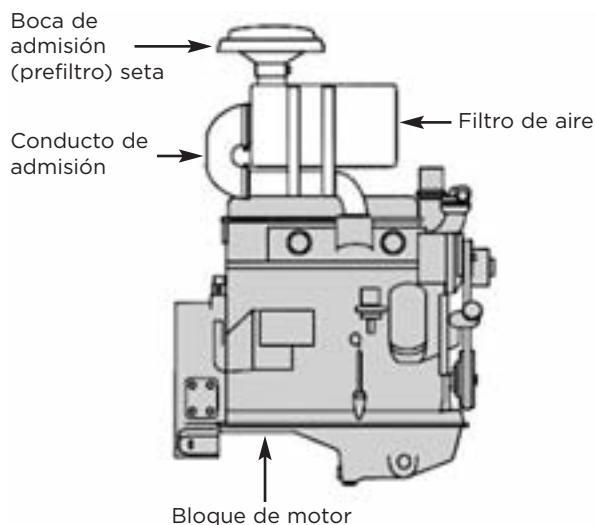


Figura 6.
Sistema de admisión

Para conseguir que la entrada del aire sea sincronizada con el movimiento de los pistones está 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, pero si se quiere aumentar la potencia se necesita más aire y la forma de lograrlo es a través de un compresor.

• El turbo compresor

Está formado por una turbina y un compresor conectados al mismo eje.

La turbina recoge el movimiento de los gases de escape suministrando la energía necesaria para hacer rotar el compresor y que de esta manera la fuerza centrífuga comprima el aire que llega al colector de admisión y que se repartirá a cada cilindro.

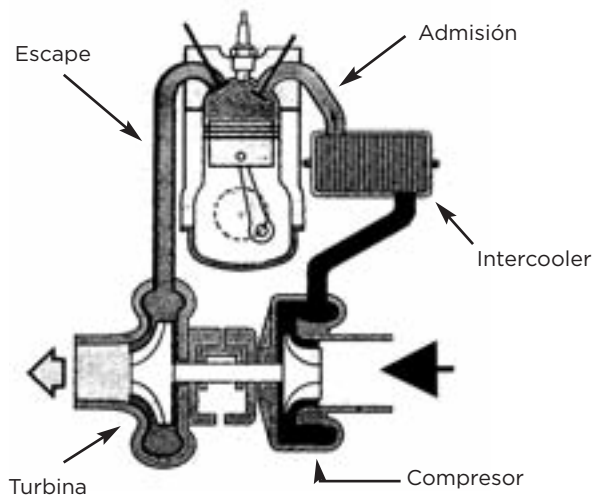


Figura 7.
Turbo compresor lateral

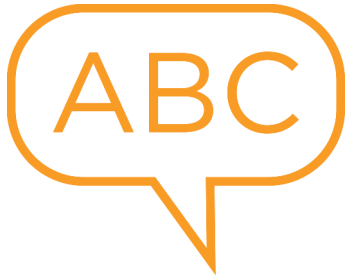


Figura 8.
Sección de un turbo compresor frontal



RESUMEN

- Existen unos elementos que se repiten de forma sistemática en casi todas las máquinas empleadas en la obra civil, sobre todo en las autopropulsadas: tren de potencia, sistema hidráulico, bastidor principal o chasis y ruedas.
- El tren de potencia es la parte más importante en la medida en que engloba un conjunto de sistemas que son los que transmiten la fuerza a la máquina.
- El buen funcionamiento de la máquina depende de su mantenimiento, en especial de los sistemas de ayuda al funcionamiento.
- El sistema turbo está compuesto por dos partes: turbina y compresor; de ahí su nombre.
- 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

Batería:

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

Cigüeñal:

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

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.

Rendimiento:

Trabajo real y efectivo de un motor.

r.p.m.:

Indica el número de revoluciones que da el cigüeñal del motor en un minuto; por tanto, sería más correcta la indicación r/min o simplemente 1/min.